



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS



Tema: Desarrollo de una barra energética a partir de cultivos andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Avena (*Avena Sativa*) y Amaranto (*Amaranthus Caudatus* L.)

Informe Final de Integración Curricular, Modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención de título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Autor: Edwin Marcelo Aponte Martínez

Tutor: Dr. Christian David Franco Crespo.

Ambato - Ecuador

Septiembre 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

PhD. Christian David Franco Crespo

CERTIFICA:

Que el presente Informe Final de Integración Curricular ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación del Informe Final de Integración Curricular bajo la modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grado de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 03 de agosto del 2022

.....

Dr. Christian David Franco Crespo

C.I: 171709060-7

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edwin Marcelo Aponte Martínez, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



Edwin Marcelo Aponte Martínez

C.I: 180436287-7

Autor

APROBACION DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesionales Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para consistencia firman:

.....

Presidente del Tribunal

.....

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

C.I. 0501873954

.....

Ing. M.Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I. 1803124294

Ambato, 29 de agosto del 2022

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



.....
Edwin Marcelo Aponte Martínez

C.I: 180436287-7

AUTOR

DEDICATORIA

A ti mi Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

A mis padres Mery y Marcelo, ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico este logro a ustedes amados padres, como una meta más conquistada.

A mis hermanos Christian y Jonathan, quienes han sido testigos de todo el esfuerzo que hemos tenido afrontar, siempre han estado con palabras de apoyo y comprensión.

A mis queridos ángeles que desde el cielo me han cuidado y me han dado su bendición, en el especial a mi papito Bolívar la promesa de culminar mi carrera la cumplí.

Gracias a todos por confiar en mí mostrarme siempre su apoyo y cariño incondicional.

No fue fácil nadie dijo que iba hacerlo, y a pesar de todos los obstáculos, hoy puedo decir lo logré y nadie me lo regaló.

Edwin Aponte.

AGRADECIMIENTO

A Dios, como buen cristiano y creyente quien me ha dado fortaleza y salud para afrontar todas las dificultades que se han presentado a lo largo de mi vida.

Desde el fondo de mi corazón agradezco a mis queridos padres, por el cariño, la comprensión y el apoyo incondicional durante todos los años de estudio, gracias por confiar en mí, en que sabían que lo iba a lograr y por ayudarme a cumplir mis sueños.

A mi hermano Christian, quien me dio el ejemplo de culminar una carrera universitaria.

A mi hermano Jonathan, por ser un pilar fundamental de apoyo y comprensión.

A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por acogerme durante estos años de formación universitaria.

A mi estimado tutor, Dr. Christian Franco por darme la confianza, compromiso y paciencia para culminar el desarrollo de este proyecto de investigación.

A mis amigos, en especial Aydeé y Evelyn, gracias por su amistad sincera y de corazón. Fue un enorme gusto y placer coincidir con ustedes a lo largo de estos años.

Nada ha sido fácil el camino hasta ahora, pero lo intenté y lo conseguí. Gracias a todos por su amor, apoyo y comprensión.

Por fin, lo logré ¡lo conseguí!

Edwin Aponte

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACION DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I	21
MARCO TEÓRICO	21
1.1. Antecedentes Investigativos	21
1.1.1 Ventajas de la ingesta de energía.....	23
1.1.2 Desventajas de la ingesta de energía	23
1.1.3 Cereales.....	24
1.1.4 Pseudocereales	26
1.1.5 Barras Energéticas	26
Beneficios Nutricionales en la Alimentación	27

1.1.6 Quinoa.....	28
Quinoa en el Ecuador.....	29
1.1.7 Amaranto	30
Amaranto en el Ecuador	30
1.1.8 Avena.....	31
1.1.9 Suero de leche.....	32
Suero de leche en el Ecuador.....	32
1.1.10 Harina de trigo	33
1.1.11 Almendras.....	34
1.1.12 Nuez.....	35
1.1.13 Panela.....	35
1.1.14 Mantequilla de maní	37
1.1.15 Caracterización de Cereales, Pseudocereales y materia prima.	38
1.2 Hipótesis	40
1.2.1 Hipótesis nula (H_0).....	40
1.2.2 Hipótesis alternativa (H_a)	40
1.3 Señalamiento de variables	40
1.3.1 Variable independiente	40
1.3.2 Variable dependiente	40
1.4 Objetivos.....	40
1.4.1 Objetivo General.....	40
1.4.2 Objetivos Específicos	41
CAPÍTULO II.....	42
METODOLOGÍA.....	42
2.1 Método de Investigación.....	42

2.1.1. Método Cuantitativo	42
2.1.1.2 Preparación de una formula balanceada para la elaboración de una barra energética empleando cultivos andinos y suero de leche en polvo.....	42
2.1.1.2. Diagrama de flujo	43
2.1.1.3 Análisis físico químico, microbiológico, textura y sensorial al producto formulado.....	44
2.1.1.4 Análisis de Humedad.....	44
2.1.1.5 Análisis de Cenizas.....	44
2.1.1.6 Análisis de grasa (Reacción enzimática)	45
2.1.1.7 Análisis de Proteína (Kjeldhal).....	46
2.1.1.8 Análisis de Fibra dietética total	47
2.1.1.9 Análisis de Carbohidratos Totales (Cálculo).....	48
2.1.1.10 Análisis de Energía (Cálculo).....	48
2.1.1.11 Análisis de Aerobios Mesófilos (Petrifilm).....	48
2.1.1.12 Análisis de Textura	49
2.1.1.13 Análisis Sensorial	49
2.1.1.14 Cálculo de la factibilidad económica del producto formulado con aceptación sensorial.	49
2.1.2 Método Cualitativo	50
2.1.2.2 Recolección de Información.....	50
2.2 Instrumentos de Investigación	50
2.2.1. Ingredientes.....	50
2.2.2. Materiales de laboratorio	50
2.2.3. Equipos	51
2.3 Análisis de datos	51
CAPÍTULO III.....	53

