

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA PROTEÍCA A PARTIR DE
EXTRACTO DE AVENA, AMARANTO Y LECHE DE SOYA

Por:

MARCO ANTONIO TORRES ARELLANO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA PROTEICA A BASE DE EXTRACTOS DE
AMARANTO, AVENA Y LECHE DE SOYA”

TESIS:

Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito

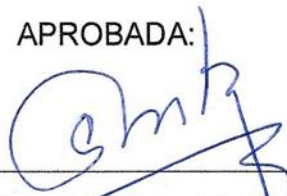
Parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Presentada por:

MARCO ANTONIO TORRES ARELLANO

APROBADA:



Q.F.B. Carmen Pérez Martínez

Asesor Principal



Q.F.B. Ma. Carmen Julia García

Vocal



M.C. Carlos Alberto García Agustince

Vocal



M.C. Alberto Rodríguez Hernández

Vocal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Septiembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA PROTEICA A BASE DE EXTRACTOS DE
AMARANTO, AVENA Y LECHE DE SOYA”

TESIS:

Que se somete a consideración del H. jurado examinador como requisito

Parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Presentada por:

MARCO ANTONIO TORRES ARELLANO

APROBADA:

Q.F.B. Ma. Carmen Julia García

Asesor Principal

Q.F.B. Carmen Pérez Martínez

Vocal

M.C. Carlos Alberto García Agustince

Vocal

M.C. Alberto Rodríguez Hernández

Vocal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Septiembre de 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por estar conmigo todos los días incluso en los momentos más difíciles en los que pensé en rendirme, por darme la oportunidad de conocer y rodearme de personas maravillosas. Así como permitirme y darme la oportunidad de poder realizar mis estudios en una gran universidad UAAAN.

A MI ALMA TERRA MATER

Por darme la oportunidad de poder realizar y brindarme una educación de calidad, así como permitirme vivir una gran etapa de mi vida dentro de esta institución.

A MIS ASESORES

Q.F.B. Ma. Carmen Julia García por apoyarme en este proyecto, así como brindarme parte de sus conocimientos dentro del aula, por ser amable y confiar en todo momento en mí.

Q.F.B. Carmen Pérez Martínez por su gran participación para poder concluir este proyecto.

M.C. Carlos Alberto García Agustince por apoyarme con este proyecto y brindarme sus conocimientos y dedicación con este proyecto así como también brindarme su conocimiento dentro de las aulas.

M.C. Alberto Rodríguez Hernández por aportarme parte de su conocimiento para realizar este proyecto.

A TODOS LOS PROFESORES DEL DEPARTAMENTO DE I.C.T.A

Por transmitirme parte de sus conocimientos y ser una guía a lo largo de mi formación académica, por ser unas personas comprensivas y tolerantes en todo momento y brindarme su mano si en algún momento lo requería.

DEDICATORIAS

A las personas que desde pequeño estuvieron presentes, que a lo largo de este tiempo me han dado su ejemplo a seguir, a esas personas que me han brindado su cariño y comprensión que en los momentos más difíciles me han demostrado como afrontar las cosas para seguir adelante.

A MIS PADRES:

Agustín Torres Ramírez

Por estar siempre conmigo en todo momento y convertirse en mi ejemplo a seguir, por traerme a este mundo y apoyarme y brindarme la confianza para afrontar la vida, así como mostrarme los valores y fortaleza, gracias papá por nunca alejarte de mí los momentos más difíciles y en los que más he necesitado de ti. Nunca se me van a olvidar todos tus consejos y regaños que en todo momento me han ayudado en mi vida, gracias por aquellos periodos de tiempo en los que estuve lejos de ti sentí tu cariño en todo momento.

Celia Arellano Gutiérrez

No me alcanzan las palabras para expresar todo lo que siento por ti. Eres la persona que me trajo a este mundo y la que ha estado conmigo en todo momento y no has hecho más que pensar en mi persona antes que nada, gracias mama por demostrarme tu cariño y enseñarme a ser una persona de bien y estar conmigo en los momentos más difíciles de mi vida, nunca terminare de decirte gracias mama.

A MIS HERMANOS

José Julián Torres Arellano

Nalleli Torres Arellano

Iván Torres Arellano

Carolina Torres Arellano

Por apoyarme incondicionalmente como solo los hermanos lo pueden hacer, gracias por darme ánimos cuando los necesitaba.

A MIS AMIGOS

Selene Reyes Nevares

Jeesica Morales Sánchez

José María Zamora Gonzales

Sandra Elena Negrete Elías

Josseline Rocío Solís Mendoza

Maira Celia Reyes Tapia

Dulce Fernanda Arévalo Blanquet

Esmeralda Martínez Franco

William Velásquez López

Sanjuana Rodríguez Noriega

Gissele Anahí Solís

Diana Soledad González Rodríguez

Esmeralda Guadalupe Rodríguez González

A todos ellos gracias por a ver estado en los momentos más bellos de mi vida y en las etapas más difíciles, así como darme la oportunidad de convivir con ustedes y pasar grandes momentos a lo largo de toda la carrera que iniciamos juntos. Gracias por ser para algo tan bonito, son personas a las cuales siempre recordare.

INDICE GENERAL

	Página
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIAS	iii
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO.....	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.3 HIPÓTESIS.....	3

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
2.1 Proteínas en el deporte.....	4
2.2 Cereales.....	5
2.2.1 Nutrientes que aportan los cereales.....	6
2.3 Soya	9
2.3.1 Calidad de la proteína de soya.....	10
2.3.2 Digestibilidad de la proteína de soya.....	12
2.3.3 La soya a nivel mundial.....	13
2.3.4 La soya en México.....	14
2.3.5 Consumo de soya en los humanos.....	16

2.4 Amaranto	18
2.4.1 Proteína del amaranto.....	19
2.4.2 Especies de amaranto.....	19
2.4.3 El amaranto en México.....	21
2.5 Avena	23
2.5.1 Avena en México.....	26
2.5.2 Proteínas de la avena.....	27
2.6 Alimentos funcionales	28

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 Ubicación	30
3.2 Equipo	30
3.3 Material	31
3.4 Metodología	32
3.4.1 Obtención de extractos.....	32
3.4.1.1 Extracto de amaranto.....	32
3.4.1.2 Extracto de avena.....	33
3.4.1.3 Preparación de la leche de soya.....	33
3.4.1.4 Proceso de fabricación.....	34
3.5 Elaboración de las bebidas	36
3.6 Determinación de minerales	37
3.7 Determinación de extracto Etéreo	38
3.8 Determinación de nitrógeno y proteína cruda o bruta	39
3.9 Análisis estadístico	42

CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1 Minerales.....	43
4.2 Extracto Etéreo.....	45
4.3 Proteínas.....	46
CAPITULO V	
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES.....	49
CAPITULO VI	
BIBLIOGRAFÍA.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Necesidades de proteína en el deporte.....	4
Tabla 2. Requerimientos de proteína diarios.....	5
Tabla 3. Composición de nutrientes de diferentes cereales.....	8
Tabla 4. Estados con mayor producción de soya.....	15
Tabla 5. Estados con mayor superficie sembrada de soya.....	15
Tabla 6. Estados con mayor rendimiento promedio de soya.....	16
Tabla 7. Contenido de aminoácidos de proteína seca.....	19
Tabla 8. Top en volumen de producción de amaranto.....	22
Tabla 9. Composición química del avena.....	25
Tabla 10. Aminoácidos de la avena.....	27
Tabla 11. Tipos de bebidas.....	36
Tabla 12. Contenido de minerales.....	44

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Granos de cereales.....	6
Figura 2. Frijol de soya.....	9
Figura 3. Características nutricionales del frijol de soya.....	11
Figura 4. Participación de los países en el comercio mundial de soya.....	13
Figura 5. Alimentos con mayor participación en el mercado.....	17
Figura 6. <i>Amaranthus cruentus</i>	20
Figura 7. <i>Amaranthus hypochondriacus</i>	20
Figura 8. Cultivo del amaranto.....	21
Figura 9. Especies de avena de importancia comercial.....	23
Figura 10. Principales productores de avena grano.....	26
Figura 11. Ubicación del proyecto.....	30
Figura 12. Extracto de amaranto.....	32
Figura 13. Extracto de avena.....	33
Figura 14. Leche de soya.....	35
Figura 15. Equipo utilizado para determinación de extracto etéreo.....	39
Figura 16. Equipo Kjeldhal.....	42
Figura 17. Porcentaje de extracto etéreo de las bebidas.....	46
Figura 18. Porcentaje de proteína de las bebidas.....	47

RESUMEN

El consumo de bebidas elaboradas a partir de distintos ingredientes vegetales como cereales, leguminosas y frutos secos, es cada vez mayor en diversos sectores de la población y actualmente son considerados como nuevos productos naturales con propiedades saludables. Su disponibilidad a través de la elaboración industrial, su agradable sabor y gran aceptabilidad han motivado el crecimiento de su consumo por la población en general.

El presente trabajo tiene como objetivo elaborar una bebida con gran aporte proteico a partir de extractos de amaranto, avena y leche de soya, en el cual se realizaron diferentes bebidas A:35,30,25; B:40,30,30; C:40,10,50; D:35,35,30; E:30,40,30; F:40,20,40; G:30,30,40; H:20,40,40; I:25,25,50; J:30,20,50; K:40,40,20; amaranto, avena y soya; respectivamente, para así determinar cuál bebida aporta el mayor contenido de proteínas. Se determinó el contenido de proteína a cada bebida mediante el método de Kjeldahl teniendo como resultado que la bebida C:40,10,50, contiene el mayor porcentaje de proteína en comparación con las otras bebidas el cual fue de 16.53%, así como también se les determino el contenido de minerales siendo la bebida F:40,20,40 la que mostro mayor contenido de minerales en cuanto a calcio, magnesio y potasio: 27800 mg/L, 6700 mg/L y 400 mg/L; respectivamente.

En cuanto a la determinación de grasa por el método de Soxhlet, la bebida G presentó un 16.63 %, siendo está la bebida con mayor contenido de grasa; esto en comparación con la bebida C, la cual tuvo un 15.42 %; cabe mencionar que la bebida C fue la que obtuvo mayor índice de % de proteína.

Palabras clave: *Bebida, Proteína, Minerales, Grasa, Deporte, Rendimiento.*

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las bebidas proteicas se tratan de líquidos o batidos de proteínas más agua o leche, en algunos casos con sabores añadidos, que aportan una gran cantidad de calorías al organismo de personas con alto rendimiento en el gimnasio o en el deporte como tal. En los últimos tiempos ha habido un auge de venta de este tipo de productos que ya vienen preparadas como un todo y resultan muy cómodos para beber después de hacer ejercicio. Las proteínas que contienen estas bebidas provienen de diferentes fuentes (animales o vegetales) y pueden estar combinadas o no. Lógicamente, en dependencia de estas serán los beneficios que tendrá el cuerpo. Cualquiera de las bebidas proteicas que toman los deportistas pueden ser usadas cuando buscan una opción para beber en las etapas de ejercicios físicos intensos, pero recordando no exagerar, pues tampoco el organismo necesita una sobredosis de proteínas.

