

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERÍA EN CIENCIA Y

TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



DESARROLLO, EVALUACIÓN NUTRIMENTAL Y SENSORIAL

DE UNA BARRA FUNCIONAL

Por:

ROSA MATUS OSORIO

TESIS

Requisito Parcial Para Obtener El Título De:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Saltillo, Coahuila, México.

Febrero, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERIA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS

"DESARROLLO, EVALUACIÓN NUTRIMENTAL Y SENSORIAL DE
UNA BARRA FUNCIONAL"

Por:

ROSA MATUS OSORIO

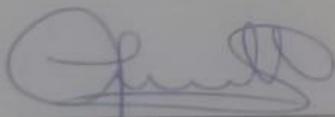
TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

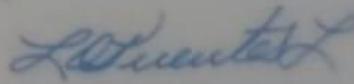
INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

La cual fue revisada y aprobada por:

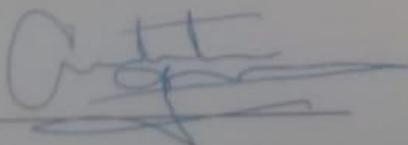
COMITÉ ASESOR



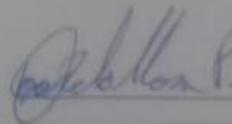
Dra. Xochitl Ruelas Chacón
Asesor principal



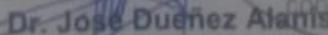
M.E. Laura Olivia Fuentes Lara
Coasesor



Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó
Coasesor



M.C. Juan Antonio Habeloso Padilla
Coasesor



Dr. José Duñez Alanís
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
PROGRAMA DOCENTE DE INGENIERIA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS

"DESARROLLO, EVALUACIÓN NUTRIMENTAL Y SENSORIAL DE
UNA BARRA FUNCIONAL"

Por:

ROSA MATUS OSORIO

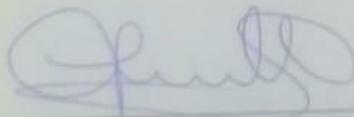
TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

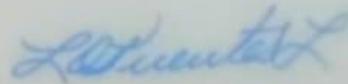
La cual fue revisada y aprobada por:

JURADO CALIFICADOR



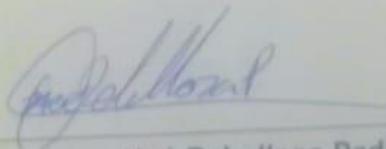
Dra. Xochitl Ruelas Chacón

Presidente



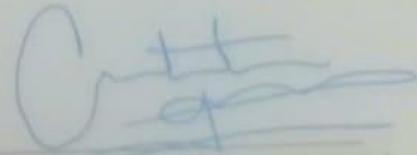
M.E. Laura Olivia Fuentes Lara

Vocal



M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla

Vocal



Dr. Antonio Francisco Aguilera Carbó

Vocal

Saltillo, Coahuila, México

Febrero del 2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y permitirme realizar cada uno de mis anhelos y sobre todo por realizar el sueño más grande ser: Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme formado como profesionista.

A la Dra. Xóchitl Ruelas Chacón por dirigir y asesorar el presente trabajo.

Al laboratorio de Nutrición Animal, por el apoyo brindado en la realización de análisis proximal, para la elaboración de este trabajo.

A mis padres, quienes me brindaron su apoyo en todo momento y me dieron la confianza para cumplir este sueño.

A mis amigas, Reyna, Nayetxi, por todos los momentos agradables que pasamos y el apoyo que en su momento me dieron.

DEDICATORIA

A mi DIOS.

A mis padres: Sra. Teófila Osorio Vásquez Sr. Roberto Matus Cortez, por todo su apoyo, confianza, comprensión y sobre todo por el gran amor que me demuestran día a día. Los amo.

Al amor de mi vida: tu apoyo, amistad y amor han sido fundamental en todo el proceso.

A mis hermanas: Mari, Juana, Bety, Piedad, Victoria, Gely, por sostenerme y estar incondicionalmente cuando más lo necesite, son lo mejor de mi vida.

A mis sobrinos: Caleb, Valeria, Karen, Cesar, Jaffet, Elías, David, que con sus risas han alegrado cada minuto de mi vida.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
RESUMEN	v
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Alimento funcional.....	1
1.2. Justificación	3
1.3 Hipótesis	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Alimentos funcionales-nutraceuticos	4
2.2. Tipos de alimentos funcionales	4
2.3. Alimentos nutraceuticos.....	5
2.4. Barras de cereal	5
2.5. Tipos de barras de cereal	6
2.6. Avena	7
2.7. Amaranto	7
2.8. Chía	7
2.9. Nuez	8
2.10. Arándano	9
2.11. Manzana.....	10
2.11.1. Manzana Granny Smith	10
2.12. Jarabe de agave	11
2.13. Extracto de vainilla.....	12
2.14. Mantequilla	12
2.14.1. Tipos De Mantequillas	13

2.15. Componentes nutrimentales.....	13
2.15.1. Proteína	13
2.15.2. Fibra.....	14
2.15.3. Grasa	15
2.15.4. Humedad	16
2.15.6. Evaluación sensorial	17
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Materiales y métodos.....	20
3.2. Materiales y equipo utilizado en el laboratorio	20
3.3. Material utilizado en la evaluación sensorial.....	21
3.4. Reactivos utilizados	21
3.5. Materia prima utilizada.....	21
3.6. Elaboración del producto	22
3.6.1. Selección de materia prima	22
3.6.2. Preparación	22
3.6.3. Preparación de recipiente para horneado.....	24
3.7. Análisis fisicoquímico.....	25
3.7.1. Determinación de Humedad	25
3.7.2. Determinación de color	26
3.7.3. Determinación de textura.....	27
3.7.4. Determinación de proteína cruda.....	27
3.7.5. Determinación de extracto etéreo	29
3.7.6. Determinación de fibra.....	30
3.7.7. Determinación de materia seca	32
3.7.8. Determinación de cenizas.....	32
3.7.9. Determinación de carbohidratos (extracto libre de nitrógeno)	34
3.7.10. Determinación de contenido calórico (kcal/100 g)	34
3.8. Evaluación sensorial.....	34
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. Color	36
4.2. Textura	37
4.3. Determinación de proteína	39

4.4. Determinación de fibra.....	40
4.5. Determinación de extracto etéreo.....	40
4.6. Determinación de materia seca	41
4.7. Determinación de cenizas totales	42
4.7.9. Determinación de carbohidratos (ELN).....	43
4.8. Análisis sensorial	44
4.8.1. Apariencia global	44
4.8.2. Color	45
4.8.3. Olor	46
4.8.4. Textura.....	47
4.8.5 Sabor	48
4.8.6. Aceptación global.....	49
CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
ANEXOS	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Preparación de recipiente para horneado	24
Figura 2. Corte de la barra funcional después del horneado.....	25
Figura 3. Proceso de digestión de la muestra	28
Figura 4. Destilación de la muestra	28
Figura 5. Obtención de extracto etéreo	29
Figura 6. Digestión de muestra para obtención de fibra cruda	31
Figura 7. Filtrado de muestra para secar la fibra obtenida	31
Figura 8. Incineración de muestra en parilla Kjeldahl.....	33
Figura 9. Comparación de los parámetros del color en ambas muestras	37
Figura 10. Comparación de textura	38
Figura 11. Porcentaje de proteína cruda	39
Figura 12. Porcentaje de Fibra	40
Figura 13. Porcentaje de extracto etéreo	41
Figura 14. Porcentaje de materia seca.....	42
Figura 15. Porcentaje de cenizas totales	43
Figura 16. Porcentaje de carbohidratos crudos totales (ELN).....	43
Figura 17. Valor calórico de las barras funcionales	44
Figura 18. Apariencia global.....	45
Figura 19. Calificación otorgada al color de las barras.....	46
Figura 20. Calificación otorgada al olor de las barras	47
Figura 21. Calificación otorgada a la textura	47
Figura 22. Calificación otorgada al color	48
Figura 23. Calificación otorgada a la aceptación global	49

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Especificaciones de la barra control	23
Cuadro 2 Especificaciones de la barra propuesta	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Apariencia global.....	58
Anexo 2. Color.....	58
Anexo 3. Olor	59
Anexo 4. Textura	59
Anexo 5. Sabor.....	60
Anexo 6. Aceptación global.....	60
Anexo 7. Preparación de la evaluación sensorial.....	61
Anexo 8. Contenido de proteína.....	61
Anexo 9. Contenido de extracto etéreo	62
Anexo 10. Textura	62
Anexo 11. Porcentaje de humedad	63
Anexo 12. Materia seca.....	63
Anexo 13. Porcentaje de Ceniza	64
Anexo 14. Fibra	64

RESUMEN

Se realizaron formulaciones para obtener una barra energética funcional a base de amaranto, avena, manzana y chía; de igual manera se elaboró una barra control con los mismos ingredientes solo que en lugar de amaranto se añadió avena. Ambas barras fueron analizadas mediante un proximal y sometidas a una evaluación sensorial con jueces analíticos.

Ambas barras presentaron valores similares en las variables analizadas en el proximal, siendo la barra en estudio la que presentó mayor cantidad de proteína, menor cantidad de lípidos, las demás variables fueron muy similares a la barra control.

Con el paquete estadístico Infostat, se realizó un análisis de varianza para cada variable en estudio, y en caso de encontrarse diferencias significativas se realizó un estudio de medias de Fisher con una $p \leq 0.05$. Con este estudio se pudo observar que las variables de porcentaje de fibra, proteína, textura y color no presentan diferencias significativas a una $p \leq 0.05$; por otro lado, las variables de porcentaje de grasa, humedad, materia seca y ceniza si presentan diferencias significativas a una $p \geq 0.05$.

Se realizó un análisis sensorial para cada muestra, en el cual se evaluaron las variables, sabor, olor, color, textura, apariencia y aceptación globales. Se realizó un análisis de varianza para cada una y en caso de encontrarse diferencias significativas se utilizó un estudio de medias Fisher con una $p \leq 0.05$. Mediante este estudio se pudo observar que las variables sabor, olor, color y apariencia global no presentaron diferencias significativas a una $p \leq 0.05$, mientras que las variables de textura y aceptación global si presentaron diferencias significativas a una $p \geq 0.05$.

Palabras claves: barra funcional, barra energética, snack bioactivo, miel de agave

Correo electrónico: rosim4842@gmail.com (tesista);

xruelas@yahoo.com, xruelas@uaaan.edu.mx (asesora principal)

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la sociedad lleva un ritmo de vida acelerado, por lo cual ha descuidado su alimentación y de igual manera su salud, por lo que al consumir un alimento buscan encontrar en él la mayoría de los nutrientes que su organismo pueda aprovechar y que además este ofrezca beneficios a su salud.

Dado lo anterior, muchas industrias alimentarias han desarrollado alimentos que poseen nutrientes necesarios y que además de esto tengan la capacidad de controlar e incluso prevenir enfermedades.

Tras realizar diversas investigaciones, la industria alimentaria desarrolla los alimentos funcionales, los cuales tienen la capacidad de controlar y prevenir algún tipo de enfermedad. Estos alimentos se ostentan en diferentes presentaciones, tales como galletas, pan, barras etc.

En este trabajo de investigación se realiza la formulación de una barra funcional, dado que una barra de cereal es un alimento muy consumido por niños, jóvenes e incluso personas adultas, es muy común comerlas en alguna colación o de igual manera las consumen en el desayuno.

A diferencia de una barra de cereal, como se ha mencionado anteriormente, una barra funcional tiene la capacidad de prevenir o controlar enfermedades. En la formulación de la barra funcional que se desarrolla en este proyecto nos enfocamos en formular, analizar nutrimentalmente el producto, elaborado con amaranto, avena, chíá entre otros ingredientes que más adelante se mencionan, con la finalidad de proporcionar las propiedades funcionales de estos al consumidor.

1.1. Alimento funcional

Un alimento funcional (AF), es aquel con la característica particular de que algunos de sus componentes afectan funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo

tradicional. Su efecto adicional puede ser su contribución a la manutención de la salud y bienestar o a la disminución del riesgo de enfermarse (Araya & Lutz, 2003).

Constituyen un complejo químico y biológico, resultante de la interacción de sus constituyentes naturales y los procedimientos industriales y culinarios que se emplean para su consumo. Esta interacción produce cambios profundos en las propiedades fisicoquímicas del alimento, que determinan en gran medida la biodisponibilidad de sus componentes y su rol en el metabolismo intermediario (Caballero, 1988).

Para la industria alimentaria, esta situación representa una oportunidad de abrir nuevas líneas de productos, con valor agregado y de gran receptividad por parte de los consumidores. Existen diversos procedimientos para producir alimentos funcionales, los que según Roberfroid se sintetizan en los siguientes ejemplos:

- Incrementar la concentración de un componente natural del alimento para alcanzar una concentración que se espera que induzca los efectos deseados, por ejemplo, la fortificación con micronutrientes para lograr una ingesta mayor que las recomendaciones dietéticas, compatible con los valores sugeridos para disminución de riesgos de enfermedades.
- Agregar un componente que no está normalmente presente en la mayor parte de los alimentos, para el cual se haya demostrado efectos beneficiosos (Roberfroid, 2000).
- Reemplazar un componente del alimento, generalmente un macronutriente cuya ingesta sea excesiva y que muestre efectos deletéreos, por ejemplo, el reemplazo de grasa por fibra dietética y componentes benéficos para la salud (Roberfroid, 2000).