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
3.1 Análisis y discusión de los resultados.	53
3.1.1 Preparación de una formula balanceada para la elaboración de una barra energética empleando cultivos andinos y suero de leche en polvo.....	53
3.1.2 Análisis fisicoquímicos de la barra energética a partir de cultivos andinos.	54
3.1.3 Análisis microbiológicos de la barra energética a partir de cultivos andinos..	56
3.1.4 Análisis de textura de la barra energética a partir de cultivos andinos.....	57
3.1.5 Análisis sensorial de la barra energética de la barra energética a partir de cultivos andinos.....	59
3.1.6 Cálculo de la factibilidad económica del producto formulado con aceptación sensorial.	62
3.1.3.1 Balance de Costos.....	64
CAPÍTULO IV	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
4.1 Conclusiones.....	67
4.2 Recomendaciones	68
C. MATERIALES DE REFERENCIA	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	22
<i>Requerimiento de energía en hombres (kcal/día). Según su actividad física (factor de tasa de metabolismo basal TMB).</i>	22
Tabla 2	22
<i>Requerimiento de energía en mujeres (kcal/día). Según su actividad física (factor de tasa de metabolismo basal TMB).</i>	23
Tabla 3	29
<i>Porcentaje proteico y calórico de la quinua comparado con otros alimentos</i>	29
Tabla 4	30
<i>Tabla nutricional del amaranto y otros cereales</i>	30
Tabla 5	33
<i>Porcentaje energético del trigo comparado con otros cereales</i>	33
Tabla 6	36
<i>Composición nutricional de la panela</i>	36
Tabla 7	38
<i>Valor nutricional del maní</i>	38
Tabla 8	38
<i>Propiedades nutricionales de las materias primas por cada 1000 g</i>	38
Tabla 9.	39
<i>Propiedades nutricionales de la barra energética por cada 1000 g</i>	39
Tabla 10	53
<i>Valores óptimos para la elaboración de la barra energética a base de cultivos andinos</i>	53
Tabla 11	56
<i>Análisis Fisicoquímicos de la barra energética a partir de cultivos andinos</i>	56

Tabla 12	57
<i>Análisis Microbiológico de la barra energética a partir de cultivos andinos.</i>	<i>57</i>
Tabla 13	58
<i>Análisis de textura de la barra energética a partir de cultivos andinos.</i>	<i>58</i>
Tabla 14	59
<i>Análisis sensorial de la barra energética a partir de cultivos andinos.</i>	<i>59</i>
Tabla 15	62
<i>Análisis de varianza y desviación estándar de la barra energética a partir de cultivos andinos.</i>	<i>62</i>
Tabla 16	64
<i>Indicadores del balance de costo para la elaboración de barras energéticas a base de cultivos andinos.</i>	<i>64</i>
Tabla 17.	65
<i>Indicadores Financieros obtenidos luego de analizar la factibilidad económica. ..</i>	<i>65</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Amaranto</i>	30
Figura 2. <i>Avena</i>	31
Figura 3. <i>Suero de leche</i>	33
Figura 4. <i>Almendras</i>	35
Figura 5. <i>Nuez</i>	35
Figura 6. <i>Panela molida</i>	36
Figura 7. <i>Materia Prima</i>	78
Figura 8. <i>Pesado de la materia prima</i>	78
Figura 9. <i>Mezclado de la materia prima</i>	78
Figura 10. <i>Moldeado de Barras Energéticas</i>	79
Figura 11. <i>Horneado de las barras energéticas</i>	79
Figura 12. <i>Enfriado de las barras</i>	80
Figura 13. <i>Pesado de la barra</i>	80
Figura 14. <i>Catación de las barras energéticas</i>	80
Figura 15. <i>Preparación de la muestra</i>	81
Figura 16. <i>Balanza de Humedad</i>	81
Figura 17. <i>Pesado de crisol + muestra</i>	81
Figura 18. <i>Calcinación de la muestra</i>	81
Figura 19. <i>Cenizas en desecador</i>	82
Figura 20. <i>Peso de crisol + ceniza</i>	82
Figura 21. <i>Pesado de la muestra</i>	82
Figura 22. <i>Extracción de materia grasa</i>	82
Figura 23. <i>Recolección de grasa</i>	83
Figura 24. <i>Pesado de grasa obtenida</i>	83

Figura 25. Preparación de muestra	83
Figura 26. Adición de enzima α -amilasa	83
Figura 27. Muestra valorada	84
Figura 28. Digestibilidad de la muestra	84
Figura 29. Preparación de la muestra para extracción de fibra.....	84
Figura 30. Fibra dietética total extraída.....	84
Figura 31. Homogenización de la muestra	85
Figura 33. Sembrado en placas petrifilm	85
Figura 35. Conteo de Colonias, Placas Petrifilm	86
Figura 36. Texturómetro Brookfield.....	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. <i>Producción de cereales, utilización y stocks</i>	25
Gráfico 2. Mercado de barras energéticas: tamaño del mercado (%), global,2020 ..	27
Gráfico 3. <i>Elaboración de barra energética a base de quinoa, avena y amaranto.</i>	43
Gráfico 4. <i>Análisis de textura de la barra a base de cultivos andinos.</i>	59
Gráfico 5. <i>Perfil sensorial de la barra energética a base de cultivos andinos.</i>	60

ÍNDICE DE ECUACIONES

(Ecuación 1).....	45
(Ecuación 2).....	46
(Ecuación 3).....	47
(Ecuación 4).....	48
(Ecuación 5).....	48
(Ecuación 6).....	63
(Ecuación 7).....	64
(Ecuación 8).....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de catación	75
ANEXO 2. Análisis físico químicos, microbiológicos y textura.....	77
ANEXO 3. Proceso de elaboración de la barra energética a partir de cultivos andinos	78

RESUMEN

El presente proyecto tiene un enfoque sobre los cultivos andinos y su influencia en la formulación de una barra energética, considerando dentro de este grupo los cereales como la Avena (*Avena sativa*) y los pseudocereales Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y Amaranto (*Amaranthus Caudatus L.*). Se utilizó el complemento Solver de la hoja de cálculo Excel. Mediante un ajuste de valores dentro de las celdas objetivo y de restricciones logran dar el valor deseado encontrando un valor óptimo minimizando costos. Una vez definida la formulación que se procedió a elaborar el producto. Los análisis fisicoquímicos realizados fueron presentados en porcentaje: 5.02 de humedad, 1.85 de ceniza, 28.3 de grasa, 15.9 de proteína, 13.8 de fibra, 35.13 de carbohidrato y 458.82 kilo calorías de energía. Los mismos que cumplieron con los estándares y normas establecidos, a excepción de la grasa que tuvo un valor elevado atribuido principalmente a la mantequilla y a la presencia de frutos secos dentro de la formulación. El producto elaborado presentó un valor muy bajo de *aerobios mesófilos*, es aceptable dentro de la parte microbiológica, representando una buena inocuidad alimentaria. El análisis de textura se realizó en términos de dureza obteniendo un valor de 1757 gramos. El análisis sensorial se realizó para obtener un perfil sensorial y saber que parámetro prefiere el consumidor. A través del cálculo de la factibilidad económica se obtuvo un valor neto de 0.75 centavos por 75 gramos de barra, mediante los indicadores financieros se obtuvo una viabilidad debida que existen valores positivos.