Bebidas vegetales de cereales: se les denomina así a una gran variedad de bebidas elaboradas a partir de alimentos vegetales; cereales (avena y arroz), legumbres (soya) y frutos secos (almendras, avellanas). Muchas de ellas se consumen como alternativa a la leche de vaca dado que se consideran "más saludables", o por motivos de salud debido a la capacidad de ciertos componentes de la leche de vaca para producir intolerancias alimentarias (a la lactosa) o reacciones alérgicas (a la caseína). Las bebidas vegetales son alimentos con una composición nutritiva muy interesante dado que los alimentos de los que proceden contienen variedad de nutrientes (proteínas, grasas insaturadas, hidratos de carbono, ciertos minerales y vitaminas). Todas ellas tienen en común una serie de ventajas e inconvenientes. Desde el punto de vista nutritivo, tienen la ventaja de carecer de lactosa y caseína, y esto las hace útiles en el tratamiento de intolerancias y alergias alimentarias a esos componentes. Además, no contienen colesterol y su perfil de

ácidos grasos es más saludable respecto a la leche de vaca (abundan los ácidos grasos insaturados, grasa cardiosaludable). El inconveniente que presentan estos alimentos es que a pesar de que contienen abundante calcio éste es de peor disponibilidad y sus proteínas son incompletas (carecen de uno o varios aminoácidos esenciales, mientras que las proteínas de la leche de vaca son completas). Además, el aporte de calorías es considerable (Mäkinen *et al*,2016).

Entre los más difíciles problemas confrontados por la humanidad está la escasez de alimentos y las dietas deficientes en calidad y cantidad; posiblemente debido al rápido crecimiento de la población y la carencia de una distribución efectiva de alimentos, el propósito de este trabajo es elaborar una bebida proteica con base en los extractos de amaranto y avena y combinarlos con leche de soya esto para complementar la nutrición de los deportistas.

1.1 OBJETIVO

Elaborar una bebida proteica a partir de extracto de avena, amaranto y leche de soya.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Obtener la leche de soya a partir del grano de este.
- Obtener el extracto de los cereales (avena, amaranto) y combinarlos con la leche de soya para obtener una bebida proteica.
- Determinación del % de grasa, proteína y contenido de minerales de las diferentes bebidas.

1.3 HIPÓTESIS.

Obtener una bebida con los extractos de avena, amaranto y leche de soya rica en proteínas.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Proteínas en el deporte

Las necesidades proteicas de los deportistas han recibido una atención considerable en las investigaciones realizadas hasta la actualidad. No solo en cuanto a si los deportes incrementan dichas necesidades, sino también con relación a si determinados aminoácidos (aa) son beneficiosos para el rendimiento.

Sin lugar a dudas, determinar la cantidad adecuada de proteínas y aa esenciales en la dieta en diferentes estados fisiológicos es de gran importancia para el colectivo deportivo, ya que un déficit proteico produce una disminución de la capacidad de generar la máxima potencia muscular (Moore *et al.*, 2009). Las necesidades mínimas recomendadas de proteínas para los deportistas varían según el carácter del esfuerzo.

Grupo de colectivo	Cantidad de proteína necesaria (g/kg peso/día)
Recreativo	0.8-1
Físicamente activos	1.0-1.4
Entrenamiento de fuerza. mantenimiento	1.2-1.4
Entrenamiento de fuerza	1.6-1.8
Entrenamientos de resistencia	1.2-1.4
Adolescentes	1.5-2
Mujeres	15% por debajo de lo requerido en los deportistas varones
Ganancia de masa muscular	1.7-1.8 + Ingesta calórica positiva (400-500 kcal/ día. para ganar 0.5 kg de musculo/semana)

Tabla 1: Necesidades de proteína en el deporte, fuente: A. Urdampilleta *et al.*, 2012

Categoría	Edad (años) o condición	Peso (kg)	Ración dietética recomendada	
			(g/kg)	(g/día)
<i>Lactantes</i>	0,0 - 0,5	6	2,2	13
	0,5 - 1,0	9	1,6	14
<i>Niños</i>	1 - 3	13	1,2	16
	4 - 6	20	1,1	24
	7 - 10	28	1,0	28
<i>Varones</i>	11 - 14	45	1,0	45
	15 - 18	66	0,9	59
	19 - 24	72	0,8	58
	25 - 50	79	0,8	63
	51 +	77	0,8	63
<i>Mujeres</i>	11 - 14	46	1,0	46
	15 - 18	55	0,8	44
	19 - 24	58	0,8	46
	25 - 50	63	0,8	50
	51 +	65	0,8	50
<i>Embarazo</i>	1 ^{er} trimestre		+ 1,3	+ 10
	2 ^o trimestre		+ 6,1	+ 10
	3 ^{er} trimestre		+ 10,7	+ 10
<i>Lactancia</i>	1 ^{er} semestre		+ 14,7	+ 15
	2 ^o semestre		+ 11,8	+ 12

Tabla 2: Requerimientos diarios de proteína, Fuente: portalfitness 2012

2.2 Cereales.

Los cereales son un conjunto de plantas cuyas semillas o granos se emplean para la alimentación humana por lo general molidos y/o en forma de harina (Figura 1). Los principales componentes del grano son el endospermo, el germen o embrión y las cutículas. El endospermo está compuesto por el endospermo feculento y de la así llamada capa de aleurona. El endospermo feculento a su vez está formado primordialmente por almidón, y tiene pequeñas cantidades de proteína, grasa y minerales. La capa de aleurona contiene proteína de alto valor biológico, relativamente bastante grasa, vitaminas del grupo B, minerales y fibra dietética, pero no almidón. Junto con las cutículas, la capa de aleurona contiene aproximadamente el 70% de la fibra dietética del grano FAO (2013).



Figura 1: granos de cereales. Fuente: biotrendies.com

2.2.1 Nutrientes que aportan los cereales

Los granos del cereal contienen casi todos los nutrientes que necesita el ser humano para alimentarse (Tabla 3):

- **Hidratos de carbono:** siempre se sitúa a los cereales como fuente de hidratos de carbono complejos, olvidando siempre su buen aporte proteico. Contienen alrededor de un 75% de almidón, polisacárido formado por glucosa.
- **Fibra:** la fibra de los cereales es principalmente la celulosa, que se encuentra en la capa externa de los granos.
- **Grasas:** los granos enteros de cereales contienen aproximadamente un 2% de grasa, pero la avena, por ejemplo, contiene un 7%. La grasa de los cereales está compuesta por ácidos grasos poli y monoinsaturados. Estos ácidos grasos resultan muy beneficiosos para mantener en buen estado nuestro sistema cardiovascular.

- **Minerales:** los cereales nos aportan principalmente fósforo, zinc, silicio y hierro. El aporte de calcio y sodio es muy reducido.
- **Vitaminas:** las vitaminas del complejo B, como las vitaminas B1, B2 y B12, junto con el ácido fólico, son los más abundantes en los cereales.
- **Proteínas:** La cantidad de proteína difiere notablemente en los distintos cereales e inclusive dentro del mismo cereal de unas cosechas a otras. Esto es debido a la fuerte interacción entre el genotipo y las condiciones ambientales que prevalecen durante el desarrollo y la maduración del grano. Los compuestos proteicos del grano se localizan en todos sus tejidos, pero el germen y la capa de aleurona concentran la mayor cantidad de compuestos nitrogenados. Las proteínas se clasifican de acuerdo con su solubilidad en hidrosolubles (albúminas) y en soluciones iónicas débiles (globulinas) que se encuentran principalmente en el germen. Las albuminas y globulinas se conforman por enzimas, nucleoproteínas y glucoproteínas, sustancias biológicamente activas que juegan un papel crítico durante la germinación. De las cuatro fracciones proteicas, las albuminas y las globulinas tienen el mejor balance de aminoácidos esenciales porque, son especialmente ricas en lisina. Dentro de los cereales, la avena se distingue porque contiene el mayor porcentaje de estas dos fracciones proteicas (SIAP 2013).

Cereal	Carbohidratos digeribles	Proteínas	Lípidos	Minerales	Fibra
Trigo	56,9	12,7	2,2	1,6	12,6
Arroz	74,3	6,4	2,4	1,6	3,5
Maíz	12	8,7	4,3	1,6	11
Avena	8,9	12,4	6,4	1,9	10,3
Centeno	15	8,2	1,5	1,8	14,6
Cebada	11,7	10,6	1,6	2,7	17,3
Sorgo	14	8,3	3,1	1,5	13,8
Mijo	13,3	5,8	4,6	1,5	8,5

Tabla 3: Composición de nutrientes de diferentes cereales en g/100 g

Aproximadamente el 80% de las proteínas del grano es de almacenamiento y reserva. La fracción proteica más abundante en la mayoría de los cereales es la que contiene a las prolaminas. Estas proteínas de almacén se forman en los protoplástidos durante la maduración del grano y se encuentran en los cuerpos proteicos localizados en el endospermo. Son insolubles en agua pero soluble en alcohol. Esta fracción proteica adquiere diferentes denominaciones en los distintos cereales: maíz, zeína; sorgo, kafirinas; trigo, gliadina; centeno, secalina; arroz, arizina; cebada, ordinina (SIAP 2013).

2.3 Soya

La soya es originaria de oriente (China, Japón, Corea, etc) cuyos pueblos la consumen intensamente. Estos pueblos consumen la leche de soja diariamente en forma considerable. Por miles de años, la soya ha servido como una de las principales fuentes de proteína en la dieta de las culturas orientales, se le puede encontrar en una variedad de alimentos tradicionales hechos a base de esta leguminosa como son: la leche, tofu, nata, soya verde, germinado y tempeh; mientras que en el resto del mundo su historia data de apenas 100 años a la fecha. Actualmente, la mayor parte de la producción de soya es molida para la obtención de aceite comestible, pasta desgrasada para consumo animal y sólo una pequeña parte se procesa para la obtención de productos proteicos para la alimentación humana(Erickson, 1995).

La soya (*Glycine max*) es la oleaginosa de mayor importancia en el mundo. México, es el cuarto importador a nivel mundial; el grano está compuesto de aceite, carbohidratos (azúcares), carbohidratos insolubles (fibra dietética) y lecitina. Aporta beneficios a la salud como: previene enfermedades cardiovasculares, ayuda en la función renal, aumenta la actividad hormonal femenina, inhibición enzimática del cáncer, prevención y tratamiento de osteoporosis. Rural, F. (2013).



Figura 2. Frijol de soya. Fuente: es123rf.com

El frijol de soya es una leguminosa que por su elevado contenido de aceite, es considerada una oleaginosa (Figura 2). La soya tiene un excelente perfil nutricional y por su origen vegetal no contiene colesterol. Además, provee de la mayoría de aminoácidos esenciales para el organismo, asimismo, es rica en potasio y es buena fuente de magnesio, fósforo, hierro, calcio, manganeso, folatos y contienen algunas vitaminas como son las del grupo B6 y E (antioxidante). Por tanto, la proteína de soya está calificada como una proteína completa de alta calidad, que resulta ser más barata que la carne, no contiene colesterol y casi ninguna de las grasas saturadas que se encuentra en los alimentos de origen animal. Las proteínas de soya contienen todos los aminoácidos necesarios para la nutrición humana (crecimiento), mantenimiento y tensión emocional. La composición de aminoácidos de las proteínas de soya es muy parecida a los patrones de aminoácidos de las fuentes proteínicas de origen animal de alta calidad (Astisarian, 2000).