Existen diferentes tipos de alimentos funcionales, estos pueden ser bebidas, productos elaborados a base de harinas y las barras de cereal, las cuales como su nombre lo dice son a base de cereales y otros ingredientes, agregando de esta manera el componente que será el responsable de manifestar un efecto positivo a la salud del consumidor (Caballero, 1988).

1.2. Justificación

Debido a los diferentes problemas de salud que aporta la sociedad por descuidos alimentarios, y por la vida tan acelerada que llevan en la actualidad, se propone desarrollar una fuente de alimentación que aporte al organismo propiedades funcionales o nutracéuticas que regulen el funcionamiento de este.

Una manera de contribuir a la salud es mediante alimentos que ofrezcan al consumidor las posibilidades de prevenir o reducir enfermedades crónicas degenerativas y al mismo tiempo que puedan obtener un alimento nutritivo, la cual además de ser una fuente de energía presente las características deseadas por el consumidor y sobre todo que excedan sus expectativas.

Por este motivo, se elabora una barra funcional, cuyos ingredientes son seleccionados a manera de aprovechar los macro y micro nutrientes presentes en cada uno de ellos, y además puedan brindar un sabor agradable a los consumidores.

1.3 Hipótesis

Es posible obtener una barra energética y funcional a base de manzana, arándanos, chía, avena, amaranto y miel de agave.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Formular y evaluar fisicoquímica y sensorialmente la barra energética y funcional.

1.4.2. Objetivos específicos.

1. Definir formulaciones de la barra funcional (manzana, arándano, chía, amaranto, miel de agave).
2. Determinar un análisis proximal (fibra dietética, proteína, grasa, humedad, color y textura).
3. Evaluar la calidad sensorial de la barra funcional.

CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Alimentos funcionales-nutraceuticos

La industria alimentaria desarrolla rutinariamente nuevos productos como una estrategia para conquistar nuevos mercados; en este contexto, las barras de cereales se destacan con un mercado que crece en un volumen anual de 20% (Appelt y col, 2015).

Una de las finalidades de la industria alimentaria, es aprovechar todo lo rescatable de la materia prima, no dejando nada en desperdicios, por lo cual los desechos de procesamiento de alimentos son fuentes prometedoras de compuestos valiosos como fibra dietética, antioxidantes, ácidos grasos esenciales, antimicrobianos, minerales; existiendo una gran variedad de materias primas disponibles (cáscara, semilla, bagazo, frutas y vegetales dañados o con problemas de madurez y calidad) (Lai y col, 2017).

2.2. Tipos de alimentos funcionales

Los alimentos funcionales más relevantes y sobre los que recae la más sólida evidencia científica son los probióticos, microorganismos vivos representados fundamentalmente por los derivados lácteos fermentados. Los *prebióticos*, como los fructanos tipo inulina, son el sustrato trófico de los probióticos y potenciales selectores de la flora colónica (Silveira y col, 2003).

La asociación de un prebiótico y un probiótico se denomina *simbiótico*. Se conocen innumerables sustancias con actividad funcional: fibra soluble e insoluble, fitosteroles, fitoestrógenos, ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, derivados fenólicos, vitaminas y otros fitoquímicos (Silveira y col, 2003).

2.3. Alimentos nutraceuticos

Los alimentos nutraceuticos, son sustancias químicas o biológicas activas que pueden encontrarse como componentes naturales de los alimentos o adicionarse a los mismos. Se presenta en una matriz no alimenticia (píldoras, cápsulas, polvo, etc.), y que administrada en dosis superior a la existente en esos alimentos, presume un efecto favorable sobre la salud, mayor al que posee el alimento normal. Por ende, los productos nutraceuticos tienen la capacidad de fortalecer las condiciones saludables, sirviendo como auxiliar en el cuidado y mantenimiento de la salud, así como en la prevención de enfermedades y en la mejora de las funciones fisiológicas del organismo. Los alimentos nutraceuticos se dividen en tres grupos: Nutrientes: azúcares y grasas; Compuestos químicos: fibras, antioxidantes, carotenos, ácidos grasos Omega 3; Probióticos: microorganismos benéficos (lácteos) (Pérez, 2006)

2.4. Barras de cereal

Las barras de cereales son productos obtenidos a partir de la compresión de los cereales tostados que pueden contener frutos secos, oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes, se constituyen en una opción de comida saludable. De acuerdo con la variedad de productos para meriendas o comidas rápidas e instantáneas han surgido nuevos productos comerciales como fuente de alimentos ricos en nutrientes, dichos productos son de fácil manejo, y por ende de fácil consumo (Escobar, 2000).

Es importante tener en cuenta que el contenido de carbohidratos, proteínas y fibras en la información nutricional de las barras de cereales son beneficiosas para la salud ya que previenen enfermedades cancerígenas (Bordin, 2010).

El consumo de avena en barras de cereales es el complemento alimenticio ideal para cuidar los niveles de colesterol y ayuda a reducir la probabilidad de padecer enfermedades cardiovasculares debido a su contenido de 21% β -glucano también son

una buena fuente de proteínas ya que el cereal contiene 6 de los 8 aminoácidos esenciales (Romero, 2000).

Se preparan a partir de la extrusión de masa dulce y agradable sabor de cereales, una fuente de vitaminas, minerales, fibras, proteínas y carbohidratos complejos. Las barras de cereales son de diferentes tipos, y pueden ser muy complejo en su formulación. Los ingredientes se deben combinar adecuadamente para garantizar que se complementan entre sí las características de sabor, textura y propiedades físicas (Gutkoski y col 1988).

Las barras de cereales son coextruidas, productos a partir de una pasta cocida con pasta de fruta añadido, las barras de tipo granola comprenden una mezcla de cereales con otros productos, tales como nueces y frutas formando la barra de mezclar con compuestos aglutinantes (Izzo & Niness, 2001).

2.5. Tipos de barras de cereal

Comercialmente hay varios tipos de barras alimenticias disponibles, como barras de reemplazo de comidas, barras orientadas a las necesidades nutricionales de los diabéticos, mujeres y niños, altas en proteínas, fibra, calorías, minerales y ricas en vitaminas, barras con aditivos funcionales como prebióticos, etc. También se han hecho populares debido a las ventajas nutricionales asociados con ellas (Rawat, & Darappa, 2015).

Un número de estudios relacionados al consumo de barras de cereales como sustitutos de la comida han demostrado su efectividad, así mismo, se están investigando el desarrollo de barras bajas en calorías, que producen saciedad o con baja índice glucémico (Arruda y col, 2017).

2.6. Avena

La avena (*Avena sativa L.*), es un cereal cuyo grano completo tiene un elevado contenido en fibra dietética soluble, en la que se incluye el betaglucano, aportando también proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y polifenoles, como las avenantramidas. Además, la avena no contiene gluten de ahí que sea un cereal bien tolerado por la mayoría de las personas con celiaquía. Por su contenido en fibra y fitoquímicos, principalmente, diversos estudios clínicos han evaluado la eficacia del consumo de los cereales de grano completo, en la prevención y control de la enfermedad cardiovascular, diabetes, regulación de la presión arterial, control de peso, salud gastrointestinal, e incluso el cáncer (Aparicio & Ortega, 2016).

2.7. Amaranto

El amaranto es un cultivo anual, altamente eficiente y de rápido crecimiento, que puede desarrollarse entre 0 a 3,300 metros sobre el nivel del mar y prosperar en condiciones agronómicas adversas (sequía, altas y bajas temperaturas, suelos salinos, ácidos o alcalinos), adaptándose fácilmente a distintos ambientes. Con un contenido de proteínas cercano al 16%. Su proteína es excepcional en cuanto a su calidad por su alto contenido de lisina y, por lo tanto, un complemento nutricional óptimo para los cereales convencionales deficientes en ese aminoácido (Dyner y col, 2007).

2.8. Chía

La semilla de chía (*Salvia hispánica*), es un grano apreciado por su gran contenido de ácidos grasos, entre ellos el omega 3, útil para contrarrestar los triglicéridos, de igual manera se relaciona con la pérdida de peso en el ser humano (Xingú y col 2017).

Las semillas de chía se han reintroducido en las dietas con la finalidad de mejorar la salud humana, recomendándose por sus altos niveles de proteínas, antioxidantes, fibra dietética, vitaminas y minerales (calcio, potasio, magnesio, fósforo, selenio, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, sodio y zinc), pero sobre todo a su alto contenido de aceite omega 3 en comparación con otras fuentes naturales conocidas hasta la fecha (Xingú y col., 2017).

La riqueza nutricional de la chía, la convierte en ingrediente ideal para adicionar a productos de panificación y a un sin número de preparaciones culinarias y bebidas. Se la utiliza como ingrediente para hacer pan, barras energéticas, suplementos dietéticos, en dietas de aves para producción de huevos y carne y en dietas de vacas lecheras, entre otros. En el caso de consumir la semilla entera, conviene ingerirla molida (harina) o muy bien masticada, para permitir su correcta metabolización (Disapio y col., 2008).

2.9. Nuez

Las nueces pecanas (*Carya illinoensis*) son nativas de América del Norte y pueden ser encontradas desde Nebraska e Iowa en los Estados Unidos hasta el sur de México (Venkatachalam, 2004).

Las nueces son muy apreciadas por su sabor y textura agradables, y son utilizadas (crudas, tostadas y/o saladas) en ensaladas, postres, helados, “snacks” y en productos de panadería y confitería. Las nueces son comercializadas con o sin cáscara, en mitades, en pedazos de diferentes tamaños o molidas (harina), y también pueden servir como materia-prima para la extracción de aceite. Las nueces tienen un contenido elevado de lípidos, que alcanza hasta 75%, dependiendo de la variedad, del local de producción, de la composición del suelo y de la época de cosecha. Como la mayoría de las nueces, las nueces pecanas contienen ácidos grasos de 16 y 18 carbonos. Aproximadamente 98% de los triacilglicéridos son compuestos por los ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico. Los ácidos grasos insaturados

representan la mayor parte de la fracción lipídica, siendo el ácido oleico el ácido graso predominante (Venkatachalam, 2004).

Algunos estudios sugieren que puede existir una relación entre el consumo frecuente de nueces y la reducción de la incidencia de enfermedades cardíacas coronarias (Crews y col., 2005; Kornsteiner y col, 2006).

Las nueces aportan gran cantidad de fibra, hidratos de carbono, proteínas, pero muchísimas calorías. Las nueces contienen: -Vitaminas: A, B1, B6, E. -Minerales: Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Zinc, Cobre, Hierro. -Otros: Ácido alfa-linolénico, Ácido graso Omega-3, Ácido Fólico, Aminoácido esencial (metionina), Niacina, Taninos (en su piel), (Ochoa, 2012).

2.10. Arándano

El arándano rojo de América del Norte, arándano americano o cranberry su nombre científico es *Vaccinium macrocarpon* Ait. (*Ericaceae*), en adelante arándano rojo, es un arbusto autóctono del este de América del Norte (antigua Nueva Inglaterra, que abarca el actual territorio comprendido entre el estado de Carolina y Canadá). Crece espontáneamente en los terrenos cenagosos y pantanosos y su fruto, una baya roja de sabor ácido de 1-2 cm de diámetro aproximadamente, constituyó en su día una base importante para la alimentación de las tribus nativas de Norteamérica (que lo denominaban atoka (Howell, 2007).

Actualmente el arándano rojo es muy apreciado por la población ya que es una fuente importante de vitaminas, agentes antioxidantes y otros elementos nutritivos. Se puede consumir en forma de zumo o jugo, mermelada, confitura y cóctel (mezcla de zumo con agua y azúcar). Se le atribuyen diversas acciones terapéuticas entre las que se pueden citar la anticancerígena, la protectora del sistema cardiovascular, la antifúngica y, la más importante descrita para esta especie vegetal en numerosas referencias bibliográficas hasta la actualidad, la antiinfecciosa urinaria (Howell, 2007).

2.11. Manzana

La manzana es una fruta apetecida y recomendada desde el punto de vista medicinal y nutricional debido principalmente a que es apta para dietas infantiles y de enfermos. Las manzanas a más de su valor nutricional poseen compuestos antioxidantes que ayudan a prevenir enfermedades cardiovasculares e influyen en el desarrollo normal de las funciones metabólicas (Ravel, 1970; Seipel y col., 2009).

Estas, como menciona Ravel (1970), Seipel y col (2009), tienen muchas cualidades por las que son usadas como alimento dietético y purgante sobre todo por su contenido de sales orgánicas de potasio, pectina que provee azúcares simples, y fibra, además ayuda a regular el contenido de azúcares y colesterol.

Posee compuestos fitoquímicos como los fenoles y los flavonoides que actúan como antioxidantes y previenen enfermedades cardiovasculares e hipertensión (Ravel, 1970; Seipel y col, 2009; Álvares, 1983).

2.11.1. Manzana Granny Smith

Los frutos son medianos, oblongos de forma regular. Su peso promedio es 150 g. La corteza es lisa y cerosa de color verde claro brillante que en ocasiones presenta unos puntos blanquecinos. Su pulpa es blanca, suave, muy ácida, crujiente y jugosa; es poco aromática (Álvares, 1983; Valpiana, 1997; Botanical, 2005).

Es muy resistente al transporte, manipulación y el almacenamiento frigorífico y atmosferas controladas. Esta variedad se usa, predominantemente para consumo en fresco, aunque también se le utiliza para pasteles (Álvares, 1983; Valpiana, 1997; Botanical, 2005).

Granny Smith es uno de los varios cultivares de manzana que tienen una alta actividad antioxidante y tienen la mayor concentración de fenoles entre las variedades de manzanas (Olson, 2014).

Algunas fuentes recomiendan Granny Smith (entre otras manzanas) como una fuente particularmente eficiente de antioxidantes, particularmente los flavonoides, cianidina y epicatequina, especialmente si se comen con la piel intacta (Joanne, 2009).