Palabras claves: Industria alimentaria, innovación alimentaria, barras energéticas, cultivos andinos, pseudocereales, análisis de alimentos, quinoa, amaranto, avena.

ABSTRACT

This project focuses on Andean crops and their influence on the formulation of an energy bar, considering within this group cereals such as Oats (*Avena sativa*) and the pseudocereals Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Amaranth (*Amaranthus Caudatus* L.). The Solver add-in for the Excel spreadsheet was used. Through an adjustment of values within the objective and restriction cells, they manage to give the desired value, finding an optimal value while minimizing costs. Once the formulation was defined, the product was elaborated. The physicochemical analyzes performed were presented in percentage: 5.02 moisture, 1.85 ash, 28.3 fat, 15.9 protein, 13.8 fiber, 35.13 carbohydrate and 458.82 kilocalories of energy. The same ones that met the established standards and norms, except for fat, which had a high value attributed mainly to butter and the presence of nuts within the formulation. The elaborated product presented a very low value of mesophilic aerobes, it is acceptable within the microbiological part, representing a good food safety. The texture analysis was performed in terms of hardness obtaining a value of 1757 grams. The sensory analysis was carried out to obtain a sensory profile and to know which of the parameters the consumer prefers. Through the calculation of the economic feasibility, a net value of 0.75 cents per 75 grams of bar was obtained, through the financial indicators, a viability was obtained since there are positive values.

Keywords: Food industry, food innovation, energy bars, Andean crops, pseudocereals, food analysis, quinoa, amaranth, oats.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos

La clave de la dieta de toda persona y en especial los deportistas es la ingesta de energía adecuada para el funcionamiento físico, ya que con ello se obtiene la absorción de macronutrientes y micronutrientes **(Rodríguez, DiMarco, & Langley, 2020)**. La ingesta energética diaria es la que define el peso corporal de la persona y limita su rendimiento, sin embargo, eso dependerá mucho de las características de la persona como: edad, género, peso, altura, estado de nutrición y entrenamiento **(González-Gross, Gutiérrez, Mesa, Ruiz-Ruiz, & Castillo, 2018)**.

Comprender la fuerza relativa de los factores conductuales y dietéticos que aumentan la ingesta de energía es importante para comprender el desarrollo de la obesidad, ya que puede mejorar las recomendaciones dietéticas. Las personas varían qué y cuánto comen cada día, y dado que no existe una necesidad fisiológica de igualar la ingesta de energía a corto plazo, esto da como resultado oscilaciones diarias de energía en torno a esa necesidad **(Graham, 2022)**.

La actividad física y la actividad sedentaria afectan principalmente al equilibrio energético a través del gasto de energía, pero también tienen implicaciones importantes en la conducta alimentaria. Las actividades sedentarias y el ejercicio a menudo se consideran diferentes, aunque representan la continuidad completa del gasto de energía causado por la actividad diaria. Dadas las preocupaciones sobre las crecientes tasas de obesidad en los países desarrollados, el control del balance energético, así como sus componentes, la ingesta de energía y el gasto de energía, son actualmente temas de gran interés **(Breaulieu, 2021)**.

En el contexto del balance energético, generalmente se promueve la actividad física y el ejercicio por su influencia en el gasto de energía. Sin embargo, se ha señalado que la actividad física también conduce a adaptaciones nutricionales (es decir,

cambios en la ingesta energética y las sensaciones de apetito) en todas las edades, independientemente del estado de peso. Hace unos 50 años, se pensaba que el consumo de alimentos estaba regulado con tanta flexibilidad, que el gasto energético inducido por el ejercicio se compensaba directamente con un aumento en la ingesta calórica. Sin embargo, tal ajuste compensatorio no ha sido confirmado y ahora se piensa que la ingesta de energía está regulada no solo por la necesidad de combustible, sino por una combinación de factores psicológicos, biológicos y ambientales. Este desajuste agudo entre gasto de energía y la ingesta de energía inducidas por la actividad física ha sido ampliamente discutido y revisado en adultos, sin embargo, sigue sin estar claro y poco estudiado en niños y adolescentes (Thivel, 2017).

Tabla 1

Requerimiento de energía en hombres (kcal/día). Según su actividad física (factor de tasa de metabolismo basal TMB).

Peso (kg)	Sedentario (kcal 1.4 x TMB)	Actividad ligera (kcal 1.55 x TMB)	Actividad moderada (kcal 1.8 x TMB)	Actividad intensa (kcal 2.0 x TMB)
60	2250	2500	2850	3150
65	2350	2600	3000	3300
70	2450	2700	3150	3500
75	2550	2800	3300	3650
80	2650	2950	3400	3800

Fuente: Necesidades de Energía y de Proteínas. FAO 2021

La Tabla 1 representa la estimación de los requerimientos de energía en hombres según su actividad física, la cual se la realiza mediante el cálculo de la Tasa de Metabolismo Basal (TMB), a través de ecuaciones formuladas por varios organismos internacionales (FAO, OMS y UNU). Donde la actividad física se obtiene mediante el cálculo de la TMB.

Tabla 2

Requerimiento de energía en mujeres (kcal/día). Según su actividad física (factor de tasa de metabolismo basal TMB).

Peso (kg)	Sedentario (kcal 1.4 x TMB)	Actividad ligera (kcal 1.55 x TMB)	Actividad moderada (kcal 1.8 x TMB)	Actividad intensa (kcal 2.0 x TMB)
50	1700	1850	1950	2200
55	1800	1950	2100	2350
60	1900	2050	2200	2500
65	2000	2150	2300	2600
70	2100	2250	2450	2750

Fuente: Necesidades de Energía y de Proteínas. FAO 2021

La Tabla 2 representa la estimación de los requerimientos de energía en mujeres según su actividad física, se lo realiza mediante el cálculo de la Tasa de Metabolismo Basal (TMB), a través de ecuaciones formuladas por varios organismos internacionales (FAO, OMS y UNU). Donde la actividad física se obtiene mediante el cálculo de la TMB (FAO, 2021).

1.1.1 Ventajas de la ingesta de energía

La ingesta de energía de los alimentos es necesaria para mantener el metabolismo en reposo, la temperatura corporal normal y el crecimiento. Las calorías son esenciales para la salud humana. La clave es consumir la cantidad adecuada. Sin energía, las células del cuerpo morirían, el corazón y los pulmones se detendrían y los órganos no podrían llevar a cabo los procesos básicos necesarios para vivir. Las personas absorben esta energía de la comida y la bebida. Si las personas consumieran solo la cantidad de calorías necesarias todos los días, probablemente tendrían una vida saludable (Brazier, 2017).