2.3.1 Calidad de la proteína de soya

La proteína de soya contiene todos los aminoácidos esenciales requeridos en la nutrición humana: isoleucina, leucina, lisina, metionina y cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina, triptófano, valina e histidina (figura 3). Sin embargo, su contenido de metionina y triptófano es bajo pero se complementa al combinarse con cereales generando una proteína tan completa como la de origen animal (FAO/WHO, 1991).

%	Composición		Efectos para la salud	
	mg AA indispensable/g proteína			
36	Proteína soya	Patrón FAO/OMS niños 2-5 años		
	His	26	19	Cubre los requerimientos de AA indispensables en niños y adultos ¹² Reduce la concentración de colesterol LDL y total plasmático ⁴⁵ Atenúa la elevación de insulina posprandial ²⁹ Debido a su bajo contenido de metionina mantiene bajas concentraciones de homocisteína
	Ile	49	28	
	Leu	82	66	
	Met+Cis	26	58	
	Fen+Tir	90	63	
	Tre	38	34	
	Trp	13	11	
	Val	50	35	

Figura 3. Características Nutricionales del Frijol de Soya Fuente: FAO/OMS 2013

Hay investigaciones llevadas a cabo con animales y seres humanos que han demostrado que las proteínas de soya son comparables, en cuanto a su digestibilidad, con otras proteínas de alta calidad, como puede ser la carne, la leche, el pescado y el huevo. Los valores que poseen los concentrados y los aislados de proteína, en cuanto a su digestibilidad por el organismo humano quedan dentro del rango de 91 a 96%, dichos valores son comparables a los de la leche. La aplicación de la proteína de soya como un ingrediente funcional en los sistemas de alimentos procesados continua ampliándose, debido a que al parecer, los perfiles de los nutrientes de varios productos de soya y las necesidades de la salud humana son coincidentes, porque hoy en día los consumidores buscan un mejoramiento en su salud y conservar un estado nutricional adecuado, conceptos que están íntimamente ligados al consumo de la proteína de soya y sus derivados. (Astisarian,2000).

2.3.2 Digestibilidad de la proteína de soya

La digestibilidad de una proteína se define como el porcentaje de la misma que es absorbida por el organismo después de la ingestión, esta medición de calidad, es más confiable debido a que independientemente de la cantidad presente de un aminoácido determinado, puede no ser disponible para la nutrición del organismo (Soy Protein Council, p. 4987).

La proteína de soya purificada es totalmente disponible para el organismo, sin embargo, en la naturaleza no se presenta de esta forma. En la mayoría de los casos, se encuentra mezclada con otros componentes biológicamente activos que están presentes en la semilla como son los inhibidores de tripsina, los fenoles, los fitatos, entre otros (Liu, 1999). El tratamiento térmico mejora la digestibilidad al inactivar estos inhibidores, así mismo, desnaturaliza las proteínas dietéticas. Cabe destacar que, aunque se necesite el tratamiento térmico en la soya y sus productos antes de ser empleados en alimentos para consumo humano y animal, debe evitarse su aplicación excesiva, debido a que además de desactivar los inhibidores de tripsina también reduce la solubilidad de la proteína y promueve pérdidas de los aminoácidos limitantes. Para la aplicación de calor en los productos de soya, es esencial optimizar las condiciones para aumentar la inactivación de los inhibidores de tripsina y al mismo tiempo, minimizar la reducción de la solubilidad de la proteína y la pérdida de aminoácidos. Para lograrlo, es indispensable seleccionar la combinación óptima de temperatura, humedad y tiempo (Andersen *et al.*, 1995).

La introducción de la soya en algunos países de América Latina se debió en gran parte a una lucha en contra de la desnutrición de niños de familias que no podían adquirir fuentes de proteína, como la leche y el huevo. La soya posee características muy ventajosas, entre ellas su alto contenido de proteína y lípidos, así como elevadas concentraciones de lisina, aminoácido que es limitado en la mayor parte de las proteínas de origen vegetal, por ejemplo el maíz, trigo y arroz que se

consumen en áreas donde la desnutrición es frecuente; en consecuencia, al combinar la soya con un cereal se obtiene un alimento con mejor valor nutricional Rural, F. (2013).

2.3.3 La soya a nivel mundial

La producción de soya a nivel mundial puede decirse a *grosso modo* que está ubicada en dos zonas “soyeras”, mismas que se encuentra en Sudamérica y Estados Unidos; la primera aporta cerca del 47.6% de las exportaciones mundiales y está conformada por Uruguay, Paraguay, Argentina y Brasil; la segunda zona es EU que aporta el 46.6% de las exportaciones (figura 4). Podemos notar que estas dos zonas son las que controlan tanto la producción como del precio internacional (esto afecta de manera directa tanto las importaciones como las exportaciones que tiene México sobre este cultivo). Por otro lado podemos ver también que gran parte de la producción tiene como destino el mercado chino importa cerca del 60% del total de la producción (FAO, 2013).

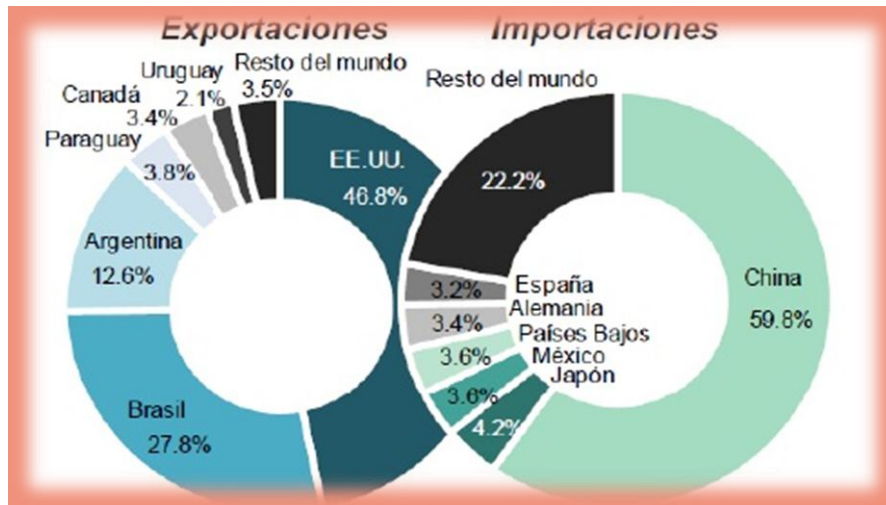


Figura 4. Participación de los Países en el Comercio Mundial de Soya Fuente: FAO 2011

2.3.4 La soya en México

La soya se introduce por vez primera en México a finales de los años 50 en el Valle Yaqui, de allí se extiende su producción a diferentes estados de la república para poder conformar lo que será la propia producción. El papel de la soya en el país es importante debido a que este cultivo puede ser utilizado y transformado en varios subproductos que tienen demanda en el ámbito alimenticio tanto humano como animal. La soya puede tener diferentes enfoques de producción como: haba de soya, semilla para siembra, extracción de aceite, y su transformación en harina. (FAO, 2013).

“El 97% de la proteína de soya en el país se destina para consumo animal y sólo un 3% para consumo humano (Chiapas, 2003), es decir que la producción de soya abastece el consumo animal del país debido a que la proteína es necesaria para la producción de carne.

En la (tabla 4) podemos observar el rendimiento de este cultivo en los diferentes estados de la república y cabe mencionar que en la producción nacional se ha dividido particularmente la modalidad del cultivo, ya que mientras en el norte (Chihuahua, Sonora y Tamaulipas) es bajo el sistema de riego, los estados del sur (Veracruz, Campeche y Chiapas son una excepción) se caracterizarán por tener la modalidad de temporal. (FAO, 2013).

Orden	Estado	Producción obtenida (ton)
1	Tamaulipas	148,286
2	Campeche	94,843
3	San Luis Potosí	72,250
4	Sinaloa	30,181
5	Chiapas	24,049
6	Sonora	19,681
7	Yucatán	17,804
8	Veracruz	17,708
9	Quintana Roo	6,216
10	Nuevo León	1,625

TABLA 4. Estados con mayor producción de soya, Fuente: blog agricultura 2018

Orden	Estado	Superficie sembrada (ha)
1	Tamaulipas	118,700
2	San Luis Potosí	41,825
3	Campeche	40,020
4	Veracruz	15,600
5	Sinaloa	13,119
6	Chiapas	12,902
7	Sonora	9,767
8	Yucatán	9,634
9	Quintana Roo	3,200
10	Nuevo León	1,600

Tabla 5. Estados con mayor superficie sembrada de soya Fuente: blog agricultura 2018

Es así como Tamaulipas se ha convertido en el estado con mayor producción a nivel nacional, además de tener mayor superficie sembrada y cosechada (tabla 5).

Orden	Estado	Rendimiento promedio (ton/ha)
1	Chihuahua	3
2	Sonora	2
3	Campeche	2
4	Sinaloa	2
5	Quintana Roo	2
6	Chiapas	2
7	Yucatán	2
8	San Luis Potosí	2
9	Coahuila	2
10	Tamaulipas	1

Tabla 6. Estados con mayor rendimiento promedio de soya Fuente: blog agricultura 2018

Mientras que Chihuahua es el estado con mayor rendimiento promedio de (ton/he) (tabla 6).

2.3.5 Consumo de soya en los humanos

Si bien ya se mencionó el mercado que la producción nacional abastece, también es necesario mencionar el mercado potencial que está presente y con tendencias de crecimiento en su demanda. El consumo de soya por parte de los humanos se puede ver distribuida en la siguiente gráfica (figura 5); podemos ver que las bebidas y polvos sustitutos son los de mayor importancia comercial, sin embargo debemos decir que la tendencia de consumir soya como sustituto de carne va en aumento porque implica cuestiones nutricionales, estéticas (al ser humano) y económicas que van desplazando los alimentos convencionales (carne de cerdo, pollo, res y cabra) debido a las fluctuaciones que tienen sus precios en el mercado internacional (FAO, 2013).