Granny Smith también es naturalmente baja en calorías y alta en fibra dietética y potasio, lo que los hace comúnmente recomendados como un componente de las dietas saludables y para perder peso (Coffman, 2009).

2.12. Jarabe de agave

García y col., (2009) consideran que, en México, el jarabe de agave es un edulcorante comercialmente producido a partir del aguamiel.

Éste proviene de especies de agave (maguey-pulquero) como *A. salmiana*, *A. mapisaga*, *A. atrovirens*, *A. americana*, *A. ferox* (Ortiz y col., 2008).

El jarabe de agave es producido a partir de los azúcares presentes en la piña o mesontle de agave (NMX-FF-110-SCFI, 2008). Estos azúcares, llamados fructanos, específicamente agavinas, son polímeros de fructosa en donde el número de moléculas juega una relación inversa con el dulzor: a mayor complejidad menor dulzor. Las cadenas sencillas que componen a las agavinas, son los fructooligosacáridos, comúnmente conocidos por su abreviatura FOS (García y col., 2013).

Estudios científicos han demostrado que estas moléculas son una fibra dietética especial, en concreto, su consumo estimula el tránsito de los alimentos, contribuye al desarrollo del microbiota intestinal benéfica, protege contra la presencia de carcinógenos en la dieta, mejora el sistema inmunológico, aumenta la absorción de calcio y disminuye los niveles de glucosa y colesterol en la sangre (García y col., 2013).

2.13. Extracto de vainilla

La vainilla, llamada en náhuatl, “Tlixochotl” que significa flor negra, era uno de los tributos que exigían los aztecas a los pueblos conquistados en los territorios del Este. Más adelante las vainas iban a España donde las utilizaban en la confección de perfumes y también para aromatizar el chocolate, como hacían los indígenas mexicanos (Elorza y col., 2007).

Una de las propiedades más conocidas de la vainilla es su capacidad para prevenir el cáncer. La vainillina es el ingrediente activo de la vainilla, y ha demostrado tener numerosas propiedades contra el cáncer. Además de prevenir la mutación de las células que originan el cáncer, frena el crecimiento de estas (Suárez y col., 2012).

La vainillina ayuda a prevenir la aparición de Alzheimer en el cerebro. Las células de nuestro órgano superior consiguen con el consumo de vainilla aprovechar sus propiedades antioxidantes, las cuales protegen a las células impidiendo el desarrollo de la enfermedad (Suárez y col., 2012).

Ha sido utilizada en el pasado para tratar una amplia variedad de condiciones, incluyendo lesiones estomacales y problemas de insomnio. Su aceite esencial también tiene propiedades para tratar la ansiedad, la depresión, es afrodisiaca, antipirética, digestiva y estimulante aromático (Suárez y col., 2012).

2.14. Mantequilla

Es un producto sólido, plástico, untoso y muy graso derivado de la grasa de la leche, de color amarillento y con aroma y sabor característicos. Fisicoquímicamente es una emulsión de agua en aceite (W/O), donde la fase continua es la grasa y la fase dispersa es el agua (Jiménez & Sarmiento, 2010).

Es muy consumida y utilizada, sobre todo en los países mediterráneos, como grasa para cocinar, en la elaboración de postres y bollería por sus propiedades culinarias, sensoriales, tecnológicas y nutritivas (Jiménez & Sarmiento, 2010).

2.14.1. Tipos De Mantequillas

Por sus ingredientes:

Salada: con sal, NaCl, no más al 5%.

Dulce: sin sal añadida.

Con otros ingredientes ajenos a la leche: hierbas aromáticas y especias.

Ácida se elabora a partir de la nata fermentada (acidificación microbiana).

Por su contenido graso:

Ligera, light: con menos grasa, 40-60%/mg (aun así, no deja de ser un alimento con alto contenido en grasa).

Extra ligera: 20%/mg

La mantequilla contiene vitaminas liposolubles y provitaminas, grasa láctea y un gran aporte calórico. Está indicado su consumo en personas delgadas o aquellos que realizan grandes esfuerzos físicos y necesitan un gran aporte energético en poco volumen de ración. Tiene alto valor energético, es rica en colesterol y ácidos grasos, es un alimento aterogénico (Jiménez & Sarmiento, 2010).

2.15. Componentes nutrimentales

2.15.1. Proteína

Las proteínas son el principal componente estructural y funcional de las células y tienen numerosas e importantes funciones dentro del organismo que van desde su papel catalítico (enzimas) hasta su función en la motilidad corporal (actina, miosina), pasando por su papel mecánico (elastina, colágeno), de transporte y almacén

(hemoglobina, mioglobina, citocromos), protección (anticuerpos), reguladora (hormonas), etc. (Martínez & Martínez de Victoria, 2006).

Son macromoléculas formadas por cadenas de unidades estructurales, los aminoácidos. Estos aminoácidos se unen por medio de enlaces peptídicos entre los grupos carboxilo y el grupo α -amino (imino), con pérdida de agua. La secuencia de aminoácidos que componen una proteína constituye su estructura primaria, de vital importancia desde el punto de vista nutricional (Martínez & Martínez de Victoria, 2006).

Desde el punto de vista nutricional la proteína es un macronutriente presente en los alimentos. La importancia de la proteína presente en la dieta se debe a su capacidad de aportar aminoácidos para atender al mantenimiento de la proteína corporal y al incremento de esta durante el crecimiento (Martínez & Martínez de Victoria, 2006). La limitación en el aporte de energía y de proteína conduce a un retraso en el crecimiento. En el adulto, la pérdida de proteína corporal se asocia con numerosas alteraciones patológicas y a un aumento en la mortalidad (Martínez & Martínez de Victoria, 2006).

2.15.2. Fibra

El contenido de fibra de los alimentos se ha descrito en términos de fibra cruda, que se determina tras someter la materia a una digestión por ácidos y álcalis. Debido a que la acción real de las enzimas digestivas es menos rigurosa hay una gran cantidad de fibra restante después de la digestión en el tubo digestivo del ser humano, que es considerablemente superior a la estimada por el proceso de la fibra cruda (Molina & Martín, 2007).

Se entiende por FC a todas aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas, que no se disuelven tras hidrólisis sucesivas; una en medio ácido y otro en medio alcalino. El principal componente de la FC es la celulosa (90%), hemicelulosas y lignina, estos componentes, conforman en su mayoría la fracción insoluble de la fibra (Kritchevsky, 1988).

Los componentes de la fibra se pueden clasificar en 3 grupos: componentes de la pared celular de los vegetales, polisacáridos utilizados como aditivos alimentarios y compuestos asociados a la fibra. Hay muchos compuestos que se podrían asociar dentro de la fibra alimentaria como almidón resistente, proteína resistente, compuestos de la reacción de Maillard, oligosacáridos no digeribles y sales de ácido fítico. Estos compuestos llegan hasta el colon y producen efectos similares a los producidos por los polisacáridos de la pared celular (Molina & Martín, 2007).

Los métodos utilizados para medir el contenido de fibra en los alimentos se pueden dividir en tres categorías estas son: a) métodos gravimétricos b) métodos colorimétricos y c) métodos cromatográficos, basados en el empleo de la cromatografía de gas líquido (GLC) (García y col., 2008).

2.15.3. Grasa

Las grasas constituyen la reserva energética más importante del organismo, transportan vitaminas liposolubles y se encuentran en gran variedad de alimentos y preparaciones (Cabezas & Hernández, 2016).

En los alimentos, los lípidos están constituidos principalmente por triésteres de ácidos grasos unidos a una molécula básica de glicerol (triacilgliceroles). La importancia de las grasas en la alimentación viene dada por las siguientes características:

a) Constituyen el combustible metabólico de mayor capacidad calórica: 1 g de grasa aporta 9 kcal, mientras que 1 g de hidratos de carbono (HCO) o proteínas aporta 4 kcal. El almacenamiento de la energía en forma de grasa es la manera más económica de mantener una reserva energética en el organismo.

b) Suministran ácidos grasos esenciales, que no se pueden sintetizar en el organismo y que cumplen, además, funciones importantes en el desarrollo embrionario, el transporte, metabolismo y mantenimiento de la función e integridad de las membranas celulares.

c) Son precursores de moléculas biológicas con importantes funciones metabólicas, como los eicosanoides y los docosanoides, y forman parte de la estructura molecular de otros compuestos esenciales, como las hormonas esteroideas y los ácidos biliares.

d) Son un vehículo para el transporte de vitaminas liposolubles (vitaminas A, D, E y K) (López y col, 2015).

Los ácidos grasos saturados (AGS) son de síntesis endógena, necesarios para algunas funciones fisiológicas y estructurales, mientras que los ácidos grasos trans (AGT) provienen casi siempre de la ingesta de alimentos hidrogenados y no tienen beneficios conocidos para la salud (Cabezas & Hernández, 2016).

2.15.4. Humedad

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción ya sea agua libre o agua ligada, el agua libre o “absorbida”, que es la forma predominante que se libera con gran facilidad (Belitz y col, 2009).

El agua ligada se encuentra en los alimentos con agua de cristalización (en los hidratos de carbono) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales (Belitz y col, 2009).

El contenido de humedad en cualquier alimento es un parámetro importante, mediante el cual al momento de su elaboración se busca reducir el porcentaje de humedad presente, ya que es un elemento que determina la vida de anaquel del alimento, en las barras de cereal es necesario tener una humedad no mayor de doce por ciento (12%) (NMX-F-289-1977).

Poder determinar el contenido de humedad de un alimento rápidamente puede optimizar de manera significativa un proceso de fabricación. La humedad puede influir en gran medida la fluidez de un material, compresibilidad, y cohesividad (Tirado y col, 2015).

2.15.5. Cenizas

Las cenizas se definen como el residuo inorgánico que se obtiene al incinerar la materia orgánica en un producto cualquiera. Cuando los alimentos son tratados térmicamente a temperaturas entre 500 y 600°C, el agua y otros constituyentes volátiles son expulsados como vapores en tanto los constituyentes orgánicos son transformados en presencia del oxígeno del aire en dióxido de carbono (CO₂) y óxido de nitrógeno (NO₂) mientras el hidrógeno es expulsado en forma de vapor de agua (Márquez, 2014).

Los minerales constituyentes (cenizas) permanecen en el residuo en forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos y cloruros, en dependencia de las condiciones de incineración y la composición del producto analizado (Márquez, 2014).

Las cenizas en los alimentos están constituidas por el residuo inorgánico que queda después de que la materia orgánica se ha quemado. Las cenizas obtenidas no tienen necesariamente la misma composición que la materia mineral presente en el alimento original, ya que pueden existir pérdidas por volatilización o alguna interacción entre los constituyentes (Márquez, 2014).

2.15.6. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios estos que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismo (Espinoza, 2007).

Como se conoce, la calidad sensorial de un alimento no es una característica propia de este, sino es el resultado de la interacción alimento-hombre y se puede definir como la sensación humana provocada por determinados estímulos procedentes del alimento; que depende no solo de la clase e intensidad del estímulo, sino también de las condiciones del ser humano (Espinoza, 2007).

La sala de evaluación debe poseer cabinas individuales que garanticen la independencia de los jueces, eliminando la distracción y comunicación entre ellos. Todas las cabinas deben ser iguales, y cuando las condiciones lo permitan pueden ajustarse a lo indicado en la norma ISO 8589.

Se distinguen dos tipos de jueces: Jueces analíticos y Jueces afectivos:

El Juez analítico es el individuo que entre un grupo de candidatos ha demostrado una sensibilidad sensorial específica para uno o varios productos.

El Juez afectivo es el individuo que no tiene que ser seleccionado ni adiestrado, son consumidores escogidos al azar representativo de la población a la cual se estima está dirigido el producto que se evalúa. El objetivo que se persigue al aplicar una prueba de evaluación sensorial con este tipo de juez es conocer la aceptación, preferencia o nivel de agrado que estas personas tienen con relación al alimento evaluado (Espinoza, 2007).

2.15.6.1. Tipos de pruebas en la evaluación sensorial.

- Pruebas discriminativas: estas consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio, en donde el panelista indica si se percibe la diferencia o no, además se utilizan estas pruebas para describir la diferencia y para estimar su tamaño. Las pruebas discriminativas se clasifican en: pruebas de diferenciación y pruebas de sensibilidad (Hernández, 2005).
- Prueba descriptiva: permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se clasifican en: escalas de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo (Hernández, 2005).

- Pruebas afectivas: son pruebas en donde el panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, puede ser frente a otro. Se utilizan escalas de calificación de las muestras (Hernández, 2005).

Las pruebas de aceptación son usadas para:

- Identificar las características de un producto traducidas en grados de aceptabilidad de diferentes cualidades de este, por ejemplo: la aceptación del sabor, color, consistencia, grado de dulzor, etc.
- Se quiere introducir un producto al mercado y se quiere indagar las expectativas del consumidor
- Cuando se tiene un producto en el mercado y se quiere obtener información sobre las quejas en la formulación del producto o el producto en sí a fin de diseñar uno óptimo (Lira, 2008).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Materiales y métodos

Este proyecto se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, donde se llevó a cabo la preparación y formulación de la barra, y en el Laboratorio de Nutrición Animal donde se llevó a cabo el análisis bromatológico del producto obtenido.