1.1.2 Desventajas de la ingesta de energía

Cuando comemos regularmente más kilocalorías de los que nuestro cuerpo necesita, la energía sobrante se almacena en forma de grasa. Comer tan solo 23.8846 kcal extra

cada día (o quemar 23.8846 kcal menos con el ejercicio) puede hacer que aumente un kilogramo de grasa corporal en un solo año. Si está por encima de su peso saludable, para perder un kilogramo (kg) de grasa corporal en dos meses (sin aumentar su actividad física), necesitaría comer alrededor de 143.31 kJ menos por día (**Better Health, 2020**).

Uso del suero de leche

El lactosuero es considerado principalmente como un subproducto de la industria dedicada a la elaboración de quesos, la misma que representa entre un 80% a 90% del total del volumen que se procesa de la leche (**Villareal, 2017**). Una de las principales aplicaciones dado gracias a su composición es como un sustituto a varios componentes o ingredientes utilizados comúnmente en la industria alimentaria ya que se puede obtener concentrados proteicos de suero desde un 40% a 80% (**L. Silva, 2013**).

1.1.3 Cereales

Los cereales son los cultivos alimentarios más importantes a nivel mundial (**Guerrieri, 2018**). Considerados una de las principales fuentes de energía que el cuerpo necesita para las actividades diarias y también son una fuente importante de fibra cuando se comen enteros (**Marquéz, 2018**). Investigaciones realizadas indican que los cereales son poseedores de una gran cantidad de nutrientes un 65% y 75% de su peso total como carbohidratos, entre un 6% y 12% proteína y entre un 1% y 5% grasa, además que posee un sin número de beneficios para el organismo de los consumidores como la reducción de los niveles de colesterol y ayuda a combatir con los problemas de estreñimiento (**Jara, 2015**).

Los cereales más producidos en el mundo según su orden son: maíz, trigo, arroz, malta, sorgo, avena y centeno. El maíz es el cereal más producido, con una cosecha de 1.100 millones de toneladas en 2019, seguido por el trigo (734 millones de toneladas) y por el arroz (495 millones de toneladas). Hay que considerar que entre estos 3 cereales representan el 90% de la producción mundial de cereales (**Wors atlas, 2020**).

Se espera que el mercado global que comercializa los cereales incremente un 21%, y de esta manera alcanzar 542 millones de toneladas para el 2030. Rusia tuvo su repunte frente a la Unión Europea en el año del 2016 convirtiéndose así en el país de mayor exportación de trigo. Estados Unidos seguirá liderando las exportaciones de maíz, esto de seguido de países como Brasil, Argentina, Ucrania y Rusia. La Unión Europea, la región del mar negro y Australia prevén seguir encabezando otros cereales secundarios (FAO, 2021a).



Gráfico 1. *Producción de cereales, utilización y stocks.*

Según la Figura 1 las últimas estimaciones de la FAO indican un aumento interanual del 0,9 % en la producción mundial de cereales en 2021, atribuido en gran medida a una mayor producción de maíz. También se estima que la utilización de cereales aumentará en 2021/22, en un 1,1 %, impulsada por (en orden de magnitud) expansiones en el consumo de alimentos (especialmente de trigo y arroz), otros usos (principalmente de maíz) y el uso de piensos (principalmente de maíz). Según las estimaciones mundiales de producción y utilización de cereales, se prevé que las existencias de cereales al final de las temporadas en 2022 aumenten por encima de sus niveles de apertura, pero permanezcan por debajo de los niveles récord alcanzados en 2018/19. El comercio mundial de cereales en 2021/22 se estima por debajo del

nivel récord de 2020/21, principalmente debido a una caída esperada en el comercio mundial de maíz y reflejando el impacto de las interrupciones causadas por la guerra en Ucrania (FAO, 2022).

1.1.4 Pseudocereales

Algunos pseudocereales como las semillas de quinua, el trigo y el amaranto, no solo brindan la dosis diaria recomendada de todos los nutrientes, sino que ayudan a prevenir el riesgo de varias infecciones no transmitibles ya que contienen varios compuestos bioactivos. Estos pseudocereales son semillas de plantas que han sido olvidadas y es importante que sean agregadas a nuestra dieta diaria. Además que pueden actuar como nutraceúticos, y de esta manera combatir diversas enfermedades, ya que mejora el estado de salud de los consumidores (Muhammad, 2022).

América latina es el principal punto de producción de pseudocereales en el mundo, siendo los más conocidos y consumidos: la quinua y el amaranto. La FAO y la OMS consideran estos pseudocereales como únicos en el mundo por su altísimo valor nutricional, pudiendo sustituir a las proteínas de origen animal llegando a tener la denominación de súper cereales por ser tan adecuados para el cuerpo humano (Espores, 2014).

Los productos que se han cultivado desde épocas ancestrales incrementaron su aceptación dentro de los mercados locales y extranjeros, todo esto debido a que su aporte incide más allá del sabor, los cultivos considerados como andinos suelen ser versátiles es decir que, son ingredientes que pueden reemplazar a cualquier otro cereal como materia prima (Ortiz, 2022).

1.1.5 Barras Energéticas

Son consideradas un suplemento dietético, diseñado principalmente para deportistas, aunque hoy en día se ha convertido en la dieta escolar y de muchos trabajadores. Las barras energéticas están compuestas, principalmente, por carbohidratos como glucosa y fructosa, que aumentan los depósitos de glucógeno, también contienen minerales, vitaminas y mucha fibra indispensable en la dieta diaria (Reyna, 2018).

Las barras de cereales se consideran como productos nuevos que son aceptados y distribuidos a los consumidores, siendo así un destacado alimento complementario para la salud debido a las características nutricionales y su aporte para una buena asimilación de vitamina D y calcio, además, de la baja cantidad de grasa que posee **(Rajnihas, 2021)**.

Beneficios Nutricionales en la Alimentación

Las barras energéticas proporcionan la mayor parte de su energía alimentaria (calorías) que son carbohidratos. Las barras de proteínas suelen tener menos carbohidratos que las barras energéticas, menos vitaminas y suplementos dietéticos minerales que las barras de reemplazo de comidas, y significativamente más alto en proteínas que cualquier otra **(Priyanka, 2016)**.