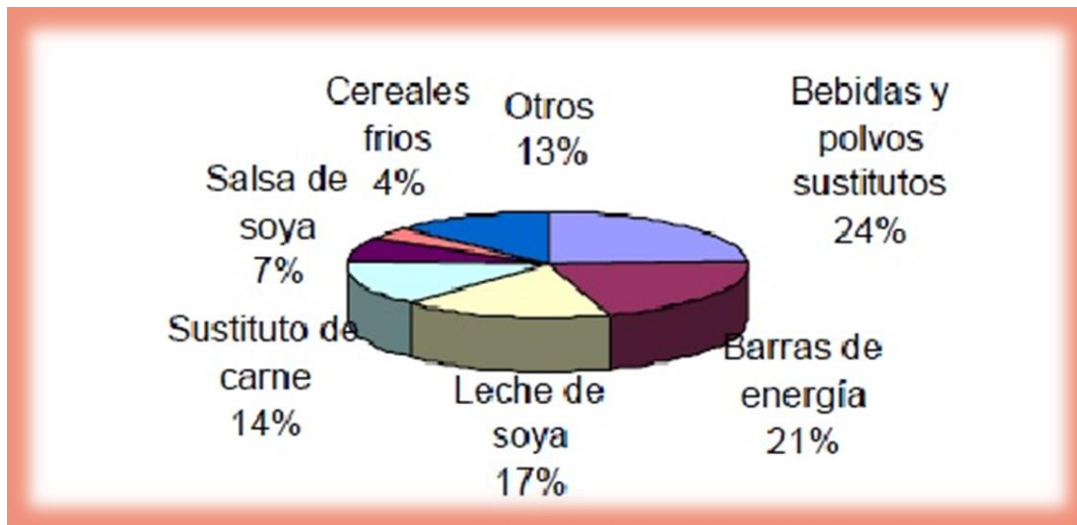


Figura 5. Alimentos con mayor participación en el mercado, Fuente: Soytech/SPINS 2002

2.4 Amaranto

El *Amarantus caudatus*, es un pseudocereal de reconocido valor nutricional. Es pseudocereal porque no pertenecen a la familia de las gramíneas; además son dicotiledóneas y los cereales comunes son monocotiledóneas. El amaranto (*Amaranthus spp.*) es una planta cultivada y utilizada en México desde hace más de 4000 años, con una gran tradición por su uso en aspectos religiosos, alimentación y ofrendas en las culturas prehispánicas (Casas *et al*, 2001; Sauer, 1976). Su importancia radica en su alto valor nutritivo, tanto en cantidad como en calidad de proteína, superando a cereales de uso común como el trigo (*Triticum aestivum*), el arroz (*Oryza sativa*), la avena (*Avena sativa*) y el maíz (*Zea mays*) (Morales *et al.*, 2009).

La FAO (1997) cataloga al amaranto como un cultivo con la misma cantidad de nutrientes que la soya. Barrales *et al.* (2010) mencionan que es un cultivo prometedor que puede cultivarse en condiciones de temporal, con tolerancia a sequías y un rendimiento mayor o similar a otros cultivos en igualdad de circunstancias. El amaranto posee un alto porcentaje de proteínas, cerca de un 14% con una elevada calidad por su elevado contenido de aminoácidos esenciales como la lisina, el triptófano, la cisteína y la metionina (tabla 7).

Elemento	Quinoa rosada	Amaranto	Trigo	Arroz
Proteína	12,5	18	11	6,8
Lisina	6,91	8,0	2,6	3,8
Fenilalanina	3,85	7,7	8,2	10,5
Triptófano	1,28	1,5	1,2	1,1
Metionina	1,98	4,2	3,7	3,6
Isoleucina	6,95	3,7	4,2	4,1
Leucina	6,50	5,7	6,8	8,2
Valina	3,05	4,3	4,4	6,1
Treonina	4,50	3,6	2,8	3,8
Histidina	2,85	2,5	1,7	2,16
Arginina	7,11	10,0	3,6	5,36

Tabla.7 Contenido de aminoácidos en g/100 g de proteína seca. Fuente: Tabla modificada de FAO, 2013.

2.4.1 Proteínas del amaranto

Sus proteínas tienen mejor calidad que las proteínas de cereales tan comunes como el trigo y el arroz. Su calidad se asemeja incluso a proteínas de origen animal como las de leche de vaca y huevo de gallina; además sus proteínas poseen un alto grado de digestibilidad. Las proteínas de amaranto están constituidas principalmente por albúminas que conforman alrededor del 49 al 65% del total, seguidas en abundancia por las glutelinas, 22,4 al 42,3%, las globulinas, 13,7 al 18,1% y finalmente las prolaminas que conforman del 1 al 3,2% del total de las proteínas (Segura Nieto *et al*, 1994).

2.4.2 Especies de amaranto

Todas las especies del género *Amaranthus* que son utilizadas para la producción de grano son originarias de América. Las evidencias arqueológicas encontradas confirman esto, ya que los habitantes de este continente utilizaron las hojas y semillas de este género desde la Prehistoria, mucho antes del proceso de domesticación de estas especies. Las excavaciones realizadas por Mac Neish en 1964 indican que los indígenas ya cultivaban estas plantas durante la fase

Coxcatlán (5200 a 3400 a. C.), lo cual quiere decir que la domesticación del amaranto tuvo lugar en la misma época que la del maíz (Barros y Buenrostro, 1997). *Amaranthus cruentus* L. (figura 6), especie para producción de grano, es originaria de América Central, probablemente de Guatemala y el sureste de México, donde se cultiva y se encuentra ampliamente distribuida. Otra especie para producción de grano es *A. caudatus*, la cual es de día corto y se adapta mejor a las bajas temperaturas que las otras especies; es originaria de los Andes, de donde se extendió a otras zonas templadas y subtropicales. Igualmente, *A. hypochondriacus* (figura 7) se cultivaba desde el tiempo de los aztecas, actualmente se sigue cultivando y se encuentra ampliamente distribuida en México; también se cultiva en los Himalayas, en Nepal, y en el sur de la India, donde se han formado centros secundarios de diversificación (Espitia *et al*, 2010).



Figura 6. *A. cruentus* Foto tomada por Biól. Carmen Loyola



Figura 7. *A. hypochondriacus* Foto tomada por Biól. Carmen Loyola

2.4.3 El amaranto en México

Con una producción de 2 mil 281 toneladas el año pasado Puebla figuró como el principal productor de amaranto en México, informó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. El estado se ubicó hasta 2016 como el segundo productor después de Tlaxcala, sin embargo, logró escalar a la primera posición. Se estima que el amaranto se cultiva en territorio nacional desde hace siete mil años y era parte fundamental de la dieta de sus pobladores antes de la época de La Conquista (SAGARPA 2018).



Figura 8. Cultivo del amaranto, Fuente: manual básico para el cultivo del amaranto 2014

Este cultivo es una especie anual (figura 8), su periodo de cosecha va de octubre a enero, pero en diciembre se obtiene cerca del 50 por ciento del volumen. De acuerdo con información del Atlas Agroalimentario 2018 Tlaxcala se ubica como el segundo productor de amaranto con mil 118 toneladas. Siguió el Estado de México, con 871; la Ciudad de México, con 140; Oaxaca, con 108; y Morelos, con siete (tabla 6). Aunque Querétaro también figura entre los siete estados productores, el año pasado no reportó cosecha y sí una disminución del 100 por ciento de su producción. El valor de la producción del amaranto en Puebla se estima en 15 millones 679 mil pesos. Cabe destacar que de 2012 a 2017 el estado disminuyó la cantidad de toneladas reportadas en (-) 3.7 por ciento, mientras que la tasa media nacional fue de 3.3 por ciento. El consumo per cápita en el país del cereal mexicano es de 4.0 gramos. La SAGARPA aseguró que los precios competitivos a los cuales

se vende en el mercado externo el tradicional amaranto han generado un creciente ingreso de divisas que en el año 2017 alcanzaron su máximo histórico. Estados Unidos es el principal destino de las ventas externas de amaranto, con compras que representan el 60 por ciento del volumen total exportado; mientras que en el año 2012 el cereal fue exportado a ocho países, el año pasado fueron 10. “Chile e Italia realizan compras incipientes de amaranto mexicano, países con los que se podría incrementar la venta del cereal”. Finalmente, la Secretaría destacó que el amaranto tiene cualidades de adaptación a condiciones adversas que permiten su desarrollo en diferentes circunstancias del suelo, así como de humedad y de temperatura (SAGARPA 2018).

Rank	Entidad federativa	Volumen (toneladas)		Variación (%) 2012-2017
		2012	2017	
Total nacional		4,279	5,025	17.4
1	Puebla	2,887	2,781	-3.7
2	Tlaxcala	499	1,118	124
3	México	362	871	141
4	Ciudad de México	157	140	-11.0
5	Oaxaca	0	108	NA
6	Morelos	372	7	-98.1
7	Querétaro	1	0	-100

Tabla 8. Top en volumen de producción de Entidades Productoras de amaranto, Fuente: SAGARPA 2018

2.5 Avena

Los cereales han sido la base de la dieta de la humanidad desde hace miles de años y contribuyen hasta en un 50% de la ingesta de fibra dietética en países de occidente (Sang S, Chu YF 2017;1–31). La avena ha sido consumida como alimento desde la antigüedad, su nombre es Avena Sativa y pertenece a la familia *Poaceae*. Es un cereal mayormente cultivado en Europa y Norteamérica. Su cultivo necesita un clima húmedo y fresco; los principales países productores son Rusia, Canadá, Estado Unidos, Finlandia y Polonia. Su consumo se ha visto ha incrementado en los últimos años. (Ruiz E. *et al*, 2016).



Figura9. Especies de avena de importancia comercial: Avena sativa (izquierda) y Avena bizantina (derecha). Fuente: www.gudjons.com/Mittel/Avena-sat.jpg

La avena *Avena sativa* L. (figura 9), ocupa el séptimo lugar en la producción mundial de cereales, con aproximadamente 25 millones de toneladas anuales y es un grano importante para la alimentación animal, pero su consumo en la alimentación humana tradicionalmente está limitado a productos infantiles y como cereal para el desayuno, no obstante, tiene muy buenas propiedades nutritivas. En años recientes se ha incrementado y trata de diversificarse, pues se conoce más su relación con una serie de beneficios para la salud. Se destaca entre los cereales por su aporte energético y nutricional más equilibrado, contiene aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales (tabla 9); imprescindibles para el organismo y principalmente

por su contenido de fibras alimentarias, entre las que sobresalen los β -glucanos, polisacáridos de estructura lineal, no amiláceos, que constituyen aproximadamente 85 % de la fracción soluble de las fibras, los cuales tienen un efecto reductor del colesterol (total y LDL-colesterol) en la sangre y atenúan la respuesta postprandial a la glucosa, por lo que reducen el riesgo de enfermedades coronarias y de diabetes mellitus tipo II, respectivamente (FAO Anuario Estadístico de la FAO. Vol. 2, 2005-2006, Roma, 2006. pp. 79-82.)

La cantidad de suministro de avena es mayor en el continente americano, con un promedio de 2,15 kg/persona/año, seguido de Europa con 2,03 kg/persona/año. Asia, por el contrario, es el continente con la menor cantidad de suministro de este cereal con apenas 0,04 kg/persona/año. En cuanto al continente Americano, existe también un consumo muy variado entre países. Estados Unidos presenta el consumo más elevado con 3,95 kg/persona/día, seguido de países como Ecuador o Chile (2,96 y 2,77 kg/persona/día, respectivamente). Otros países como México o Argentina, consumen cantidades más moderadas (0,66 y 0,64 kg/persona/día, respectivamente), mientras que Perú, por ejemplo, realiza un consumo muy escaso, apenas 0,01 kg/persona/año. La avena se clasifica como un cereal de grano entero (granos que conservan las tres partes que los componen: germen, endospermo y salvado).