3.2. Materiales y equipo utilizado en el laboratorio

- Balanza analítica EXPLORER OHAUS.
- Estufa de secado THELCO
- Mufla THERMOLYNE
- Aparato de reflujo ESEICON
- Equipo Soxleth
- Equipo Kjeldah, LABCONCO
- Colorímetro, CHROMA METER CR-400
- 6 Vasos de precipitado, Pyrex
- 18 Perlas de vidrio
- 18Crisoles de porcelana
- 6 Embudos
- 3 Matraces Erlenmeyer 250mL
- 2 Pipetas de valoración de 10mL
- Penetrómetro, FHT 200
- Extractor de jugos, TURMIX

- 2 Cuchillos
- 2 Tablas para picar
- Estufa con horno, MAVE
- 2 Refractarios
- 1 Rollo de papel encerado, EMPACK
- 1 rollo de papel aluminio, REYNOLDS
- 4 cucharas
- 4 contenedores de plástico

3.3. Material utilizado en la evaluación sensorial

- Vasos de unicel
- Servilletas
- Popotes
- Bolígrafos
- Hojas de respuestas
- Platos de charola medianos
- Guantes

3.4. Reactivos utilizados

- NaOH, Humboldt Manufacturing
- H₂SO₄ al 0.255N , J-t Baker
- H₃BO₃ al 4%, Panreac
- Éter de petróleo, J-t Baker

3.5. Materia prima utilizada

- Sal de mar, marca Avilés

- Miel de agave orgánica, marca Tía Ofilia
- Mantequilla con sal, marca Gloria
- Vainilla, marca Passa Natural
- Manzana Granny Smith
- Nuez, marca La Carreta
- Amaranto
- Chía, marca Infusionate Línea Premium
- Arándano, marca Frubotanas
- Avena Quaker

3.6. Elaboración del producto

3.6.1. Selección de materia prima

Para la elaboración de las barras se seleccionaron los ingredientes (manzana, nuez, arándano, chía, avena y amaranto) de acuerdo con las especificaciones requeridas en la formulación.

Todos los productos fueron pesados, y colocados en un recipiente. En el caso de la manzana, esta fue lavada y posteriormente, fue sometida a proceso de extracción del jugo, para obtener solamente el sólido presente.

3.6.2. Preparación

Se preparan los ingredientes, ya sean rallados, o enteros, y se obtienen las cantidades que se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Especificaciones de la barra control

Ingredientes	Porcentaje (%)
Manzana	10.00
Avena	15.00
Arándano	4.50
Nuez	4.70
Chía	0.40
Miel de agave	10.00
Vainilla	0.40
Mantequilla	1.00
Sal de mar	0.20

Para la barra en estudio se utilizaron los mismos ingredientes, a diferencia del control, esta contiene menor proporción de avena y no contiene nuez. La avena fue disminuida de tal manera que el amaranto agregado completara la proporción original de la barra, como se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Especificaciones de la barra en estudio

Ingredientes	Porcentaje (%)
Manzana	10.00
Avena	10.50
Amaranto	4.50
Arándano	4.50
Chía	0.40
Miel de agave	10.00
Vainilla	0.40
Mantequilla	1.00
Sal de mar	0.20

Para preparar las mezclas se llevan a cabo los siguientes pasos:

- 1) Colocar en un recipiente la manzana rallada, y agregarle avena, amaranto, arándano y chía.
- 2) Mezclar hasta que todos los ingredientes se encuentren homogéneamente distribuidos.

- 3) Derretir mantequilla en baño maría; en un recipiente agregar vainilla con la sal y agregar la mantequilla derretida realizando una mezcla homogénea.
- 4) Mezclar todos los líquidos con la sal, hasta que la mezcla sea homogénea.
- 5) Agregar la mezcla de líquidos al recipiente que contiene la manzana con los demás ingredientes, y mezclar hasta que todo sea homogéneo.
- 6) Una vez realizado los pasos anteriores la mezcla está lista para moldear y hornear.

Es importante mencionar que para el caso de la barra control, el paso número uno, es diferente ya que en este paso en lugar de amaranto es avena en un 15% y le es agregado nuez. Todos los demás pasos son iguales para la preparación de las dos muestras.

3.6.3. Preparación de recipiente para horneado.

Se pone a precalentar el horno de la estufa a una temperatura de 150°C, 30 minutos antes de hornear el producto.

Una vez lista la mezcla, se prepara un refractario colocando papel encerado, de esta manera se empieza a agregar la mezcla como se ve en la figura 1.



Figura 1. Preparación de recipiente para horneado

La mezcla se coloca en el recipiente a un grosor de un centímetro (1cm), una vez terminado de agregar todo el producto, colocar al horno el recipiente.

El tiempo horneado es de 90 minutos, de los cuales, a partir del minuto 45 se estará monitoreando el producto cada 20 minutos hasta completar el minuto 90.

Pasado el tiempo en horno, retirar la barra y colocarla en papel aluminio para que esta se enfríe totalmente, para esto se deja un tiempo de 24 horas. Una vez concluido el tiempo de enfriamiento, colocar la barra en una tabla de picar y cortar en medidas de 5 cm de largo y 3 cm de ancho, como se muestra en la figura 2.



Figura 2. Corte de la barra funcional después del horneado

Se formuló la barra, de tal manera que esta obtuviera una apariencia agradable y crujiente, ya que es una característica sensorial más buscada en este tipo de alimento por parte del consumidor.

3.7. Análisis fisicoquímico

Este se realiza con la finalidad de conocer la composición nutrimental del producto, si este fue enriquecido con todos componentes funcionales que se esperaban y si presentó además los requerimientos que cualquier otra barra de cereal pudiera tener ante el agrado del consumidor.

3.7.1. Determinación de Humedad

La determinación de humedad en los alimentos es de suma importancia, ya que un elevado contenido de ésta influye en la velocidad de multiplicación de los

microorganismos, provocando su descomposición y por lo tanto la pérdida de la calidad sanitaria (NOM-116-SSA1-1994).

Se sometieron las dos muestras a esta prueba, una es nuestra muestra testigo la cual se tomó de una barra comercial y la otra es nuestra propuesta, ambas ingresaron con un peso inicial de 50g, a un horno de la marca THELCO a una temperatura que va de 99-105°C durante 48 horas.

Pasado el tiempo de secado en el horno, las muestras retiradas se dejan enfriar en un desecador durante 15 minutos, con la finalidad de que el medio ambiente no afectara las lecturas.

Se pesaron las muestras en una balanza analítica, donde se registró un peso de 47.2g, para la propuesta y uno de 46.9g para el control. Una vez registrados los pesos, las muestras fueron colocadas en crisoles cuyo peso era constante y colocarlas en la mufla.

El objetivo de colocar las muestras en la mufla es para poder determinar la materia seca total, la cual nos permitirá realizar diferencia de pesos y de esta manera calcular el porcentaje de humedad mediante la fórmula.

$$100\% - \text{materia seca total} = \% \text{ de humedad}$$

Donde:

100%: es representativo al porcentaje total de humedad de la muestra tomada antes de ingresar a la mufla.

3.7.2. Determinación de color

Para este análisis se utilizó un colorímetro CHROMA METER CR-400. Las mediciones que se evaluaron fueron (L^* , a^* , b^*), estas fueron realizadas en el laboratorio de ciencia y tecnología de alimentos, previamente se calibró el equipo utilizando un blanco, luego se colocaron las muestras en una charola blanca para realizar las respectivas mediciones en tres diferentes partes de cada muestra, cabe mencionar que las

muestras presentaban un tamaño de 5 cm de largo y 3 cm de ancho, tomando la lectura en diferentes partes de estas; en donde: L^* =luminosidad, a^* = rojo/verde (+a indica rojo; -a indica verde) y b^* =amarillo/azulado.

3.7.3. Determinación de textura

Se realizó mediante un penetrómetro digital de la marca EXTECH FHT-200, haciendo uso de una aguja de 4 milímetros, se penetró en tres partes de las muestras (superior, inferior, central), obteniendo tres resultados de cada muestra, y de esta manera obtener un promedio de este.

Una vez realizada la prueba, se registraron los datos en Newton (el Newton permite conocer la fuerza o dureza que presenta un alimento). Es importante conocer la textura ya que esta es muy importante para cada alimento y de ella depende la aceptación del consumidor.

3.7.4. Determinación de proteína cruda

La proteína se determina mediante el contenido de nitrógeno presente en una muestra, usando un factor de conversión dado por la fórmula de determinación de esta, en este caso el factor de conversión es de 6.25, esta prueba se realizó mediante el equipo Kjeldahl donde, las dos muestras (1g de cada una), fueron sometidas en tres pasos que son indispensables en el proceso, digestión, destilación y titulación o también llamado valoración gravimétrica, que a continuación se enumeran.

1. Para iniciar con la primera etapa que es la digestión, en los matraces Kjeldahl se colocan tres perlas de vidrio, y una vez pesadas las muestras se envuelven en un papel filtro, y se colocan dentro de cada matraz previamente identificados, posteriormente se le agrega una cucharada de selenio y 30 ml de H_2SO_4 colocándolo en una parrilla encendida del equipo Kjeldahl.

La digestión se detiene cuando el color del líquido y la muestra se encuentren en un verde brillante como se muestra en la figura 3, posteriormente se deja enfriar durante 24 h para continuar con la siguiente etapa de destilación y titulación.



Figura 3. Proceso de digestión de la muestra

2. La destilación se lleva a cabo una vez que el matraz Kjeldahl se encuentre frío, previamente se colocan 300 mL de agua destilada, esta debe ser agregada por las paredes del matraz y despacio con la finalidad de reducir la pérdida de nitrógeno presente en este, también se agrega, 100 mililitros de hidróxido de sodio al 45%, 3 granallas de zinc.

Se ocuparon por aparte tres matraces erlenmeyer de 500 mL, son identificados cada uno y se les agregó 50 mililitros de ácido bórico y 5 gotas de indicador mixto. Para recuperar 250 ml de destilado, los matraces se colocan en la parte inferior del equipo, ya que en la parte superior se lleva a cabo la destilación como se observa en la figura 4.



Figura 4. Destilación de la muestra

3. Como último paso se realiza la titulación donde los 50 mL recuperados de la destilación se titula con H_2SO_4 al 0.10050251 N hasta notar el cambio de viré, se detiene esta y se registran los datos obtenidos del gasto de H_2SO_4 al 0.10050251 N para continuar con los cálculos correspondientes.

3.7.5. Determinación de extracto etéreo

Para determinar la cantidad de extracto etéreo existen diferentes métodos; Goldfisch, por lotes, Bligh-Deyler, Röse-Gottlieb, Gerber, Soxhlet y Mojonier.

En este estudio se llevó a cabo el método de Soxhlet, el cual consiste en una extracción semicontinua con disolvente es colocado en un matraz bola, el cual al hacer su recirculación envolverá la muestra.

Para esta determinación, se ocuparon matraces bola previamente a peso constante donde se agregó el disolvente hexano para poder extraer la grasa, luego se pesaron 4 gramos de muestra la cual se colocaron en dedales para introducirlos al matraz sifón y así llevar a cabo la extracción

Como se observa en la figura 5, la muestra debe estar dentro de un papel filtro, para que el solvente, pueda extraer la grasa presente en esta, todas las veces que se lleve a cabo el sifoneo, y el matraz siempre debe estar con disolvente.



Figura 5. Obtención de extracto etéreo

Una vez conectado el equipo, el disolvente se calienta a ebullición y comienza a circular cubriendo la muestra, una vez que el líquido condensado llega a cierto nivel es sifoneado de regreso al matraz de ebullición.

La grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida (Belitz y col, 2009).

Una vez conectado el equipo, se monitorean cada 30 minutos los matraces para descartar la pérdida del solvente y en caso de presentar mucha pérdida de este, colocar más al matraz que lo requiera.

Transcurrido un tiempo de 8 horas de recirculación del solvente, se desconecta el equipo y se pone a secar el matraz nuevamente en la estufa de secado, se pesa para conocer el peso de este con la cantidad de grasa adherida, finalizando con el cálculo de obtención de extracto etéreo, mediante la fórmula:

$$\% EE = \frac{\text{Peso del matraz con grasa} - \text{Peso del matraz solo}}{\text{Gramos de la muestra}} * 100$$

3.7.6. Determinación de fibra

Esta prueba se llevó a cabo mediante el método gravimétrico utilizando el aparato de reflujo de la marca ESEICON, en donde se llevan dos tipos de digestión, y de igual forma dos filtraciones, una es mediante una digestión ácida, donde las muestras se degradan totalmente y la otra es una alcalina,

En esta prueba las muestras deben estar libres de grasa, por lo cual se realiza después de haber hecho la determinación de extracto etéreo..

Primero se toman 2 g de muestra sin grasa, y se colocan en un vaso de precipitado tipo Berzelius al cual se le agregan 100 mL de H_2SO_4 al 0.255N y se coloca en el aparato de reflujo como se muestra en la figura 6. Desde el momento en el que comienza a ebullición se contabilizan 30 minutos para filtrar el producto.



Figura 6. Digestión de muestra para obtención de fibra cruda

Una vez transcurrido el tiempo, se filtra el producto enjuagándolo con agua caliente, y finalmente colocar el producto filtrado en el mismo vaso agregando 100 mL de NaOH al 0.313 N. Se coloca nuevamente en el aparato de reflujo y de igual forma se contabilizan 30 minutos después de su ebullición para al final realizar el procedimiento de filtrado como se observa en la figura 7.



Figura 7. Filtrado de muestra para secar la fibra obtenida

Una vez filtrado el producto se obtiene la fibra húmeda y esta se coloca en un crisol previamente identificado y pesado para colocarlo en una estufa de secado durante 24 horas.

Transcurrido el tiempo de secado de las muestras, se pesan y se obtiene de esta manera el primer peso, el segundo peso se obtiene al llevar el crisol y quemar el producto en una parrilla Kjeldahl una vez quemada la muestra se pesa y se registra como segundo peso.