Las barras de cereal en su mayoría contienen cereales tostados complementado con frutos secos y semillas bañadas en miel o jarabe de azúcar, mismas que le dan la consistencia y las calorías deseadas **(Zenteno Pacheco, 2019)**. Las barras de cereal contienen granos y harinas conocidos por lo general acompañados con ciertos frutos secos que no aportan mucha proteína **(Olivera, 2012)**. Por otro lado, las barras energéticas generalmente tienen mayor contenido de proteínas, minerales y vitaminas, dando una combinación de carbohidratos simples y complejos. Para esta formulación se integró granos autóctonos de la región como lo es la quinua y se buscó una fuente de proteína económica pero eficiente, la misma que se la obtuvo del suero de leche **(Vinci & Taylor, 2018)**.



Gráfico 2. Mercado de barras energéticas: tamaño del mercado (%), global, 2020

Según la Figura 2 se estima que la región de Norteamérica llegará al dominio del mercado mundial de las barras energéticas. Estados Unidos es uno de los países más desarrollados y considerados como potencias mundiales en varios aspectos importantes, uno de ellos su alto índice de empleo el cual está estimado dentro de 61% en el 2019, siendo así que 157 millones de personas poseen un estilo de vida relativamente ocupada con descansos pequeños entre tiempos. Esto refleja un ritmo de vida acelerado, dando como resultado que los consumidores de la población estadounidense realicen gastos de más de la mitad de sus salarios en alimentos convenientes, incluyendo las barras energéticas. Los fabricantes se están direccionando a la tendencia de salud y bienestar alimentario, así haciendo un enfoque en la población joven y activa (**Mordor, 2020**).

1.1.6 Quinoa

Es considerado un grano ancestral endémico de sur América, es de gran importancia debido a sus bondades y alto valor nutricional. Conociendo que su contenido proteico oscila entre 13,81% y 21,9% dependiendo su variedad. Gracias a esto es considerado el único alimento que provee todos los aminoácidos esenciales, cumpliendo los estándares de nutrición humana establecidos por la FAO. Se considera que su nivel de proteína es mayor incluso que el del trigo, la cebada y la soya, pudiéndole comparar con la proteína de la leche, la carne, el huevo y el queso (**Bojanic, 2011**). En la actualidad la quinua tiene muchos usos entre los que más destacan están el pan de quinua, cerveza de quinua, bebida energética de quinua, helado de quinua, manjar de quinua y diferentes postres.

El tratamiento de la quinua es mediante 10 minutos hasta llegar a una etapa dilatante que gelatiniza el almidón sin embargo no es capaz de desnaturalizar completamente la proteína de quinua, obteniendo propiedades tecno funcionales en el desarrollo de

nuevas formulaciones demostrando estabilidad de la viscosidad frente a l ciclo de calentamiento y enfriamiento (Polo, 2021).

Quinoa en el Ecuador

Ecuador es el país con mayor producción de quinoa, siendo las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Pichincha, Carchi, Tungurahua y Loja las más destacadas en esta producción. Cada año se siembran 2 mil hectáreas de quinoa y se producen 0.70 toneladas métricas por cada hectárea. Las principales asociaciones dedicadas a esta actividad son: ERPE y COPROBICH (Corporación de Productores y comercializadores orgánicos bio taita Chimborazo), mientras que los puntos de mayor venta de quinoa son el Supermaxi y Mi Comisariato, aunque la venta en mercados y tiendas también es alta, en cuanto a las exportaciones se conoce que Estados Unidos, Israel, Reino Unido y algunos países de la Unión Europea son los que más consumen la quinoa del Ecuador (Silva, 2021).

Tabla 3

Porcentaje proteico y calórico de la quinoa comparado con otros alimentos

Componentes	Quinoa (%)	Carne (%)	Huevo (%)	Queso (%)	Leche vacuna (%)	Leche materna (%)
Proteína	13	30	14	18	3,5	1,8
Grasas	6,1	50	3,2	-	3,5	3,5
Hidratos de carbono	71	-	-	-	-	-
Azúcar	-	-	-	-	4,7	7,5
Hierro	5,2	2,2	3,2	-	2,5	-
Calorías 100g	350	431	200	24	60	80

Fuente: Informe agroalimentario, 2009 MDRT- Bolivia

1.1.7 Amaranto

El amaranto o mejor conocido como alegría es un grano con una fuente importante de proteína, calcio y hierro, indispensables en la dieta humana. Actualmente se lo usa en las sopas, panqués, cereal, galletas, pastas, botanas, bebidas y confitería. El amaranto también posee propiedades que ayudan a la salud humana por lo que es tan cotizado. El amaranto posee buena textura, sabor y calidad nutricional, llegando a tener altos valores de calcio, hierro, fósforo y magnesio, así como ácido ascórbico, niacina, vitamina A y fibra. El amaranto es originario de América Central, donde se cultiva y se encuentra ampliamente distribuida, este grano soporta bajas temperaturas por lo que se encuentra en los Andes, de donde se extendió a otras zonas templadas y subtropicales (**Espitia Rangel, 2012**).



Figura 1. *Amaranto*

Amaranto en el Ecuador

Lamentablemente en Ecuador la producción de amaranto es muy baja, principalmente por el desconocimiento sobre sus propiedades nutricionales siendo las zonas óptimas para el cultivo en las provincias de la serranía con altitudes de hasta 2800 msnm, con alta luminosidad y poca pluviosidad. Generando aproximadamente un costo de producción de 1109 dólares por hectárea. Se conoce que en la provincia de Imbabura existe alrededor del 30% de territorio óptimo para la producción del amaranto (**Jurado, 2019**).

Tabla 4

Tabla nutricional del amaranto y otros cereales

Componente	Amaranto (g)	Maíz (g)	Arroz (g)	Trigo (g)
Humedad	11,1	13,8	11,7	12,5
Proteína	17,9	10,3	8,5	14
Grasa	7,7	4,5	2,1	2,1
Fibra	2,2	2,3	0,9	2,6
Cenizas	4,1	1,4	1,4	1,9
Carbohidratos	57,0	67,7	75,4	66,9

Fuente: Usos actuales y potenciales del Amaranto, 2018, Hernández – México

1.1.8 Avena

La avena es un cereal de elevado contenido en fibra dietética soluble, betaglucano, proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y polifenoles. Además, la avena no contiene gluten, por lo que es muy cotizado en la dieta humana. Por su contenido en fibra y fitoquímicos, son consumidos para la prevención y control de la enfermedad cardiovascular, diabetes, regulación de presión arterial, control de peso, salud gastrointestinal, e incluso el cáncer. Incluso se ha demostrado que la avena tiene un efecto positivo en la reducción del colesterol en sangre y, por disminuye el riesgo enfermedad coronarias (Vizuete, 2016).