AVENA (100 g)	
Porción Comestible (g)	100
Agua (g)	15,8
Energía (kcal)	361
Proteínas (g)	11,7
Lípidos (g)	7,1
Ácidos Grasos Saturados (g)	1,5
Ácidos Grasos Monoinsaturados (g)	2,6
Ácidos Grasos Poliinsaturados (g)	2,9
Colesterol (mg)	0
Hidratos de carbono (g)	59,8
Almidón (g)	59,8
Azúcares totales (g)	0
Fibra (g)	5,6
Calcio (mg)	79,6
Hierro (mg)	5,8
Yodo (µg)	6
Magnesio (mg)	129
Cinc (mg)	4,5
Sodio (mg)	8,4
Potasio (mg)	355
Fósforo (mg)	400
Selenio (µg)	7,1
Tiamina (mg)	0,52
Ribiflavina (mg)	0,14
Equivalentes de niacina (mg)	2,37
Vitamina B ₆ (mg)	0,96
Folato (µg)	60
Vitamina B ₁₂ (µg)	0
Vitamina C (mg)	0
Vitamina A: Equivalentes de retinol (µg)	0
Retinol (µg)	0
Carotenos provitamina A (µg)	0
Vitamina D (µg)	0
Vitamina E (mg)	0

Tabla 9. Composición química de la avena, Fuente: Tablas de composición de alimentos. Moreiras et al. 16ªed. 2013.

Además, este cereal es una buena fuente de componentes no nutritivos/bioactivos como ácidos fenólicos, flavonoides y fitoesteroles. Asimismo, contiene dos tipos de fitoquímicos que son únicos de este alimento: las avenantramidas (AVAs) y las saponinas esteroidales (FAOSTAT 2013).

2.5.1 Avena en México

La avena fue introducida a México a finales de los años veintes por un grupo de menonitas, a partir de entonces cobró una singular importancia principalmente en los estados de: México, Coahuila, Zacatecas y Chihuahua entre otros. La avena grano es el cuarto cereal más producido en México con una participación del 0.5% de la producción total de cereales. En nuestro país, la avena se divide en 2 grandes grupos dependiendo de su consumo, en avena forrajera y avena grano. La forrajera es utilizada básicamente como alimento para animales y la avena grano para consumo humano. México es un importador neto de avena. En relación a la avena semilla, nuestro país ha importado un promedio anual de 194 toneladas de semilla entre 2005 y 2009. Desde el año 2000 a 2009 las importaciones han disminuido en 80.0%, hasta llegar el último año mencionado a las 104 toneladas importadas. Chihuahua es el principal estado productor de avena grano en México, con el 69.3% del volumen de la producción entre los años. El Estado de México, Durango, Zacatecas e Hidalgo le siguen en importancia y cuentan con el 11.5%, 9.4%, 4.6% y 3.5% de la producción respectivamente (figura 10) (SAGARPA 2010).

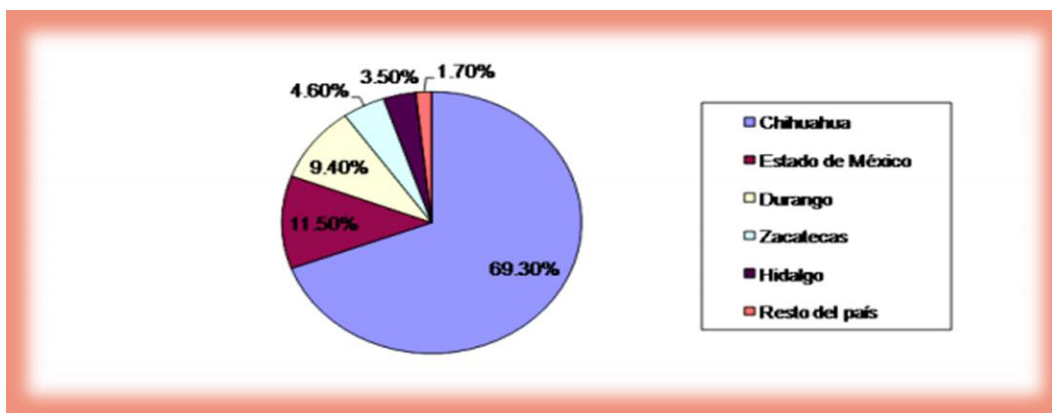


Figura 10. Principales Estados Productores de Avena Grano, Fuente: Con base en datos de SIAP-SAGARPA 2010

2.5.2 Proteínas de la avena

Las proteínas de este alimento perteneciente a la categoría de los granos y harinas, están formadas por aminoácidos como ácido aspártico, ácido glutámico, alanina, arginina, cistina, fenilalanina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina, treonina, triptófano y valina (tabla 10). Estos aminoácidos se combinan para formar las proteínas de la avena. Nuestro cuerpo usa las proteínas de la avena para construir los tejidos que forman nuestros músculos. Estas proteínas también son útiles y necesarias para mantener nuestros músculos ya que sin un aporte adecuado de proteínas, como las que proporciona el consumo de avena, nuestra masa muscular se debilitaría y reduciría paulatinamente. Las proteínas de la avena se descomponen en aminoácidos en nuestro organismo para su asimilación. Las proteínas que el cuerpo sintetiza, además de ser útiles para la creación de nueva masa muscular, también intervienen en funciones fisiológicas sin las cuales, nuestro organismo no podría subsistir. Clemens R (van Klinken B.2014).

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Ácido aspártico	961 mg.	Leucina	883 mg.
Ácido glutámico	2510 mg.	Lisina	476 mg.
Alanina	623 mg.	Metionina	199 mg.
Arginina	736 mg.	Prolina	753 mg.
Cistina	277 mg.	Serina	641 mg.
Fenilalanina	606 mg.	Tirosina	390 mg.
Glicina	675 mg.	Treonina	398 mg.
Hidroxiprolina	0 mg.	Triptofano	154 mg.
Histidina	234 mg.	Valina	641 mg.
Isoleucina	485 mg.		

Tabla 10. Aminoácidos de la avena, Fuente: alimentos.org.es

Estos aminoácidos se combinan para formar proteínas. Las proteínas de la avena son usadas por nuestro organismo para formar nuestros músculos y también son necesarias para mantener nuestra masa muscular. (van Klinken B.2014).

2.6 Alimentos Funcionales

Las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estas variaciones en los patrones de alimentación generaron una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos funcionales (Astiasarán I y A. Martínez 1999).

El término Alimento Funcional fue propuesto por primera vez en Japón en la década de los 80's con la publicación de la reglamentación para los "Alimentos para uso específico de salud" ("Foods for specified health use" o FOSHU) y que se refiere a aquellos alimentos procesados los cuales contienen ingredientes que desempeñan una función específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, más allá de su contenido nutrimental (Arai S. 1996). Algunas de las principales funciones son las relacionadas con un óptimo crecimiento y desarrollo, la función del sistema cardiovascular, los antioxidantes, el metabolismo de xenobioticos, el sistema gastrointestinal, entre otros (Palou A y F. Serra 2000).

Finalmente, en México, aunque el término de alimentos funcionales se utiliza familiarmente entre la comunidad científica a la fecha no hay leyes que reglamenten específicamente el uso de estos alimentos.

- **Producto nutracéutico:** (Nutraceutical): Cualquier producto que pueda tener la consideración de alimento, parte de un alimento, capaz de proporcionar beneficios saludables, incluidos la prevención y el tratamiento de enfermedades (Astiasarán I, et al. 1999. Op. Cit).
- **Alimentos diseñados** (Designer food): Alimento procesado, que es suplementado con ingredientes naturales ricos en sustancias capaces de prevenir enfermedades. Este término se utiliza frecuentemente como sinónimo de alimento funcional (Astiasarán I y A. Martínez 1995.).
- **Productos fitoquímicos** (Phytochemical): Sustancias que se encuentran en verduras y frutas, que pueden ser ingeridas diariamente con la dieta en cantidades de gramos y muestran un potencial capaz de modular el

metabolismo humano. Ya que los alimentos funcionales generalmente son de origen vegetal, se utilizaban indistintamente ambos términos, sin embargo actualmente se consideran como alimentos funcionales también a los microorganismos probióticos y en este concepto no estarían incluidos (Astiasarán I y A. Martínez 1995.)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

La tesis se realizó en las instalaciones del laboratorio de bioquímica que corresponde a la división de ciencias básicas y en las instalaciones del laboratorio de Nutrición Animal dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro la cual se ubica en Buenavista Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México (figura 11).

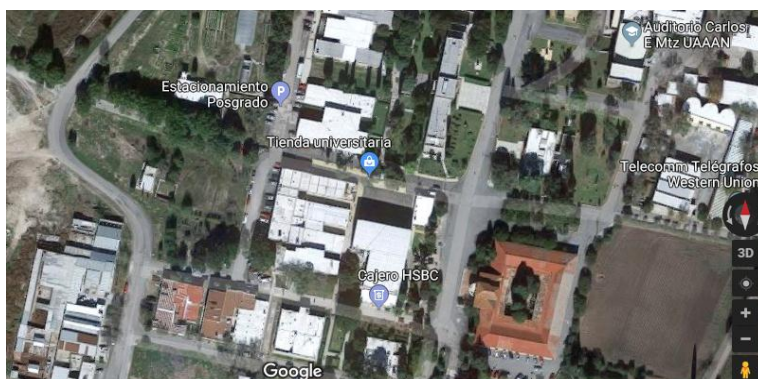


Figura. 11. Ubicación del Proyecto, Fuente: Google maps

3.2 Equipo

- Refrigerador marca (Whirlpool)
- Balanza analítica modelo AND EJ-410
- Parrilla de calentamiento IKA C-MAG HS 7
- Aparato Kjeldhal, LABCONCO
- Balanza, CHAUS
- Espectrofotómetro de absorción atómica. Modelo: VARIAN AA-1275 series.
- Equipo Soxhlet
- Equipo para determinación de proteína. (Lab Conco).
- Estufa model 20 GC Lab Oven

3.3 Material

- Matraz Erlenmeyer de 500 ml, KIMAX
- Matraz de aforación de 100 ml, marca PIREX y KIMAX
- Pipeta de 100 ml, 50 ml, marca PIREX
- Papel filtro #, marca AHLSTROM
- Vasos de precipitado de 80 ml, marca PYREX
- Matraz bola de 500 ml PIREX
- Licuadora marca OSTERIZER
- Olla de presión CINSA
- Colador
- Ácido sulfúrico 95-98% de pureza
- Ácido bórico al 40%
- Hidróxido de sodio marca JALMEX
- Granalla de zinc
- Mezcla reactiva de selenio
- Ácido perclórico 69.8% de pureza
- Ácido nítrico 69.1% de pureza.
- Amaranto (*amaranthus*) obtenido del mercado de abasto de Saltillo Coahuila.
- Avena (*avena sativa*) obtenida de soriana en Saltillo Coahuila.
- Soya (*Glycine max*) obtenida del mercado de abastos de Saltillo Coahuila.

3.4 Metodología.

3.4.1 Obtención de extractos.

3.4.1.1 Extracto de amaranto

En un recipiente colocar el amaranto 68 gramos aproximadamente y agregarle 2 ½ tazas de agua. Dejar remojar alrededor de 4 horas. Colocar el resto del agua 2 ½ tazas, posteriormente se coloca en el fuego y dejar hervir por 2 minutos. Dejar enfriar y proceder a licuar por 1 minuto. Filtrar la mezcla en manta de cielo, envasar en un recipiente de vidrio y refrigerar (figura 12).



Figura 12. Extracto de Amaranto

3.4.1.2 Extracto de avena

Colocar en el recipiente la hojuela de avena con el agua, dejar reposar por 12 horas, se cierne mediante un colador, se licua durante 2 minutos, se deja reposar 1 hora y posteriormente filtrar en gasa fina por 2 o 3 veces (figura 13).