Finalmente se obtiene dos pesos para ejecutar la fórmula de fibra cruda.

$$\% \text{ Fibra cruda} = \frac{\text{peso del crisol con fibra seca} - \text{peso del crisol con cenizas}}{\text{gramos de la muestra}} * 100$$

3.7.7. Determinación de materia seca

Para determinar la materia seca total, se agregaron 2 gramos de muestra en crisoles que se encontraban a peso constante y que fueron identificados, para ser colocados en una estufa de secado en un lapso de 24 h.

Una vez pasado el tiempo de secado, se tomaron los crisoles y se pesaron para registrar el dato de este con materia seca, posteriormente los crisoles se colocan en una parrilla Kjeldahl, hasta quemar toda la materia y hayan quedado solo las cenizas de las muestras contenidas.

Finalmente se registran los pesos y de esta manera ejecutar la fórmula del porcentaje de materia seca total la cual es:

$$\% \text{ materia seca total} = \frac{\text{peso del crisol con muestra seca} - \text{peso del crisol solo}}{\text{gramos de la muestra}} * 100$$

3.7.8. Determinación de cenizas

Esta prueba se realizó mediante una ignición a la muestra; se tomó una cantidad de 2 gramos de muestra previamente secada en la estufa por un tiempo de 48 horas a una temperatura de entre 95-100°C, posteriormente se colocó la muestra en un crisol identificado y a peso constante. Para la ignición de las muestras, se trasladaron los crisoles con la muestra a una parrilla eléctrica (parrilla Kjeldhal), como se observa en la figura 8, hasta que desprendiera todo el humo.



Figura 8. Incineración de muestra en parrilla Kjeldahl

Una vez que dejaran de desprender humo, con unas pinzas los crisoles son colocados en un desecador para poder trasladarlos a la mufla Thermolyne, calentada a 600°C (la mufla se enciende en el momento que termina la ignición), estos se quedan ahí en un tiempo transcurrido de 6 horas.

Pasadas las 6 horas de los crisoles en la mufla, estos son retirados dejándolos 15 minutos de reposo en un desecador, para posteriormente ser pesados en una balanza analítica y de esta manera registrar los pesos y calcular el % de ceniza median la formula.

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de crisol con ceniza} - \text{Peso del crisol solo}}{\text{gramos de muestra}} * 100$$

3.7.9. Determinación de carbohidratos (extracto libre de nitrógeno)

El extracto libre de nitrógeno (ELN) es una categoría del sistema Weende que se utiliza para determinar carbohidratos. La mayor parte del ELN se compone de almidón y azúcares.

El ELN se calcula por diferencia mediante la siguiente ecuación:

$$\text{ELN} = 100 - (\text{A} + \text{B} + \text{C} + \text{D})$$

Donde:

A = Contenido de proteína cruda (%)

B = Contenido de extracto etéreo (%)

C = Contenido de fibra cruda (%)

D = Contenido de ceniza (%)

3.7.10. Determinación de contenido calórico (kcal/100 g)

El contenido de kcal en base a 100 g se calculó a partir de los factores Atwater (FAO, 2003; Mahan et al., 2013).

$$\frac{4 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} - 100 \%}{x - \text{PC} \%} \quad \frac{9 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} - 100 \%}{x - \text{EE} \%} \quad \frac{4 \frac{\text{kcal}}{\text{g}} - 100 \%}{x - \text{CHO} \%} \quad \Rightarrow \quad \frac{\text{kcal}}{100 \text{ g}} = \left(\text{PC} \frac{\text{kcal}}{\text{g}} + \text{EE} \frac{\text{kcal}}{\text{g}} + \text{CHO} \frac{\text{kcal}}{\text{g}} \right) * 100$$

Donde:

PC = Proteína Cruda

EE = Extracto Etéreo

CHO = Carbohidratos totales

3.8. Evaluación sensorial

La evaluación se realizó con 25 jueces semi entrenados y aplicando una prueba del tipo hedónica con una escala de cinco puntos, a los cuales se les pidió pasar a cubículos donde se les explicó la dinámica de evaluación dando a cada uno de ellos dos muestras en charolas cada una codificada, y de esta manera ellos evaluarían las características sensoriales (sabor, color, olor, textura, apariencia y aceptación globales).

Los jueces dieron a conocer sus resultados en una hoja de respuesta, en la cual también agregarían sus observaciones y estas serían tomadas en cuenta para mejorar la formulación de las muestras.

Los datos obtenidos, fueron analizados estadísticamente y en caso de haber diferencias significativas se realizó una prueba de medias de Fisher, estos no presentaron diferencias altamente significativas en las dos muestras evaluadas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada experimento realizado a las muestras, se realizaron tres repeticiones, analizando las variables de color, olor, textura, proteína, fibra, grasa, materia seca y cenizas.

Los resultados fueron analizados en un programa estadístico Infostat versión 8 ejecutándose un análisis de varianza ANOVA, y una prueba de medias por el método Fisher, considerando una $p \leq 0.05$, en el programa. De esta manera se pudieron identificar las diferencias que existieron en las muestras analizadas y cuáles fueron las variables que no presentaron diferencia.

4.1. Color

En este análisis se estudiaron los comportamientos de los valores L, a^* y b^* , en cada una de las muestras, en los cuales se puede notar que no existieron diferencias significativas en ambas muestras para los parámetros a^* , y b^* .

Pudiese parecer que en el parámetro b^* si existiesen diferencias, esto es debido a que este parámetro mide los colores rojo y amarillo, si el valor arrojado es negativo se refiere a una coloración más rojiza y si los resultados son positivos es color es más amarillo.

En este caso la muestra control es más amarillo oscuro que la B, ya que el control en su composición posee un 100% de avena la cual al momento del horneado fue un poco más dorada y crujiente, en comparación con la B la cual contiene un 30% de amaranto el cual permitió que la muestra B conservara un color amarillo más claro.

Lorusso y col. (2017) mencionan que las concentraciones de sólidos depende de las tomas de lectura del colorímetro, mientras menos sólidos presentes se encuentre en

una muestra analizada, será mucho más fácil la transmisión de luz emitida por un colorímetro, lo que indica un alto nivel de pureza en el color.

Como se puede observar en la figura 9, existe una diferencia en el parámetro de color b^* de 2.11, lo cual indica que la barra funcional propuesta presenta mayor luminosidad referente al color amarillo, de igual manera se puede notar como los parámetros a^* , b^* se comportan iguales, por lo tanto, estadísticamente no se encuentran diferencias significativas para este parámetro analizado.

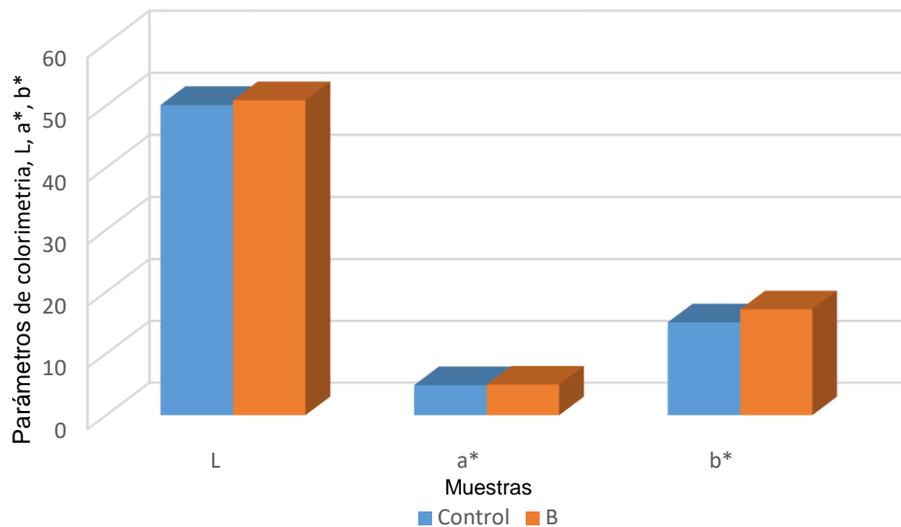


Figura 9. Comparación de los parámetros del color en ambas muestras

4.2. Textura

La textura, es una de las características importantes de un producto alimenticio, ya que de esta depende lo agradable que le parezca al consumidor.

Esta prueba se realizó en tres partes diferentes de las barras de cereal (parte superior, media e inferior), mediante un penetrómetro, se realizaron tres repeticiones para cada una, obteniendo de esa manera un promedio más acertado de las lecturas tomadas, en la figura 10, se puede observar que existen diferencias significativas en la textura de ambas muestras, dado que la barra de control se encuentra en un 100% de avena

y al momento de hornear, esta presentó una características más crujiente, en comparación con la barra B, que se encuentra con un 30% de amaranto.

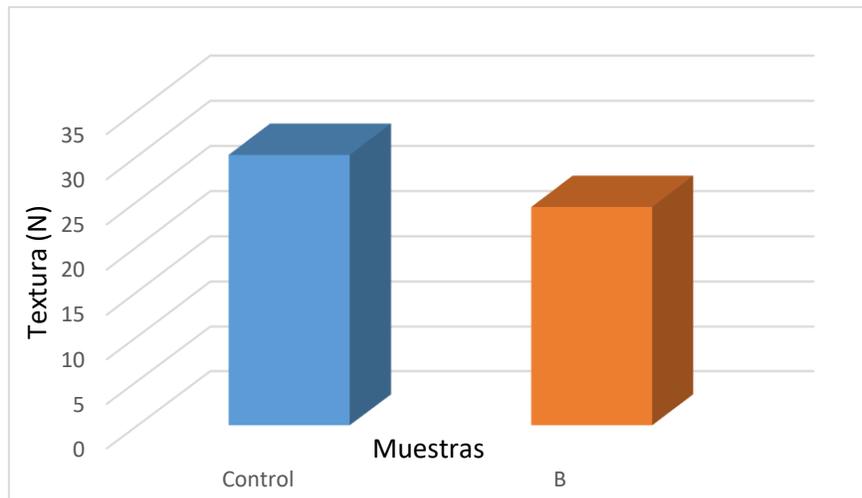


Figura 10. Comparación de textura

La barra en estudio presentó una textura más suave dado que en el tiempo de horneado el amaranto no se secó completamente junto con la avena, esta barra no estuvo del todo crujiente por lo cual, al ingresar el penetrómetro, la aguja perforó con más fuerza nuestro control, mientras que nuestra barra en estudio (B), a aguja perforó rápidamente la barra.

Existe una diferencia de 5.76 Newton de fuerza respecto a nuestra barra en estudio, con esto podemos notar que esta barra no resultó crujiente como la barra comercial que teníamos de testigo.

Estadísticamente, mediante una prueba de medias mediante Fisher, se puede notar que no existen diferencias significativas en ambas muestras respecto al parámetro evaluado.

4.3. Determinación de proteína cruda

En este análisis se lleva a cabo la digestión húmeda de la materia orgánica y la cuantificación del amoníaco producido a partir del nitrógeno.

La proteína es un parámetro de gran importancia en esta barra funcional, ya que se busca que la barra en estudio (B), aporte mayor porcentaje de proteína en comparación al control.

Como se muestra en la figura 11, los datos obtenidos en el laboratorio favorecen la formulación ya que la barra en estudio aporta mayores cantidades de proteína, por otro lado; los datos estadísticos mediante la prueba de medias Fisher no nos presenta diferencias significativas en las cantidades de proteína en ambas barras, lo cual indica que las muestras analizadas pueden ser consideradas con el mismo valor proteico.

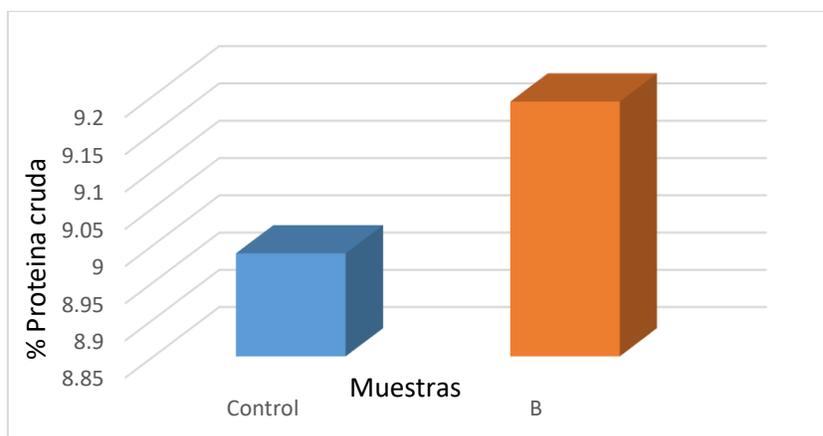


Figura 11. Porcentaje de proteína cruda

El contenido de proteína en barras de cereales está en función de la cantidad incorporada de sus ingredientes en las formulaciones, así como, a la calidad de las proteínas que estos presentan (Osorio, 2016).

Los valores obtenidos favorecen la formulación de la barra funcional en estudio, debido a la incorporación de amaranto, el cual es rico en proteínas y además aporta aminoácidos esenciales.

4.4. Determinación de fibra cruda

La fibra es también de gran importancia ya que mediante esta se puede prevenir o se controlan los problemas digestivos tales como el estreñimiento, por eso es recomendable introducir fibra en cualquiera de las dietas de un consumidor.

Los resultados obtenidos de fibra para la barra funcional en estudio son menores en comparación a el control como se muestra en la figura 12, existiendo una diferencia del 0.3795% de esta, estadísticamente no existen diferencias significativas, por lo tanto, solamente se tendría que enriquecer en fibra a la barra funcional en estudio.