Figura 2. *Avena*

1.1.9 Suero de leche

Es un residuo que resulta de la fabricación del queso y provee de cantidades sustanciales de los aminoácidos esenciales necesarios para sintetizar proteínas. El suero de leche es una de las proteínas primarias de los productos lácteos. Generalmente se lo usa en polvo y se añade a los líquidos o comidas blandas como purés de frutas. Actualmente se lo toma para mejorar el desempeño atlético y atender deficiencias nutricionales u otros problemas de sal (V. Pérez, 2021).

El principal motivo del uso de una proteína animal, en este caso la caseína es por su calidad nutricional, debido a que contiene todos los aminoácidos esenciales que el organismo no es capaz de crear por su propia cuenta por esta razón es considerada de alto valor biológico, posee el 50% del total de los nutrientes de la leche y una cantidad elevada de proteínas hidrosolubles y además ayuda a realzar el sabor de la barra de cereal (**Frinsa, 2019**).

Suero de leche en el Ecuador

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador, en los últimos años se registraron un promedio de 5,6 millones de litros de leche diarios a nivel nacional. En la región Sierra la producción de leche llega al 76,7% del total, Imbabura y Carchi producen del 7.4% de la producción nacional de leche, esto es más de 407 m³ diarios. Alrededor de un tercio de toda la leche se emplea en la producción de los diferentes tipos de quesos, lo que representa alrededor de 135.67 m³ diarios de leche. Estos volúmenes generan alrededor de 122 m³ diarios de suero de leche en las provincias de Imbabura y el Carchi. Constituye el principal subproducto y el mayor contaminante en la producción quesera. A nivel mundial se producía en el año 2013, alrededor de 180 millones de toneladas métricas (TM) de suero de leche, de los cuales, se utilizan algo más del 40% en la alimentación animal directa, fertilizante o se desecha, mientras que el resto se transforma en la industria, básicamente en la producción de suero en polvo, lactosa y concentrados de proteínas del suero (**Chanfrau, 2017**).

Es importante señalar que en el Ecuador por día se genera alrededor de 900 mil litros de lactosuero de los cuales solamente el 10% se lo utilizada dentro de la industria.

Para el centro de la Industria Láctea este déficit se debe ya que, en el 2019, la Asamblea Nacional decidió imponer sanciones a quienes usen, oferten o vendan el lactosuero con fines comerciales excepto para el suero en polvo y los usos como alimento para animales (V. Pérez, 2021).



Figura 3. *Suero de leche*

1.1.10 Harina de trigo

La harina es el polvo fino que se obtiene principalmente de cereales como el trigo, la avena, la cebada, el centeno, el maíz, el arroz y otros alimentos ricos en almidón como por ejemplo garbanzos. La harina de trigo es una fuente rica de carbohidratos, proteínas y minerales usados generalmente para espesar sustancias o productos (UNLP, 2012). Mundialmente 226 945 000 ha de trigo se cultivan con una producción total de 586 036 000 t. año, demostrando que es la base estratégica para la autosuficiencia económica de todos los países. Además, es considerado un componente indispensable en la dieta humana e incluso en la dieta animal, pero en forma de forraje. Otro dato importante es que en Ecuador el trigo constituye la base de la industria panadera y es altamente consumido por sus pobladores debido a que es un alimento energético y aporta vitaminas (Moreno, 2001).

Tabla 5

Porcentaje energético del trigo comparado con otros cereales

Cereales	Proteína (%)	Grasa (%)	Minerales (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (%)
Trigo	12,5	2,2	1,9	2,8	78,6
Cebada	11,8	1,8	3,1	5,3	78,1
Maíz	10	4,5	2	3,5	80
Arroz	11	2,7	1,8	1,2	83,2
Centeno	13,4	1,8	2,1	2,6	80,1

Fuente: El cultivo del trigo, 2011, Moreno-Cuba

1.1.11 Almendras

La almendra es el fruto del almendro, pertenece a la familia de las rosáceas. La almendra tiene una cascara que recubre todo su cuerpo, un tanto dura y quebradiza de un color marrón, pero totalmente comestible. Dependiendo de las variedades, su sabor varía desde el suave lechoso hasta el amargo seco. Las almendras dulces, se consumen como fruto seco y presentan un alto contenido en grasas monoinsaturadas, proteínas vegetales e hidratos de carbono. Debido a su porcentaje de grasas su valor calórico es bastante y por ende contiene una escasa cantidad de agua, algo que destaca de la almendra es su fibra muy abundante en comparación del resto de los frutos secos (**Moreira, 2010**). Como fuente mineral contiene calcio, hierro, zinc, potasio, magnesio y fósforo, es muy recomendada en la dieta diaria debido a que 25 g de almendras sin cáscara aporta el 18% de fosforo que el cuerpo necesita, en cuanto a las vitaminas contiene vitamina E, riboflavina, tiamina, niacina y folatos, y se cree que 25 g de almendras sin cáscara aporta el 42% de vitamina E necesarios para el correcto funcionamiento del cuerpo (**SECE, 2013**).



Figura 4. *Almendras*

1.1.12 Nuez

Como lo dice su nombre son aquellos frutos que se han deshidratado, y son los alimentos naturales que más energía proporcionan debido a su alto contenido de grasa, que oscila entre el 50%. El otro porcentaje son proteínas, hidratos de carbono y fibra, un dato importante es que no contienen colesterol y proporcionan una energía superior a las 500 kcal/100g, aunque algunos frutos secos proporcionan más proteínas, y son muy importantes principalmente por sus aminoácidos esenciales. Los minerales los que abundan en los frutos secos son el potasio, fósforo, hierro, magnesio, zinc y calcio. El problema de los frutos secos en términos de minerales viene dado en que el zinc, el hierro y el calcio son de baja biodisponibilidad, esto sucede por los fitatos que secuestran parte de estos minerales impidiendo su absorción, adicional a esto el hierro que contienen es del tipo “no hemo”, que se absorbe mucho menos que el hierro de origen animal (**Ropelo, 2005**).



Figura 5. *Nuez*

1.1.13 Panela

Esta es azúcar sin procesar, es decir, los cristales aún siguen adheridos a la melaza, por lo que conserva todas los minerales y vitaminas de la caña de azúcar que se muele

para obtener el jugo con agua caliente. Esta pasta marrón glaseada, dura, refiere menos calorías que el azúcar blanco y se usa en algunos países de América Latina como endulzante natural. Contiene todas las vitaminas extraídas del jugo de caña de azúcar: A, B, C, D y E, y en especial las del grupo B como B1, B2, B3, B5, B6, B8 y B9. La panela se usa como endulzante de alimentos como jugos, café, chocolate, mermeladas, infusiones y también se puede usar en postres como tortas, pasteles o galletas (Sputnik, 2018).