Figura 13. Extracto de Avena

3.4.1.3 Preparación de la leche de soya

Para hacer la leche de soya, primero se deben pesar los granos secos ya que esto permitirá calcular la cantidad de agua de la leche.

La proporción de agua para hacer la leche es 1 kg de granos secos de soya por 7 litros de agua, que rendirán 5.4 litros después de la cocción ya que parte del agua queda en el okara (residuo de la soya) y otra parte se evapora en el proceso de cocción.

3.4.1.4 Proceso de fabricación

- Lavar los granos por la posible existencia de partículas de tierra o cuerpos extraños y poner a hidratar en un tazón de vidrio o acero inoxidable cubiertos de agua.
- Remojar los granos 12 horas cambiando el agua cada 6 horas para evitar la fermentación de los granos, el agua usada para la hidratación no se considera en el cálculo hecho sobre el peso de los granos secos.
- Después de la hidratación los granos se deben escurrir, y se podrá apreciar que se han hinchado.
- Para el licuado se debe ir midiendo el agua limpia de a un litro y debe ser descontada del agua calculada al comienzo, esto es importante pues la cantidad de agua final de la leche deberá ser la que calculamos al comienzo. Licuar los granos poniendo agua en cantidad ligeramente superior a la cantidad de granos, por ejemplo, para un tazón de ½ litro de soja poner 600 ml de agua limpia.
- Después de 2-3 minutos de licuado se obtendrá un líquido lechoso muy denso debido a que contiene gran cantidad de fibra y sólidos. Este líquido se podrá ir acumulando en un tazón grande hasta terminar de licuar, al final se agregará el agua restante para completar la cantidad calculada al comienzo con el peso de los granos secos.
- Ahora procedemos a colar el líquido con un paño poroso y resistente debido a que hay que presionar para obtener el líquido, de lo contrario no soportará la presión de los dedos y se romperá con la consiguiente pérdida de tiempo.
- El residuo sólido de la leche que queda dentro del paño se llama okara que en japonés significa corteza honorable es un subproducto rico en fibra y calcio, con un 3.5% de proteínas y 80% de agua, que puede usarse para hacer panes, productos de pastelería, hamburguesas, croquetas, etc.
- El paso siguiente es hervir la leche de a efectos de desactivar ciertas sustancias nocivas de la soja tales como la inhibidora de tripsina y hacerla más digerible para el cuerpo humano.

- Llevar la olla al fuego a efectos de hervirla 30 minutos en total, en esta etapa el fuego será fuerte y se debe revolver con cuchara de madera para que no se queme en la base de la olla, en unos 10 minutos alcanzará el punto de ebullición, se puede tapar la olla para acelerar el proceso. Durante esta etapa del proceso se puede perfumar la leche con una rama de canela o chaucha de vainilla si la misma va hacer destinada a consumo como bebida únicamente, si por lo contrario se va separar una parte para hacer tofu o yogurt es mejor dejarla con sabor natural.
- Durante el proceso de cocción se debe espumar a efectos de eliminar las impurezas que le dan sabor amargo a la leche.
- También durante la cocción se formará una capa de grasa llamada fu chok o vulgarmente llamada nata de tofu que debe ser retirada con una vara y opcionalmente se puede secar al aire colgando de una sogá gruesa, este producto es muy apreciado para envolver bocaditos de carne de cerdo y fritarlos.
- Alcanzado el punto de ebullición se debe bajar el fuego y hervir 20 minutos más.
- Finalmente se debe colar la leche con un colador de malla muy fina a efectos de eliminar todo rastro de impurezas que pudieran haber quedado del proceso, posteriormente colocar en un recipiente (figura 14).



Figura 14. Leche de Soya

3.5 Elaboración de las bebidas.

La materia prima (amaranto, avena y soya) utilizada en le presentes trabajo, fueron adquiridas en diferentes centros comerciales de la ciudad de Saltillo; Coahuila. Una vez obtenidos los extractos y la leche de soya se realizaron las siguientes bebidas (tabla 11):

Bebidas	Amaranto (%)	Avena (%)	Soya (%)
A	35	30	35
B	40	30	30
C	40	10	50
D	35	35	30
E	30	40	30
F	40	20	40
G	30	30	40
H	20	40	40
I	25	25	50
J	30	20	50
K	40	40	20

Tabla 11. Tipos de bebidas

3.6 Determinación de minerales (Método húmedo por absorción atómica; Fick et al., 1976).

La determinación de los niveles de nutrientes inorgánicos de los alimentos tiene dos objetivos, el primero consiste en obtener minerales de forma concentrada, separados de cuanta fuente de interferencia sea posible, lo que se consigue destruyendo la materia orgánica del alimento por oxidación húmeda o incineración seca, conteniendo los elementos a medir en forma más fácilmente manipulable para su determinación. El segundo objetivo es la determinación de los elementos individuales, lo cual se puede realizar por varias técnicas. En el presente trabajo se analizaron 8 minerales: los microelementos (Cu,Zn,Mn,Fe) y macroelementos (Na,K,Ca,Mg) de la pasta de soya, utilizando la espectrofotometría por absorción atómica, el tratamiento de la muestra para llevar dicha determinación fue la siguiente:

- Se coloca 1.0 g de muestra en un vaso de precipitado de 100 mL.
- Posteriormente se le adicionan 40 mL de la mezcla digestora ($\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ en una concentración 3:1 v/v), se coloca un vidrio de reloj como tapa al vaso de precipitado.
- Se lleva el vaso de precipitado a una plancha de calentamiento dentro de una campana de extracción, ahí se mantiene hasta observar el cambio de color obscuro a cristalino, procurando que la mezcla digestora no baje de un volumen de 20 mL (en el caso de que no se haya realizado la digestión: cambio de coloración).
- Digerida la muestra se deja enfriar y al volumen resultante se le añade un volumen doble de agua desionizada para neutralizar la muestra, posteriormente se filtra (papel filtro Whatman No.41 sin cenizas), el filtrado se recibe en un matraz de aforación de 100 mL y se afora con agua desionizada.
- Se lleva a cabo la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica, previamente calibrado, con los estándares para cada mineral.

3.7 Determinación de Extracto Etéreo (Método Soxhlet).

El método para la determinación de la fracción de lípidos se basa en la evaporación continua de un solvente orgánico, en muchos casos éter de petróleo o hexano, que luego de condensarse pasa por la muestra extrayendo los materiales solubles. Al utilizar algún tipo de solvente orgánico se espera que los compuestos grasos o lípidos se disuelvan y puedan ser removidos del material. El procedimiento para determinar extracto etéreo utilizando el método Soxhlet es el siguiente:

- Un matraz bola de fondo plano con capacidad para 250 mL, se coloca en una estufa de secado a 105°C por espacio de dos horas como mínimo. Se deja enfriar en un desecador, se pesa en una balanza y se registra su peso.
- En el matraz bola de fondo plano se colocan de 100 a 150 mL del solvente orgánico que se va a utilizar (éter de petróleo). Se recomienda no utilizar solventes cuyo punto de ebullición exceda los 85 °C.
- Se pesan cerca de 4.0 g de muestra en una balanza y se colocan en los dedales de extracción a base de celulosa.
- Se coloca el dedal con la muestra dentro del sifón. Se conecta el sifón al matraz bola de fondo plano. Encienda las parrillas eléctricas.
- La muestra permanecerá sifoneando por alrededor de 8 horas.
- Retirar el dedal y recuperar el solvente.
- Una vez que no se tengan residuos de éter en el matraz, coloque los matraces con los residuos del extracto etéreo en la estufa de secado por 24 horas.
- Retírelos y colóquelos en un desecador. Déjelos enfriar, pese y registre el peso del matraz.

Estime el contenido de extracto etéreo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ EE} = \frac{\text{peso de matraz + grasa} - \text{peso de matraz solo}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

Para ajustar sus datos en base a materia seca total dividir su % EE entre su % MST y multiplicar por 100.



Figura 15. Equipo utilizado para la determinación de extracto etéreo por el método Soxhlet.

3.8 Determinación de Nitrógeno y proteína cruda o bruta (*Método Kjeldhal*).

En muchas partes este análisis es conocido como determinación de proteína cruda, debido a que por conversión, el porcentaje de nitrógeno determinado en el análisis se multiplica por el factor 6.25 para obtener el porcentaje de proteína cruda. Este factor está relacionado con el hecho de que la proteína, en términos generales, contiene un 16 % de nitrógeno, por lo que el factor se obtiene de la relación $100/16$. Sin embargo, es conocido que esto no es tan cierto, puesto que se conoce que el porcentaje de nitrógeno en las proteínas varía desde un 15.5 hasta un 18 %, por lo que habría que aplicar un factor diferente para cada tipo de muestra. En el procedimiento conocido como método Kjeldhal, todo el nitrógeno presente en la muestra, exceptuando los nitratos y nitritos, se convierten en amonio que a su vez es liberado del medio de reacción en forma gaseosa y atrapado con un ácido débil para su titulación. El procedimiento para determinar nitrógeno y por consiguiente el porcentaje de proteína cruda o bruta por el método Kjeldhal es el siguiente:

- En un papel filtro o encerado libre de nitrógeno pese aproximadamente 1.0 g de muestra.
- Coloque la muestra con el papel dentro del matraz tipo Kjeldhal, evitando que se pierda algo de muestra.
- Añada con mucho cuidado 30 mL de H_2SO_4 concentrado al matraz y rote levemente el mismo para que humedezca completamente el papel con la muestra.
- Coloque las perlas de ebullición y la mezcla reactiva de selenio.
- Encienda el calentador de manera que la solución entre en ebullición. Durante este periodo la mezcla del matraz pasa de un color oscuro hasta quedar completamente clara o ligeramente verdosa, y se dejan de emitir vapores. Terminado el periodo, apague el calentador y deje enfriar los matraces.
- Agregue lentamente al matraz aproximadamente 300 mL de H_2O destilada tratando de lavar las paredes, y deje enfriar a temperatura ambiente. Asegúrese de que no se le han formado cristales en el balón.
- Añada al matraz lentamente, sin agitar, aproximadamente 100 mL de NaOH al 40%. No permita que se caliente bruscamente la solución.
- Coloque el matraz sobre el calentador del sistema de destilación y en el extremo opuesto del sistema de condensación coloque un matraz Erlenmeyer con aproximadamente 50 mL de la solución de ácido bórico al 4 % e indicadores correspondientes, de manera que el extremo del tubo recolector quede inmerso en la solución. Gire el matraz de manera que la solución de NaOH se mezcle completamente con el contenido del matraz. Encienda el calentador y destile.
- Destile hasta haber recolectado cerca de 250 mL de destilado. La solución debe haber cambiado de un color rojo a verde.

- Retire el matraz Erlenmeyer y titule el destilado con la solución estandarizada de H_2SO_4 y calcule el porcentaje de nitrógeno en la muestra. Durante la titulación el color cambiará de color verde a un rojizo casi transparente. Registre el volumen utilizado de ácido. Se debe correr un blanco en donde se coloca igual cantidad de reactivos.
- Al volumen utilizado para titular la muestra se resta el volumen utilizado en el blanco y se calcula el contenido porcentual de nitrógeno en la muestra de acuerdo a la siguiente ecuación:
- $\% N = \frac{0.014 \times [(mL \text{ de } H_2SO_4 \text{ de muestra} - mL \text{ de } H_2SO_4 \text{ de blanco}) \times N \text{ de } H_2SO_4]}{gramos \text{ de muestra}} \times 100$

Para el cálculo de proteína cruda se multiplica el contenido de nitrógeno por el factor 6.25 o en su defecto el factor que más se adecua al tipo de material analizado, según se indicó con anterioridad.