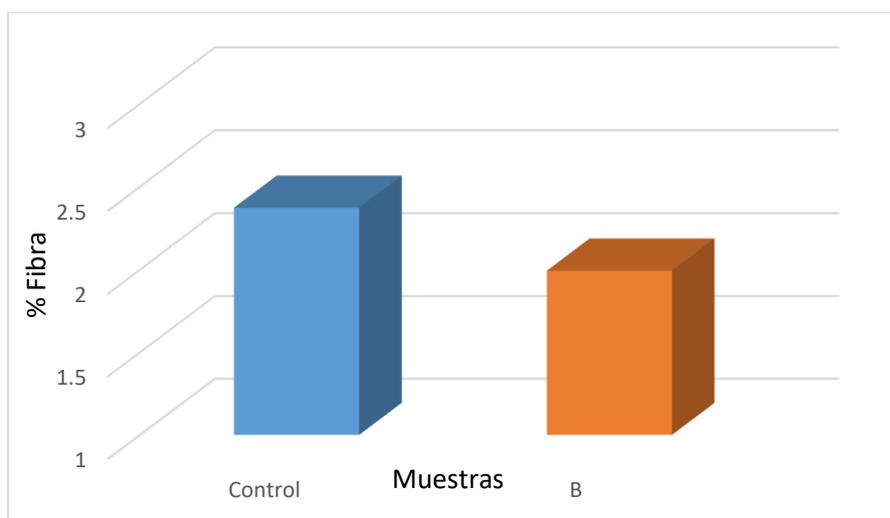


Figura 12. Porcentaje de Fibra cruda

La barra en estudio puede ser enriquecida de fibra incorporando cantidades mayores de manzana, ya que de acuerdo con lo que dice el departamento de agricultura de los Estados Unidos cada 100g de manzana posee 2.4g de fibra cruda.

4.5. Determinación de extracto etéreo

La grasa o extracto etéreo es un componente presente en la mayoría de los alimentos, en el caso de las barras de cereal es importante controlar el contenido de este ya que entre menos cantidad de grasa se encuentre en estas es mucho mejor.

Como se puede observar en la figura 13, la cantidad de extracto etéreo (grasa), es muy bajo en la barra en estudio comparada con el control, esto, estadísticamente nos presentan diferencias altamente significativas, lo cual favorece nuestra barra en estudio.

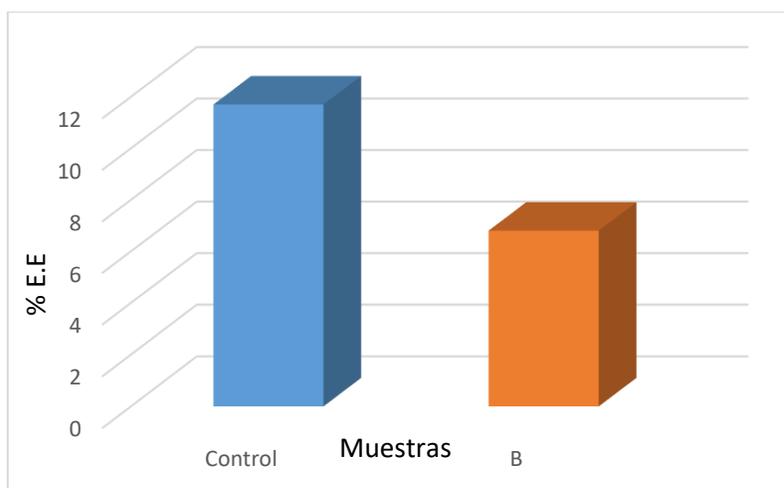


Figura 13. Porcentaje de extracto etéreo

El valor bajo de grasa en la barra propuesta se debe a que no le fue agregado la nuez, la cual es una materia prima rica en grasas poliinsaturadas las cuales no son dañinas a la salud siempre y cuando estas se consuman en cantidades menores, por lo cual en la barra en estudio omitimos agregar este ingrediente para disminuir los niveles de grasas presentes.

De esta manera se puede ofrecer un producto funcional bajo en grasa, previniendo los altos niveles de triglicéridos entre otras enfermedades que se puedan presentar debido a las altas concentraciones de este componente y de esta manera el consumidor pueda sentirse satisfecho de este producto.

4.6. Determinación de materia seca total

Este parámetro indica el porcentaje de materia seca que se encuentra en cada muestra analizada, en este caso se puede observar en la figura 14, la barra en estudio presenta

menor cantidad de materia seca comparada con la del control, con una diferencia de 1.1641%, lo que estadísticamente significa que existen diferencias significativas en ambas muestras.

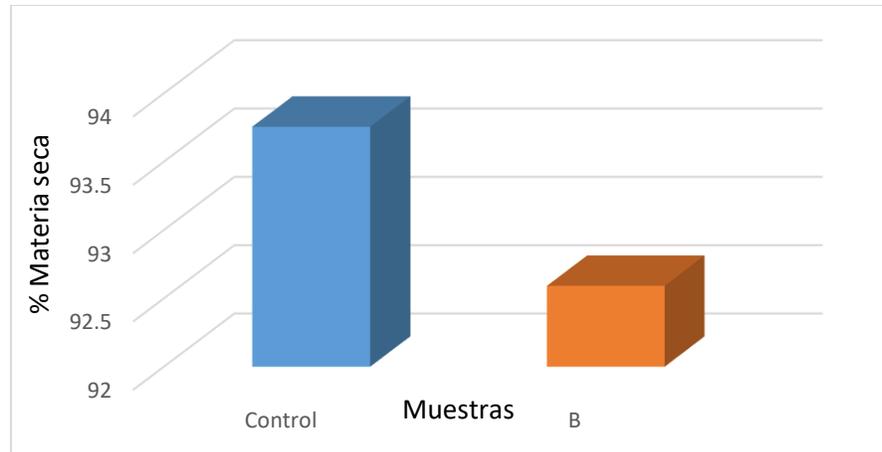


Figura 14. Porcentaje de materia seca total

Las diferencias existentes son debido a las cantidades agregadas de avena y amaranto en cada una, ya que las proporciones en ambas fueron diferentes y cabe mencionar que la avena es un cereal muy seco y de menor permeabilidad comparada con el amaranto.

La barra de control presenta una mejor textura ya que es mucho más crujiente; mientras que la barra en estudio no lo es ya que, el amaranto es un pseudocereal mucho más blando que posee una porosidad mayor a la de la avena y este absorbe rápidamente la humedad que se encuentre en contacto con el mismo, mientras que la avena es un poco menos porosa y no absorbe el agua con la misma rapidez.

4.7. Determinación de cenizas totales

Este análisis nos permitió conocer en gran manera la cantidad de humedad presente en ambas muestras, del mismo modo nos permite presenciar la cantidad de nutrientes minerales de cada una.

Como se pueden observar en la figura 15, los resultados obtenidos muestran una mayor concentración de materia seca incinerada en nuestra barra en estudio lo cual nos da a conocer que esta presenta mayores cantidades de minerales.

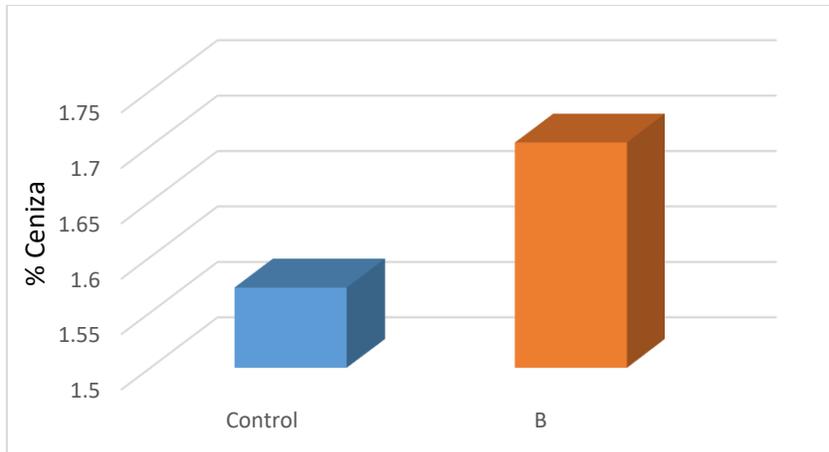


Figura 15. Porcentaje de cenizas totales

Los datos obtenidos, estadísticamente mediante una prueba de medias de Fisher presentaron diferencias significativas con una $p > 0.05$.

4.7.9. Determinación de carbohidratos (ELN)

El contenido de carbohidratos en la muestra control y propuesta fue significativamente diferente, mostrando que la barra propuesta posee mayor contenido de carbohidratos que el control (figura 16).

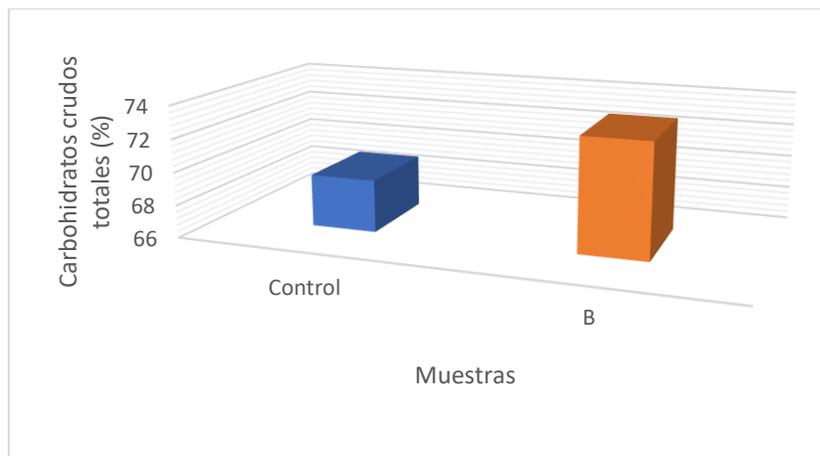


Figura 16. Porcentaje de carbohidratos crudos totales (ELN)

4.7.10. Determinación de valor calórico

En la figura 17, se muestra el valor calórico de las barras estudiadas. La barra propuesta posee un mayor valor calórico

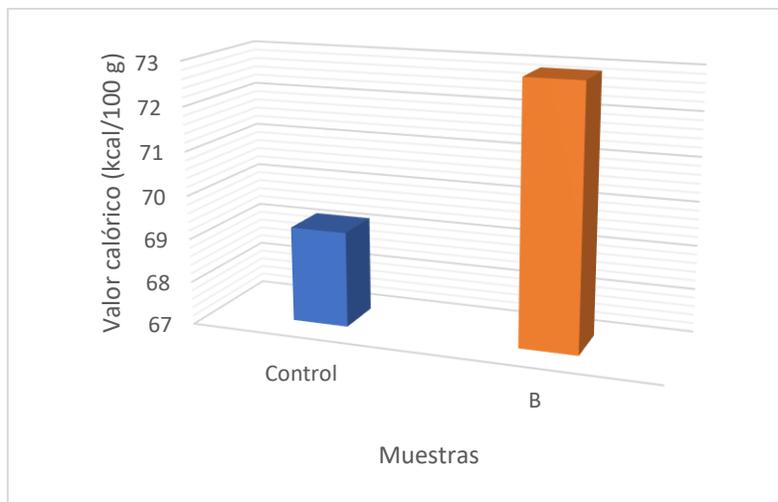


Figura 17. Valor calórico de las barras funcionales

4.8. Análisis sensorial

Se evaluaron sensorialmente las variables de apariencia global, color, olor, textura, sabor y aceptación global de las cuales en los siguientes párrafos se muestran las calificaciones obtenidas para cada una de ellas.

4.8.1. Apariencia global

La apariencia es una característica importante para cualquier producto alimenticio, ya que la mayoría de las veces el consumidor es atraído por esta variable para poder realizar la compra de este.

Como se puede observar en la figura 18, la barra que tuvo mejor calificación en apariencia global es la barra en estudio, esto favorece la formulación establecida para esta, cabe mencionar también que la barra no contenía nuez, este podría ser un ingrediente no tan agradable a la vista en una barra o de igual manera la barra control

no contenía amaranto, a ambas se les sustituyó un ingrediente. Por lo tanto, existen diferencias significativas en ambas muestras de acuerdo a este parámetro.

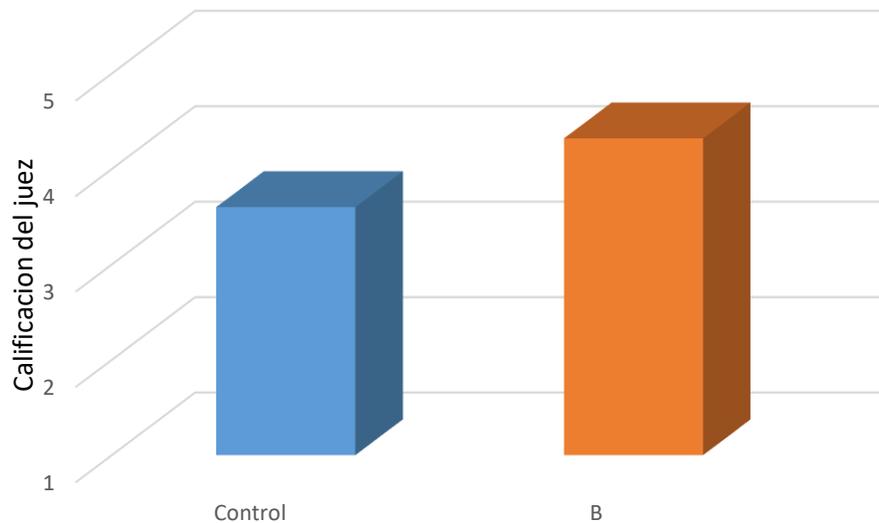


Figura 18. Apariencia global

4.8.2. Color

Una de las características que más nos llama la atención de un producto es su color, pues dependiendo de qué producto se trate el color debe ser único y debe ser apetecible.