La panela tiene un valor nutritivo muy alto en los alimentos. El contenido elevado de sales minerales en la panela es una ventaja para el crecimiento del cuerpo.



Figura 6. *Panela molida*

Según lo planteado anteriormente tanto la miel de abeja como la panela son endulzantes naturales que pueden ser parte de una alimentación natural, ya que el uno es néctar de las flores y el otro un extracto de la caña de azúcar respectivamente. Pero uno de los motivos por los que se utilizará la panela es su bajo costo, que será un punto de inflexión para la formulación del producto además que su aporte vitamínico es sumamente elevado (Obando, 2020).

Tabla 6

Composición nutricional de la panela

Componente	Contenido
Sólidos Solubles	94 y 97 °brix
Sacarosa	83% – 89%
Azúcares reductores	0.5 %
Proteínas (N x 6.25)	2.5 % - 12%

Humedad	3.0%
Sólidos sedimentables	0.1 % - 1%
Cenizas	0.8% - 1.9%
Nitrógeno	0.12%
Grasa	0.90%
Magnesio	50 – 90 mg
Fósforo	50 – 65 mg
Sodio	2 – 7 mg
Potasio	150 – 230 mg
Calcio	80 – 150 mg

Fuente: Panela su valor nutricional, Obando 2020

Contiene menor cantidad de calorías en comparación del azúcar blanco, ya que posee de 310 a 350 calorías por cada 100 gramos en comparación con las 400 calorías del azúcar blanco. Tiene una cantidad importante de diversas minerales y vitaminas. Por eso debemos consumir este producto ya que es un producto natural y saludable.

1.1.14 Mantequilla de maní

Mejor conocido como crema de maní o cacahuete, es una fina pasta de maní tostado. El maní es una legumbre originaria de Sudamérica y es muy usado en la industria alimenticia, farmacéutica, ganadería y más. Puede ser usado como complemento alimenticio debido a que es muy económico y puede ser usado para combatir la desnutrición. La crema de maní es un producto molido proveniente de grano maduro que han sido removidos del cacahuete y se les ha añadido sal. Su composición es de 50% grasa de las cuales se cuenta con un 65% de ácido oleico, además de aportar con más proteínas y vitaminas que los frutos secos (**Oryan, 2021**).

Legalmente, la crema de maní es un producto molido, cohesivo, sano, elaborado a partir de maní tostado o freído proveniente de granos maduros que han sido

removidos del cacahuete y a los cuales se les ha adicionado sal y agentes saborizantes permitidos.

Tabla 7

Valor nutricional del maní

Alimento	Maní crudo	Maní seco	Crema de maní	Crema de maní dura	Mantequilla	Margarina dura
Energía Kcal	567	585	593	589	717	719
Agua	6,5	1,6	1,2	1,1	15,9	15,7
Proteína	25,8	23,7	25,2	24,1	0,9	0,9
Grasa	49,2	49,7	51	49,9	81,1	80,5
Carbohidrato	16,1	21,5	19,3	21,6	0,1	0,9
Fibra	8,5	8	5,9	6,6	0	0
Cenizas	2,3	3,6	3,3	3,3	2,1	2

Fuente: Crema de maní: elaboración y características nutricionales, 2021, Oryan - Colombia

1.1.15 Caracterización de Cereales, Pseudocereales y materia prima.

Tabla 8

Propiedades nutricionales de las materias primas por cada 1000 g

Componen te	Amaranto	Quinoa	Avena	Almen dras	Frutos secos	Harina de trigo	Mantequi lla de maní	Panel a	Suero de Leche
Calorías (Kcal)	3710	3680	2460	5750	6540	3640	5290	3510	3870

Proteínas (g)	135.6	141.2	158	195	142.3	105.5	183	7	343
Grasas (g)	70.2	60.7	69	428.7	652.1	11.5	298	1.4	57.8
Fibra (g)	67	70	120	122	67	30.5	50	2.7	1
Carbohidratos (g)	652.5	641.6	652.2	200	137.1	772.5	468.8	800	490
Otros	74.7	86.5	0.8	0.3	1.5	80	0.2	188.9	108.2

Fuente: (Manzanero, 2021)

En la Tabla 8 se representan las propiedades nutricionales de las materias primas por cada 1000 g que servirán para establecer una formulación balanceada y optimizando recursos mediante el complemento de Excel (solver).

Tabla 9.

Propiedades nutricionales de la barra energética por cada 1000 g

Composición	Cantidad
Calorías (Kcal)	3920
Carbohidratos (g)	780
Proteínas (g)	80
Fibra (g)	15
Grasas (g)	50
Otros (g)	75

Fuete: (Roldán, 2022)

Las personas se ven afectadas directamente debido a sus malos hábitos alimenticios ya que no consumen alimentos ricos en macronutrientes y micronutrientes, por lo que su función metabólica se verá perjudicada. Las investigaciones relacionadas con las propiedades de los cereales y suero de leche en polvo representan una fuente confiable para aplicaciones alimenticias.

Las barras de cereales representan una alternativa que se puede utilizar para complementar los nutrientes y compuestos esenciales que promueven la salud del ser humano a través de la dieta. Considerando los antecedentes mencionados anteriormente, el presente proyecto de investigación plantea el desarrollo de una barra energética a partir de cultivos andinos. Además, éste estudio contribuirá a identificar los principales beneficios del uso del suero de leche en polvo.

1.2 Hipótesis

1.2.1 Hipótesis nula (H₀)

La composición de pseudocereales no mejora las características nutricionales de la barra energética.

1.2.2 Hipótesis alternativa (H_a)

La composición de pseudocereales mejora las características nutricionales de la barra energética.

1.3 Señalamiento de variables

1.3.1 Variable independiente

Concentraciones de quinua, amaranto, harina de trigo, avena en hojuelas, almendras, mantequilla de maní y panela.

1.3.2 Variable dependiente

Análisis económico, nivel calórico

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Desarrollar una barra energética a partir de cultivos andinos: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Avena (*Avena Sativa*) y Amaranto (*Amaranthus Caudatus* L.)

1.4.2 Objetivos Específicos

- Preparar una formulación balanceada para la elaboración de una barra energética empleando cultivos andinos y suero de leche en polvo.
- Analizar mediante métodos fisicoquímicos, microbiológico, textura y sensorial al producto formulado.
- Calcular la factibilidad económica del producto formulado con aceptación sensorial.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La parte experimental de este proyecto se realizó en los laboratorios de LACONAL y de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología en la Universidad Técnica de Ambato

El presente proyecto de investigación se enfoca en el desarrollo de una barra energética a base de cultivos andinos, para determinar su aporte nutricional del producto formulado se realizó análisis físicos químicos, los mismos que fueron mediante métodos oficiales.