% de proteína cruda o bruta (PC o PB) = % de nitrógeno x 6.25

Para ajustar sus datos en base a materia seca total dividir su % PC entre su % MST y multiplicar por 100.

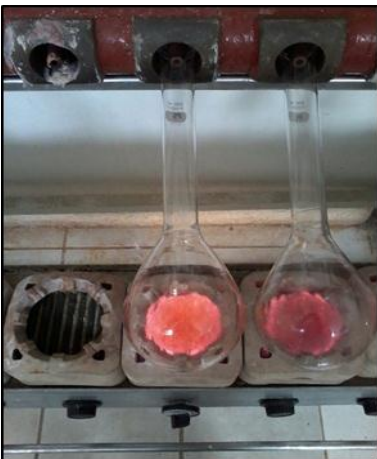




Figura 16. Equipo Kjeldhal utilizado para la determinación de nitrógeno (por conversión proteína cruda o bruta), se aprecian los 3 procesos que conlleva el método (digestión, destilación y titulación).

3.9 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico Minitab 2017, en el cual se realizó una comparación de medias con resultados obtenidos por el método de tukey con un nivel de significancia del $p:0.05$, así como también se realizó una transformación de los datos de los minerales mediante el método de Box-Cox para poder obtener la diferencia significativa.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Minerales

Los minerales son elementos inorgánicos esenciales para el organismo como componentes estructurales y reguladores de los procesos corporales. No pueden ser sintetizados y deben formar parte de la alimentación diaria. Se han descrito aproximadamente 20 minerales esenciales para el hombre. Según las cantidades en que sean necesarios y se encuentren en los tejidos corporales se distinguen dos grandes grupos:

- **Macrominerales:** calcio, fósforo, magnesio, sodio o potasio, cloro, azufre.
- **Microminerales o elementos traza** que se encuentran en muy pequeñas cantidades: hierro, cinc, yodo, selenio, flúor, manganeso, selenio, cromo, cobre o molibdeno.

La distinción entre estos grupos no implica una mayor o menor importancia nutricional de unos o de otros, todos son igualmente necesarios para la vida. Los minerales representan del 4 al 5% del peso corporal (2.8 kg en un hombre de 70 kg y unos 2 kg en una mujer de 50kg). De ellos, aproximadamente el 50% es Ca, 25% P y 25% el resto.

Del presente trabajo se obtuvieron los resultados que se presentan en la (tabla 10) donde podemos apreciar que la bebida F tiene mayor contenido de calcio, fósforo, hierro y potasio (27800,6.45, 7 y 1 mg/L, respectivamente). En comparación con Contreras et al; 2011L., trabajaron en el aumento de contenido proteico de una bebida a base de amaranto mediante la adición de diferentes fuentes proteicas (garbanzo, alverja, suero de leche, leche en polvo, leche de soya). Obteniendo resultados de sus muestras de sodio 100-400 mg/kg, magnesio 150-325 mg/kg, potasio 125-315 mg/kg, por lo que en cuanto al sodio en el trabajo que ellos realizaron fue mayor al del presente estudio, pero en cuanto al magnesio en el presente trabajo los resultados fueron mayores y en cuanto al potasio los resultados fueron similares.

En comparación con otra investigación de Dávila F. y Ramiro G. 2016 los cuales trabajaron en la determinación de sodio, potasio, hierro, zinc y calcio en tres leguminosas: garbanzo, soya y maní, por espectrofotometría de absorción atómica de llama en donde obtuvieron resultados, en cuanto a la soya, de sodio:26,04 mg, potasio: 2139,00 mg, calcio: 122,38 mg, hierro: 4,00 mg y zinc 3,80 mg, en donde comparándolos con los datos obtenidos en este trabajo en cuanto al sodio los resultados son similares, en cuanto a potasio el resultado que ellos obtuvieron es mayor, pero en hierro y calcio el presente estudio mostro resultados mayores.

Bebidas	Fe (mg)	Mn (mg)	K (mg)	Na (mg)	Mg (mg)	Ca (mg)	P (mg)
A	10	1	100	27	1700	4200	2.79
B	9	1	100	33	1300	3300	12 .09
C	13	1	200	20	2000	5000	4.59
D	7	1	100	31	600	600	2.73
E	8	1	100	2	2200	5400	3.78
F	7	1	400	26	6700	27800	6.45
G	8	1	300	5	800	500	3.95
H	7	1	200	39	1600	4200	1.45
I	13	1	500	42	1400	2200	4.94
J	9	1	300	7	800	2000	4.42
K	9	1	100	1	1000	2300	3.31
Amaranto	5	1	51	0	300	2200	2.91
Avena	9	1	80	0	300	1700	2.44
Soja	10	4	300	1	300	1600	9.01

Tabla 12. Contenido de minerales (mg/L) de las diferentes bebidas

4.2 Extracto Etéreo

Los constituyentes grasos de los alimentos consisten en diversas sustancias lipídicas. El contenido de “grasa” (algunas veces llamado extracto etéreo o grasa cruda) se puede considerar como compuestos de lípidos “libres”, o sea aquellos que pueden ser extraídos por disolventes menos polares como éter de petróleo y hexano. Las grasas son mezclas de triglicéridos, formados por 3 moléculas de ácidos grasos y una de glicerol y las diferencias entre ellas dependen fundamentalmente de su diferente composición en ácidos grasos que, a su vez, se diferencian por el número de átomos de carbono y de dobles enlaces. La grasa, necesaria para la salud en pequeñas cantidades, se distingue de los otros dos macronutrientes, hidratos de carbono y proteínas, por su mayor valor calórico: es una fuente concentrada de energía que por término medio suministra, al ser oxidada en el organismo, 9 kcal/g y es esta su característica principal y la que determina su papel en los procesos nutritivos (PEARSON, D. 1986).

Del presente trabajo se obtuvieron los resultados que se presentan en la (figura 17), en la cual la bebida G presentó el valor más alto de grasa 16.63% en comparación con Contreras *et al*; 2011, los cuales trabajaron con aumento del contenido proteico de una bebida a base de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en la cual obtuvieron resultados de grasa de sus muestras de entre 8.8-12.1%. En comparación con otro estudio realizado por Edgar Mario Soteras en el 2011 en la obtención y formulación de una bebida en base de granos de amaranto en el que obtuvo resultados de grasa de 8.60% en comparación con los resultados obtenidos en este estudio que fueron mayores de entre 9.36 y 16.63%. Y en comparación con otra investigación de Nelson R. *et al*; 2015 quienes trabajaron en el desarrollo de una bebida fermentada con adición de avena a partir del suero de leche de queseras artesanales en donde obtuvieron resultados de grasa de 0.24% el cual es inferior a lo obtenido en esta investigación.

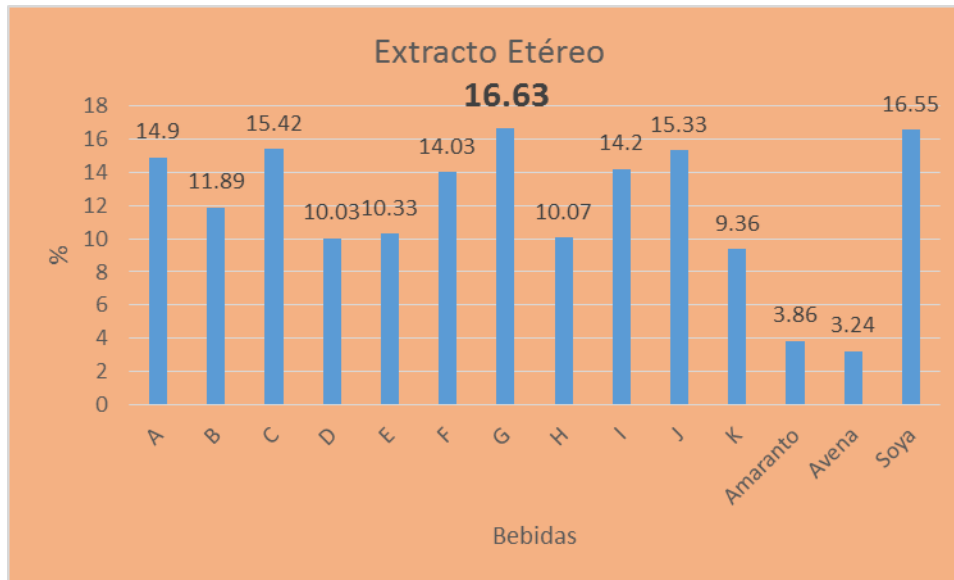


Figura 17. Porcentaje de Extracto Etéreo de las diferentes bebidas

4.3 Proteínas

Las proteínas son uno de los componentes vitales del organismo. Lo mismo que los hidratos de carbono y los lípidos, se componen de carbono, hidrógeno y oxígeno, pero se diferencian por su contenido en nitrógeno (16 %), que es lo que permite asumir distintas estructuras y con ello múltiples funciones fundamentales para el desarrollo de la vida. El componente básico de la proteína es el aminoácido. Existe una gran variedad de aminoácidos y veinte de ellos son los que se combinan para formar péptidos, y con ello proteínas (Mataix J, Sánchez de Medina F 2002).

El presente trabajo mostro los resultados que se presentan en la (figura 18), en la cual la bebida C fue la que presentó el mayor porcentaje de proteínas 16.53% comparándolos con los resultados de N. Arcila y Y. Mendoza en el 2006 trabajaron con Elaboración de una bebida instantánea a base de semillas de amaranto (*Amaranthus cruentus*) y su uso potencial en la alimentación humana, obteniendo resultados de proteína de sus bebidas de entre 16.76-17.37%. Comparando los

resultados con otra investigación de Chávez D. 2011 el cual trabajo en la elaboración de una bebida proteica a base de amaranto en la cual obtuvo resultados de proteína de las concentraciones de 5 y 10% de harina de amaranto de 2.897 y 5.071%, por lo que los resultados obtenidos en este proyecto fueron superiores en porcentaje sin olvidar que en este proyecto se trabajó con 3 ingredientes amaranto, avena y soya. En otra investigación de Nelson R. *et al*;2015 quienes trabajaron en el desarrollo de una bebida fermentada con adición de avena a partir del suero de leche de queseras artesanales en donde obtuvieron resultados de proteína de 1.27% el cual está muy por debajo de los resultados obtenidos en esta investigación.