La coloración de las barras se ve afectada en el proceso de cocción, ya que dependiendo de los ingredientes de cada una suceden diferentes reacciones. Un caso que se puede presentar es por ejemplo un pardeamiento no enzimático como la reacción de maillard (debido a la presencia de azúcares junto a proteínas), otro factor que afecta su color es la temperatura.

Como se puede observar en la figura 19, la barra con mejor calificación de color es la B, teniendo una diferencia de calificación de 0.88, por lo tanto, como se muestra en el anexo 2 existen diferencias significativas entre ambas.

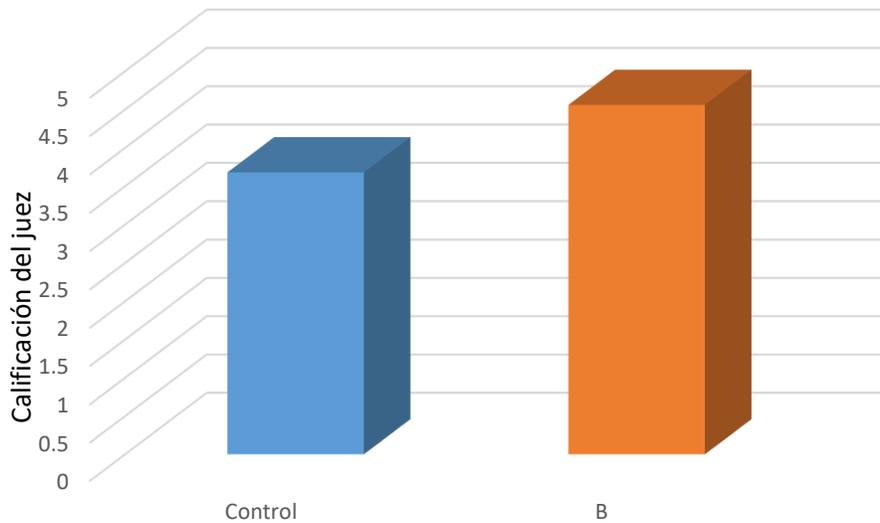


Figura 19. Calificación dada al color de las barras

4.8.3. Olor

Esta es una característica importante también en cualquier alimento dado que existen consumidores con un olfato muy sensible, y estos pueden percibir olores no deseados en el producto que muchas veces se pueden pasar por desapercibidos.

En las barras u otros productos que son horneados se debe tener cuidado con la temperatura y el tiempo de cocción, ya que estos afectan el olor del producto. En algunas ocasiones los ingredientes que las barras o productos poseen no son resistentes a altas temperaturas por un largo tiempo y ocasionan malos olores al producto.

Como se puede observar en la figura 20, existe una mínima diferencia en este parámetro, por lo cual se llevó a cabo una prueba de medias con Fisher para determinar si las barras son diferentes en el olor, la cual mostró que estadísticamente no existen diferencias significativas en ambas por lo cual es buen punto para la formulación establecida.

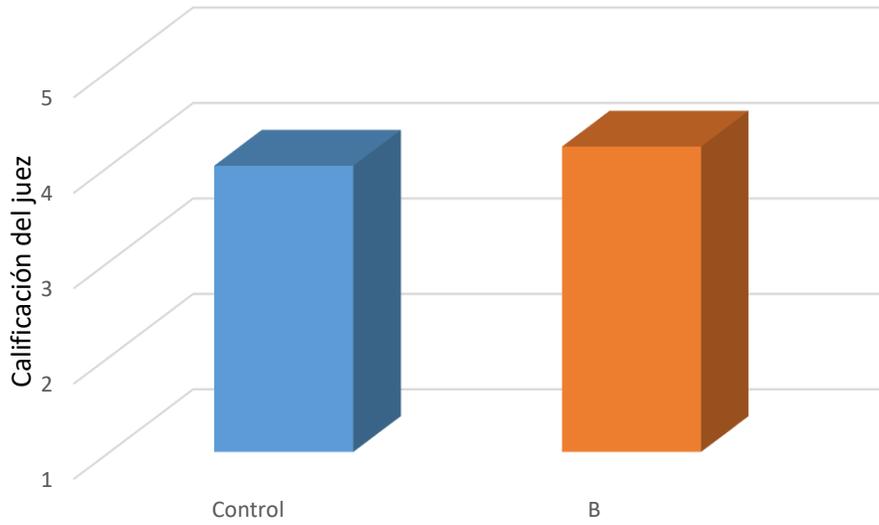


Figura 20. Calificación dada al olor de las barras

4.8.4. Textura

En la figura 21, se pueden observar las calificaciones otorgadas a las barras de cereal para la textura.

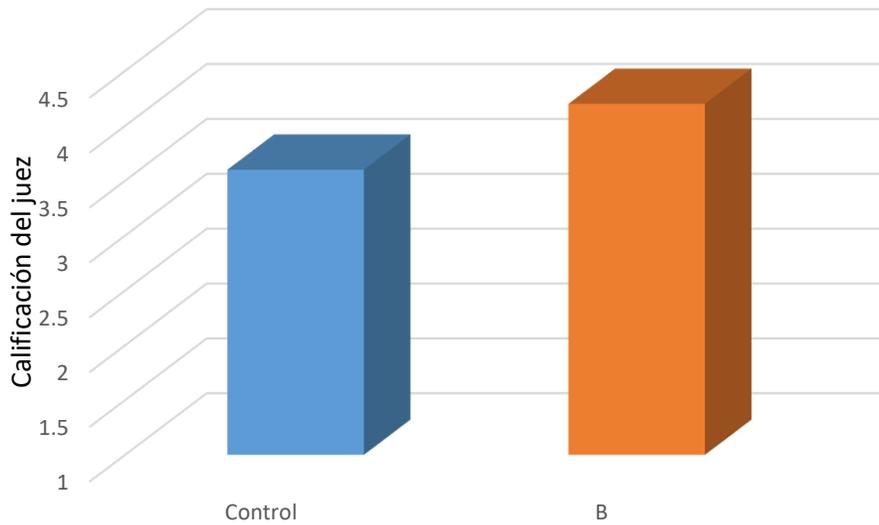


Figura 21. Calificación otorgada a la textura

La barra que presentó mejor textura es la barra en estudio, dado que esta presentó una textura crujiente, esto fue debido al porcentaje de amaranto presente en esta, mientras que en la barra control se puso un poco dura por el porcentaje de avena presente.

Como se observa en el anexo 4, existen diferencias significativas para este parámetro.

4.8.5 Sabor

Una de las características que se deben cuidar mucho al momento de la elaboración de un producto es el sabor, ya que podría tener una buena apariencia, un buen color, una buena textura etc., pero muchas de las veces no se lleva una buena manipulación de los ingredientes por lo cual la ausencia o el exceso de estos modifican el sabor del producto dejándolo desagradable al paladar.

En algunas ocasiones no se lleva a cabo una mezcla correcta, o como en este caso simplemente no es de mayor agrado el sabor del producto terminado.

Como se observa en la figura 22, los resultados que se obtuvieron al evaluar el sabor de las barras de cereal no fueron favorables a la barra en estudio, sin embargo, la diferencia fue significativa.

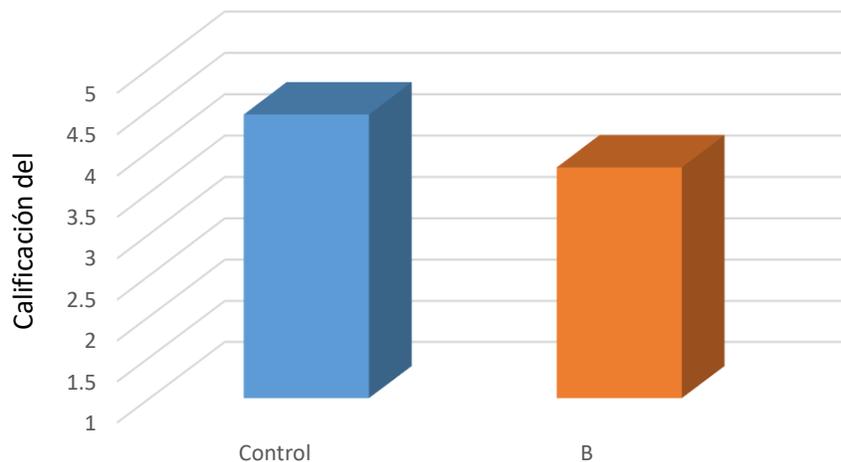


Figura 22. Calificación dada al color

4.8.6. Aceptación global

En la figura 23, se muestran los resultados obtenidos por los panelistas al evaluar de manera global las barras de cereal.

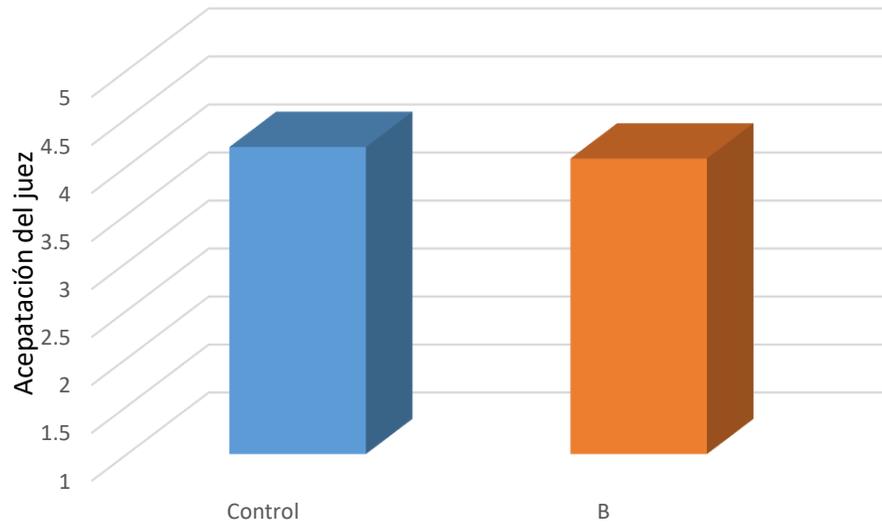


Figura 23. Calificación dada a la aceptación global

Ambas barras fueron aceptadas por los jueces, notándose que el sabor fue una de las variables que pudo afectar la aceptación global de esta, sin embargo como se observa en el anexo 6, en el anva y mediante una prueba de medias de Fisher ($p < 0.05$) no existen diferencias significativas para ambas barras de cereal.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- Se formuló una barra energética con ingredientes funcionales, que además de proporcionar beneficios a la salud, ofreciera un buen sabor y buena presentación ante los consumidores.
- La barra funcional, de acuerdo con el análisis proximal realizado, presentó un 9.19% de proteína, 1.99% fibra y 6.80% de grasa.
- La textura de la barra funcional fue de 24.31 Newton y la del control fue 30.08 Newton, ambos valores están dentro de las texturas que cualquier barra comercial presenta.
- Mediante el análisis sensorial, se hace notar que la formulación de la barra funcional es de buen agrado por los jueces, ya que los parámetros evaluados (color, textura, apariencia global y olor) recibieron mayor calificación que las de la barra control, sin embargo, en los parámetros de sabor y aceptación global no hubo diferencia significativa ya que recibieron las mismas calificaciones.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

- Analizar los diferentes tipos de minerales presentes en las barras funcionales.
- Analizar los compuestos antioxidantes y fitoquímicos presentes en la barra funcional.
- Formular una barra funcional mediante desechos orgánicos (cascara de piña, plátano, papaya), enriqueciendo con la proteína presente en el amaranto y compuestos funcionales de otros ingredientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvares, S., 1983, "El manzano" 4ta. Edición, Editorial Publicaciones de extensión agraria, Madrid, España, pp. 2426, 400-401.
- Aparicio Vizuet A, Ortega Anta RM (2016), Efectos del consumo del betaglucano de la avena sobre el colesterol sanguíneo. *Rev Esp Nutr Hum Diet.*; 20(2): 127 - 139.
- Appelt, P., Alves, M., Guerra, A., Kalinke, C. and Aparecido, V (2015), Development and characterization of cereal bars made with flour of jabuticaba peel and okara. *Acta Scientiarum Technology*, 37(1), p. 117-122.
- Araya L, Héctor y Lutz R, Mariane (2003), Functional and Healthy foods. *Rev. chil. nutr.*, vol.30, n.1 pp.8-14. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182003000100001&lng=es&nrm=iso>.
- Arruda, V., De Oliveira, T., De Souza, M., Della, S., Fernandes, L., Rodrigues, V. and Bressan, J (2017), Influence of package and health-related claims on perception and sensory acceptability of snack bars. *Food Research International*, 101, p. 103-113.
- Caballero, B. (1988). Implicaciones nutricionales de las interacciones dietéticas: una revisión. *Boletín de Alimentos y Nutrición*, 10 (2), 1–12. <https://doi.org/10.1177/156482658801000213>
- Di Sapio, Osvaldo, Mirian; Busilacchi, Héctor; Severin, Cecilia, abril 2018, Chía: importante antioxidante vegetal, revista agro mensajes, Secretaría de Extensión Universitaria, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Recuperado el 18 de octubre del 2019, de <http://hdl.handle.net/2133/1249>
- Dyner, Luis, Drago, Silvina R, Piñeiro, Adriana, Sánchez, Hugo, González, Rolando, Villaamil, Edda, & Valencia, Mirta E. (2007). Composición y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de panes y fideos elaborados con harinas de

trigo y amaranto. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57(1), 69-78. Recuperado en 22 de Octubre de 2019, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000100010&lng=es&tlng=es.

- Elorza Martínez Pablo, López Herrera Maritza, Hernández Fuentes Alma Delia, Olmedo Pérez Gerardo, Domínguez Barradas Consuelo & Maruri García José Manuel (2007). Efecto del tipo de tutor sobre el contenido de vainillina y clorofila en vainas de vainilla, *Revista UDO Agrícola* 7 (1):228-236.
- Espinoza Manfugás Julia (2007), *Evaluación Sensorial*, Ciudad de la Habana, Editorial Universitaria, ISBN 978-959-16-0539-9.
- Garcia Gonzales Ana Sarahí, G López Mercedes (2013), Jarabe de agave alternativa natural, revista *Énfasis Alimentación*, Consultado el 5 de febrero de <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/68396-jarabe-agave-alternativa-natural>.
- García Ochoa, Omar Eduardo, Infante, Ramón Benito, & Rivera, Carlos Julio. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 21(1), 25-30. Recuperado en 25 de febrero de 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522008000100005&lng=es&tlng=es.
- Gutkoski, Luiz Carlos, Bonamigo, Jane Maria de Almeida, Teixeira, Débora Marli de Freitas, & Pedó, Ivone. (2007). Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Food Science and Technology*, 27(2), 355-363. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200025>
- Hernández Alarcón Elizabeth (2005), *Evaluación Sensorial*, Universidad Nacional Abierta a distancia, Bogotá-D.C.
- Howell AB (2007), Bioactive compounds in cranberries and their role in prevention of urinary tract infections. *Mol Nutr Food Res*; 51:732-7.

- Izzo, M. & Niness, K (2001), Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. *Cereal Foods World*, v. 46, n. 3, p. 102-105.
- Lai, W., Khong, N., Lim, S., HEE, Y., SIM, B., Lau, K. and Lai, O (2017), A review: modified agricultural by-products for the development and fortification 76 *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* Vol. 16 No 2 · Julio - Diciembre 2018 Luis Francisco Márquez Villacorta of food products and nutraceuticals. *Trends in Food Science & Technology*, 59, p. 148–160.
- Lira Domínguez María Reyna (2008). *Guía para la Evaluación Sensorial de los Alimentos*, Instituto de Investigación Nutricional.
- Lorusso A., Verni M., Montemurro M., Coda R., Gobbetti M., Gluseppe C. R. (2017). Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *Journal Food Science and Technology*. 78 215-221.
- Molina María Esther y África Paz Martín Islan (2007), La fibra dietética procesada como alimento funcional, revista OFFARM, Vol 1.
- Márquez Sigwas Betsy Mendelyne (2014), *Cenizas y Grasas*, Universidad Nacional De San Agustín, Arequipa, Perú.
- Martínez Augustin, O., & Martínez de Victoria, E. (2006). Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutrición Hospitalaria*, 21(Supl. 2), 01-14. Recuperado en 06 de febrero de 2020, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000500002&lng=es&tlng=es
- NMX-2008, Norma Mexicana (2008) Establece las especificaciones del producto denominado jarabe de agave elaborado con A. Tequilana Weber. var. azul. Especificaciones y métodos de prueba. NMX-FF-110-SCFI-2008. Diario Oficial 22 de abril de 2009. México.

- NMX-F-289-1977 (1977). Alimentos para uso humano. cereales. Avena laminada o en copos. especificaciones. Foods for human use. Sheeted oats or in flakes, especifications, normas mexicanas. Dirección general de normas.
- Norma oficial mexicana nom-116-ssa1-1994, bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. método por arena o gasa.
- Ochoa, C. (2012). Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa apicare. Tesis para optar al título de bioquímico farmacéutico, Universidad de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Olson, Samantha (2014). Una manzana al día mantiene la grasa lejos; El recuento de fibra y polifenoles de Granny Smith promueve la salud general. Boletín médico diario. Consultado el 4 de febrero de 2020. <https://www.medicaldaily.com/apple-day-keeps-fat-away-granny-smiths-fiber-and-polyphenol-count-promote-overall-health-305654>
- Osorio, P., Islas, J., Aguirre, A. y Carmona, R (2016), Elaboración de una barra de trigo con harina de plátano y amaranto. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 1(2), p. 734-738.
- Pérez Leonard, Heidy (2006), Nutracéuticos: componente emergente para el beneficio de la salud. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, XL (septiembre-Diciembre) Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120665003>> ISSN 0138-6204
- Kritchevsky D. Dietary fiber. Annu Rev Nutr 1988; 8: 301 - 328.
- Ravel,G., 1970, “variedades americanas de manzana”, Editorial Oikos-tau S.A., Barcelona, España, pp. 195, 273-280.
- Rawat, N. and DARAPPA, I (2015). Effect of Ingredients on Rheological, Nutritional and Quality Characteristics of Fibre and Protein Enriched Baked Energy Bars. Journal Food Science Technology, 52(5), p. 3006–3013.

- Roberfroid MB (2000). Concepts and strategy of Functional Foods Science: the European Perspective. *Am J Clin Nutr*; 71: 1660S-1664S.
- López-Miranda, Ros Emilio, y, José, y Picó, Catalina, y Rubio, Miguel Ángel, y Babio, Nancy, y Sala-Vila, Aleix, y Pérez-Jiménez, Francisco, y Escrich, Eduard, y Bulló, Mònica, & Solanas, Montserrat, & Gil Hernández, Angel, & Salas-Salvadó, Jordi (2015). Consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta; postura de la Federación Española de Sociedades de Alimentación, Nutrición y Dietética (FESNAD). *Nutrición Hospitalaria*, 32 (2), 435-477. [Fecha de consulta 6 de febrero de 2020]. ISSN: 0212-1611. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3092/309243317001>
- Seipel, M., Pirovani, M., Güemes, D., Gariglio, N. y Piagentini, A., 2009, “Características Fisicoquímicas de los frutos de tres variedades de manzanas cultivadas en la región de Centro- Este de la provincia de Santa Fe”, *Revista FAVE*.
- Silveira Rodríguez, Manuela Belén, Monereo Megías, Susana, & Molina Baena, Begoña. (2003). Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿Cerca o lejos? *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), 317-331. Recuperado en 3 de noviembre de 2019, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300003&lng=es&tlng=es
- Tirado, Diego F, Montero, Piedad M, & Acevedo, Diofanor. (2015). Estudio Comparativo de Métodos Empleados para la Determinación de Humedad de Varias Matrices Alimentarias. *Información tecnológica*, 26(2), 03-10. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>
- Valpiana, T., 1997, “La manzana”, Editorial IBIS-Alimentos sanos Barcelona, España, pp.24-27, 34-44.
- Xingú López, Andrés, y González Huerta, Andrés, y de la Cruz Torrez, Eulogio, y Sangerman-Jarquín, Dora Ma., Y Orozco de Rosas, Guillermo, y Rubí

Arriaga, Martin (2017). Chía (Salvia hispánica L.) situación actual y tendencias futuras. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8 (7), 1619-1631. [Fecha de Consulta 4 de febrero de 2020]. ISSN: 2007-0934. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2631/263153520010>

ANEXOS

ESTUDIOS ESTADÍSTICOS DEL ANALISIS SENSORIAL

Anexo 1. Apariencia global

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Apariencia global escala A..	50	0.22	0.20	17.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.48	1	6.48	13.27	0.0007
Muestra	6.48	1	6.48	13.27	0.0007
Error	23.44	48	0.49		
Total	29.92	49			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.39741

Error: 0.4883 gl: 48

Muestra Medias n E.E.

230	3.60	25	0.14	A
975	4.32	25	0.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2. Color

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Color	50	0.29	0.28	17.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.68	1	9.68	19.69	0.0001
Muestra	9.68	1	9.68	19.69	0.0001
Error	23.60	48	0.49		
Total	33.28	49			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.39876

Error: 0.4917 gl: 48

Muestra Medias n E.E.

230	3.68	25	0.14	A
975	4.56	25	0.14	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3. Olor

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Olor	50	0.02	0.00	17.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.50	1	0.50	0.92	0.3415
Muestra	0.50	1	0.50	0.92	0.3415
Error	26.00	48	0.54		
Total	26.50	49			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.41855

Error: 0.5417 gl: 48

Muestra Medias n E.E.

230 4.00 25 0.15 A

975 4.20 25 0.15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Textura

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura escala B	50	0.13	0.11	20.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.50	1	4.50	7.20	0.0100
Muestra	4.50	1	4.50	7.20	0.0100
Error	30.00	48	0.63		
Total	34.50	49			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.44959

Error: 0.6250 gl: 48

Muestra Medias n E.E.

230 3.60 25 0.16 A

975 4.20 25 0.16 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Sabor

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Sabor	50	0.15	0.13	19.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.12	1	5.12	8.15	0.0063
Muestra	5.12	1	5.12	8.15	0.0063
Error	30.16	48	0.63		
Total	35.28	49			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.45079

Error: 0.6283 gl: 48

Muestra Medias n E.E.

975	3.80	25	0.16	A
230	4.44	25	0.16	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6. Aceptación global

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
aceptación global escala A..	50	0.01	0.00	17.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.18	1	0.18	0.33	0.5658
Muestra	0.18	1	0.18	0.33	0.5658
Error	25.84	48	0.54		
Total	26.02	49			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.41726

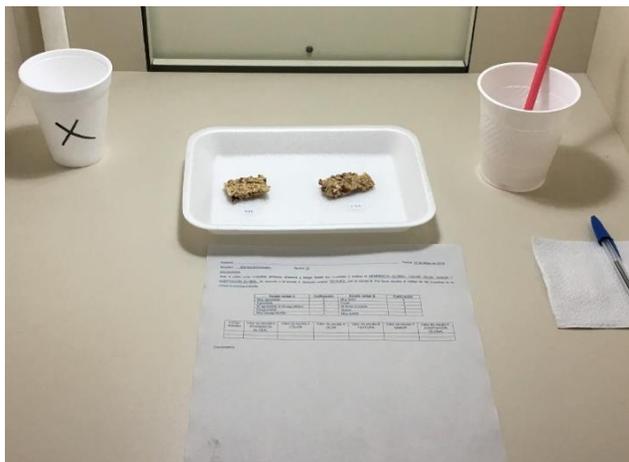
Error: 0.5383 gl: 48

Muestra Medias n E.E.

975	4.08	25	0.15	A
230	4.20	25	0.15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 7. Preparación de la evaluación sensorial



ESTUDIOS ESTADISTICOS DEL ANÁLISIS PROXIMAL

Anexo 8. Contenido de proteína cruda

Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% proteína	6	0.11	0.00	3.89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.06	1	0.06	0.50	0.5203
Muestra	0.06	1	0.06	0.50	0.5203
Error	0.50	4	0.13		
Total	0.56	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.13412
Error: 0.1251 gl: 4

Muestra	Medias	n	E.E.
Control	8.99	3	0.20 A
propuesta	9.19	1	0.20 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 9. Contenido de extracto etéreo

Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% extracto etereo	6	0.96	0.95	6.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35.97	1	35.97	96.07	0.0006
Muestra	35.97	1	35.97	96.07	0.0006
Error	1.50	4	0.37		
Total	37.47	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.96187
 Error: 0.3745 gl: 4

Muestra	Medias	n	E.E.
propuesta	6.80	1	0.35 A
Control	11.70	3	0.35 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 10. Textura

Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Determinación de textura (..	6	0.13	0.00	33.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	49.88	1	49.88	0.60	0.4825
Muestra	49.88	1	49.88	0.60	0.4825
Error	333.61	4	83.40		
Total	383.50	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=29.27858
 Error: 83.4033 gl: 4

Muestra	Medias	n	E.E.
propuesta	24.32	1	5.27 A
Control	30.08	3	5.27 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 11. Porcentaje de humedad

Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Humedad	6	0.81	0.76	5.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.03	1	2.03	16.59	0.0152
Muestra	2.03	1	2.03	16.59	0.0152
Error	0.49	4	0.12		
Total	2.52	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.12229

Error: 0.1225 gl: 4

Muestra	Medias	n	E.E.
Control	6.24	3	0.20 A
propuesta	7.41	1	0.20 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 12. Materia seca total

Resultados

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Materia seca	6	0.81	0.76	0.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.03	1	2.03	16.59	0.0152
Muestra	2.03	1	2.03	16.59	0.0152
Error	0.49	4	0.12		
Total	2.52	5			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.12229

Error: 0.1225 gl: 4

Muestra	Medias	n	E.E.
propuesta	92.59	1	0.20 A
Control	93.76	3	0.20 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 13. Porcentaje de Ceniza total

Resultados					
Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
% Ceniza	6	0.94	0.92	1.26	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.03	1	0.03	59.82	0.0015
Muestra	0.03	1	0.03	59.82	0.0015
Error	1.7E-03	4	4.3E-04		
Total	0.03	5			
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.06642					
Error: 0.0004 gl: 4					
Muestra	Medias	n	E.E.		
Control	1.57	3	0.01	A	
propuesta	1.70	1	0.01	B	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					

Anexo14. Porcentaje de Fibra Cruda

Resultados					
Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
% Fibra	6	0.71	0.63	6.87	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.22	1	0.22	9.60	0.0363
Muestra	0.22	1	0.22	9.60	0.0363
Error	0.09	4	0.02		
Total	0.31	5			
Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.48098					
Error: 0.0225 gl: 4					
Muestra	Medias	n	E.E.		
propuesta	1.99	1	0.09	A	
Control	2.37	3	0.09	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)					