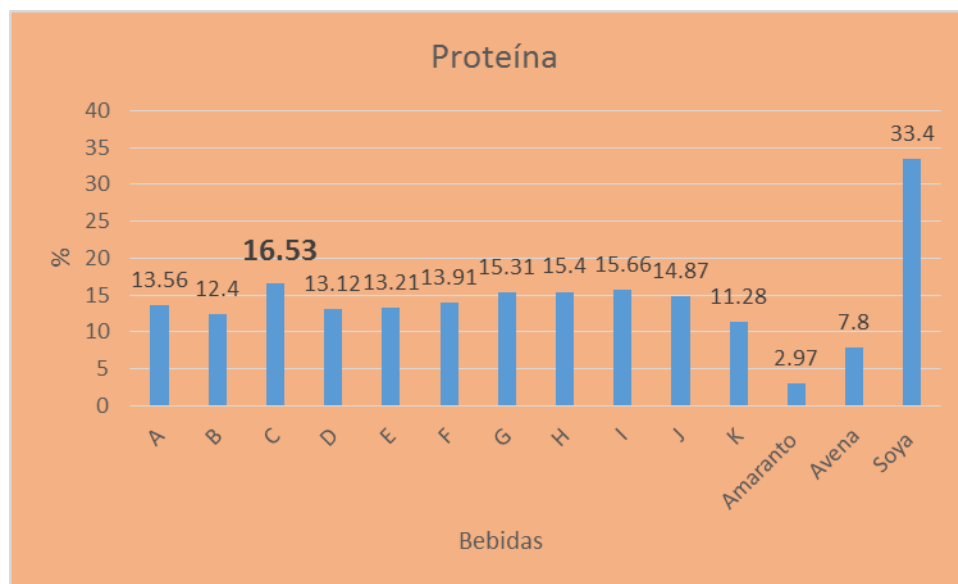


Figura 18. Porcentaje de Proteína de las diferentes bebidas

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que las bebidas “C” e “I” son las que presentaron mayores porcentajes de proteínas 16.53 y 15.66%, respectivamente.
- En cuanto a minerales presentaron Fe: 13 y 13, Mn: 1 y 1, K: 200 y 500, Na: 20 y 42, Mg: 2000 y 1400, Ca: 5000 y 2200, P: 4.59 y 4.94 mg/L, respectivamente.
- En cuanto a la grasa estas presentaron 15.42 y 14.2% respectivamente.
- Por los atributos nutricionales anteriormente mencionados estas dos bebidas se consideran en este presente trabajo con el mejor aporte nutricional para una bebida proteica.
- En cuanto a la avena este cereal es el que aporta menor cantidad de proteínas, pero tiene otra propiedad, permitir la mejora en la digestión.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los deportistas consuman las bebidas C e I ya que son las bebidas que presentan mayor porcentaje de proteína la cual es muy importante para que fortalezcan sus músculos ya que los deportistas dependiendo de la intensidad del deporte que realizan deben ingerir mayor cantidad de proteínas que una persona normal o sedentaria, además de aportar una buena proporción de calcio: 5000 y 2200, fosforo: 4.59 y 4.94, potasio: 200 y 500, sodio: 20 y 42 mg/l respectivamente. Con un porcentaje de grasa de 15.42 y 14.2% respectivamente.
- Se recomienda que los deportistas consuman esta bebida después de terminar de realizar ejercicio ya que es cuando tu cuerpo la aprovecha más rápidamente o puede ser consumida a cualquier hora del día como un complemento para su alimentación.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

1. **Butt MS, Tahir-Nadeem M, Khan MKI, Shabir R, Butt MS.** Oat: Unique among the cereals. *Eur J Nutr.* 2008;47(2):68–79.
2. **Conocimientos actuales de Nutrición.** 7ª. Edición. ILSI. Ed. Ziegler y Filer.
3. **Cabiscol E, Tamarit J, Ros J.** Oxidative stress in bacteria and protein damage by reactive oxygen species. *Int Microbiol* 2000;3(1):3-8.
4. **Chiapas, F. P.** (2003). Programa estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología del estado de Chiapas. Chiapas: TEC-Chiapas.
5. **Di Costanzo J.** Paleolithic nutrition: a model for the future?. *Curr Op Clin Nutr Metab* 2000;3:87-92
6. **Djousse L, Gaziano JM.** Breakfast cereals and risk of heart failure in the physicians' health study. I. *Arch Intern Med.* 2007 Oct 22;167(19):2080-5.
7. **Espitia RE.** Informe de avances en la investigación en amaranto. 1991. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. CIRCE. Cevamex. Chapingo, México. 1992. 76 pp.
8. **Espitia-Rangel, E., C. Mapes-Sánchez, D. Escobedo-López et al.** (2010), Conservación y uso de los recursos genéticos de amaranto en México, Celaya, inifap-Centro de Investigación Regional Centro, p. 201.
9. **European Food Safety Authority.** Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA panel on dietetic products, nutrition, and allergies (nda). *EFSA J.* 2010;8(3):1462–538.
10. **FAOSTAT.** Balances Alimentarios [Internet]. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. 2013 [cited 2017 Sep 19]. Available from: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/FBS>
11. **FAO. (2013).** Cosecha de granos: maíz, frejol y soya. Obtenido de Depósitos de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/x5051s/x5051s05.htm#Oportunidad de la cosecha>

12. **Fundación Española de la Nutrición (FEN)**. Web Estudio ANIBES [Internet]. [cited 2017 Oct 11]. Available from: <http://www.fen.org.es/anibes/>
13. **Garlich PJ, Redes PJ**. Proteins. En: Garrow JS, James WPT, Ralph A (eds). Human nutrition and dietetics, 10.^a ed. Churchill Livingstone. Londres, 2000: 77-96.
14. **Gil Á**. Tratado de Nutrición: Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. 3rd ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2017. 87-109 p.
15. **Huerta-Ocampo, J. A. y A. P. Barba de la Rosa** (2012), "Caracterización bioquímica y estructural de las proteínas de reserva de amaranto", en E. Espitia-Rangel (ed.), Amaranto: ciencia y tecnología, México, inifap/sinarefi, pp. 293-302 (Libro Científico núm. 2).
16. **Huaptli H, Jain SK**. Allozyme variation and evolutionary relationships of grain Amaranths (*Amaranthus* spp.). *Theor Appl Genet* 1984; 69: pp. 153-165.
17. <https://blogagricultura.com/estadisticas-soya-mexico/>
18. http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/Cap7.htm
19. <https://www.elsoldepuebla.com.mx/local/puebla-principal-productor-de-amaranto-en-el-pais-2016921.html>
20. <https://www.nutriresponse.com/blog/cereales-composicion-calidad-nutricional/>
21. <http://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>
22. <https://www.redalyc.org/pdf/2742/274228060004.pdf>
23. http://www.portalfitness.com/nutricion/tablas_proteinas.htm#
24. **Jenkins DJ, Kendall CW, Vidgen E, Vuksan V, Jackson CJ, Augustin LS, et al**. Effect of soy-based breakfast cereal on blood lipids and oxidized low-density lipoprotein. *Metabolism*. 2000 Nov;49(11):1496-500.
25. **Li Y, Ma WJ, Qi BK, Rokayya S, Li D, Wang J, et al**. Blending of soybean oil with selected vegetable oils: impact on oxidative stability and radical scavenging activity. *Asian Pac J Cancer Prev* 2014;15(6):2583-9.

26. **México, A.** (20 de noviembre de 2014). Soya GM. Obtenido de http://www.agrobiomexico.org.mx/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=87&Itemid=30
27. **Moreiras O,** Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tabla de composición de alimentos. Guía de prácticas. 16th ed. Madrid: Pirámide; 2013.
28. **Mataix J, Sánchez de Medina F.** Proteínas. En: Mataix Verdú J (ed). Nutrición y alimentación humana, vol I. Ergón. Madrid, 2002: 96-111.
29. **Mataix J, García-Luna PP.** Enfermedades renales. En: Mataix Verdú J (ed). Nutrición y alimentación humana, vol II. Ergón. Madrid, 2002: 1339-1358.
30. **Marmesat S, Velasco J, Dobarganes MC.** Quantitative determination of epoxy acids, keto acids and hydroxy acids formed in fats and oils at frying temperatures. J Chromatogr A 2008;1211(1-2):129-34.
31. **Melo Ruiz V.** Bioquímica de los Procesos Metabólicos. Editorial Reverté S.A.; 2006.
32. **Nidia alba Cuellar,** (2008). Ciencia, Tecnología e Industria de Alimentos. Bogotá: Grupo Latino Editores.
33. **Papazzo A, Conlan XA, Lexis L, Lewandowski PA.** Differential effects of dietary canola and soybean oil intake on oxidative stress in stroke-prone spontaneously hypertensive rats. Lipids Health Dis 2011;10:98.
34. **Pal M, Khoshoo TN.** Grain amaranths. In: S. J. Hutchinson (ed.). Evolutionary studies in world crops. Diversity and change in Indian subcontinent. Camb Univ Press England 1974. pp. 129-137.
35. **Penumetcha M,** Schneider MK, Cheek HA, Karabina S. A diet containing soybean oil heated for three hours increases adipose tissue weight but decreases body weight in C57BL/6 J mice. Lipids Health Dis 2013;12:26.
36. **Rastogi, A. y S. Shukla** (2013), "Amaranth: A new millenium crop of nutraceutical values", Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53:109-125.
37. **Rural, F. (2013).** Semilla para siembra de soya. México: Financiera Rural. SAGARPA. (2010). Guía para la asistencia técnica agrícola de Nayarit. Nayarit: SAPAGARPA.

38. **SAGARPA. 2010.** Producción Agrícola. Servicio de Formación Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). [En línea]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx>. Accesado el 20 de Febrero del 2013.
39. **SALMERÓN, Z. J. J. 2002.** Bachíniva: nueva variedad de avena para temporal con grano de alta calidad industrial. *Agricultura Técnica en México* 28(1): 85-86.
40. **Sarolic M, Gugic M, Tuberoso CI, Jerkovic I, Suste M, Marijanovic Z, et al.** Volatile profile, phytochemicals and antioxidant activity of virgin olive oils from Croatian autochthonous varieties Masnjaca and Krvavica in comparison with Italian variety Leccino. *Molecules* 2014;19(1):881-95.
41. **Sang S, Chu YF.** Whole grain oats, more than just a fiber: Role of unique phytochemicals. *Mol Nutr Food Res.* 2017;1–31.
42. **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (Siacon).** (2012). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Base de datos. México.
43. **SIAP (2013),** Producción de granos en México 2013, México: SAGARPA
44. **Stallknecht GF, Schulz-Schaffer JR.** Amaranth rediscovered. In: J. Janick & J.E. Simon. *New Crops.* John Wiley & Sons. New York, 1993. pp. 211-221.
45. **Society for Parenteral and Enteral Nutrition.** Silver Spring (MD), 1998;16:1-16.
46. **Suaterna Hurtado A.** La fritura de los alimentos: el aceite defritura. *Perspect Nutr Humana* 2009;11:39-53.
47. **Vega-Lopez S, Ausman LM, Jalbert SM, Erkkila AT, Lichtenstein AH.** Palm and partially hydrogenated soybean oils adversely alter lipoprotein profiles compared with soybean and canola oils in moderately hyperlipidemic subjects. *Am J Clin Nutr* 2006;84(1):54-62.
48. **Vitaminas y minerales en nutrición** María Luz P.M. de Portela Ed. La prensa Médica Argentina.
49. **WOOD, P. J. 2007.** Cereal β -glucans in diet and health. *Journal of Cereal Science* 46: 230-238.

50. www.gudjons.com/Mittel/Avena-sat.jpg

51. www.biotrendies.com

52. www.gudjons.com/Mittel/Avena-sat.jpg