2.1 Método de Investigación

2.1.1. Método Cuantitativo

Los métodos para generar una investigación cuantitativa consideran como parte fundamental el uso de números para poder tener una medición de datos. Generalmente los investigadores usan los análisis numéricos, matemáticos y estadísticos para tener una conexión y significado en los datos encontrados durante la investigación (**E. García, 2022**).

2.1.1.2 Preparación de una formula balanceada para la elaboración de una barra energética empleando cultivos andinos y suero de leche en polvo.

Para la elaboración de una barra energética a base de cultivos andinos es necesario tener una formulación establecida, incluyendo como una materia prima extra el suero de leche en polvo, para lo cual se procederá a balancear los nutrientes utilizando la composición nutricional y requerimientos de los consumidores. Además, se realizaron pruebas de preparación de barras con ingredientes ya establecidos. Mediante un cálculo con programación matemática utilizando la hoja de cálculo Excel y la opción Solver se estableció un modelo lineal que permitió obtener los valores óptimos (**Cappella, 2016**).

La formulación ideal que presenta los valores óptimos se la obtuvo mediante un cálculo con programación matemática, esto es mediante el uso de la hoja de cálculo Excel mediante el complemento Solver, en el cual se puede realizar análisis hipotéticos. Se utiliza Solver para hallar un costo optimo (mínimo o máximo) para

una fórmula en una celda, la celda objetivo, que está sujeta a limitaciones o restricciones en los valores de otras celdas. Solver labora con un conjunto de celdas denominadas celdas de cambiantes de elección o, sencillamente, celdas de cambiantes que se utilizan para calcular fórmulas en la celda objetivo y de restricción. Solver acomoda los valores de las celdas de cambiantes de elección para que cumplan con los parámetros de las celdas de restricción y den el resultado esperado en la celda objetivo. Es decir, puede utilizar Solver para establecer el costo más alto o mínimo de una celda cambiando otras celdas (De la Cruz, 2018).

2.1.1.2. Diagrama de flujo

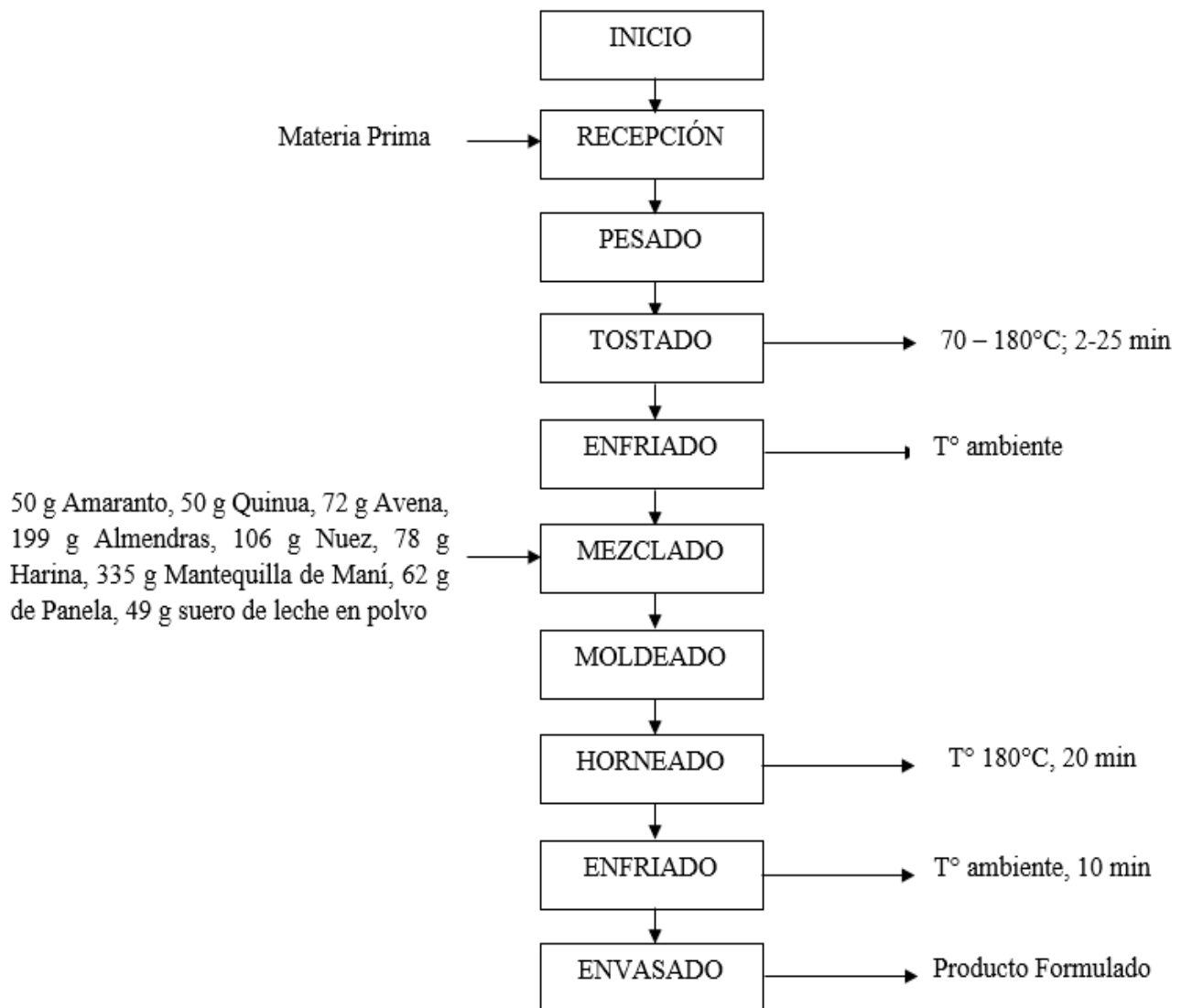


Gráfico 3. Elaboración de barra energética a base de quinoa, avena y amaranto.

2.1.1.3 Análisis físico químico, microbiológico, textura y sensorial al producto formulado.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos de la barra de cultivos andinos se realizaron con los servicios que ofrece el Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos (LACONAL) para determinar si el producto es inocuo, de esta manera se aseguró que sea un aporte nutritivo y no causará ningún daño a la salud del consumidor (Morales, 2016).

2.1.1.4 Análisis de Humedad

El contenido en agua (humedad) de la barra energética se obtuvo mediante la metodología que establece la norma técnica ecuatoriana INEN-ISO 712:2013, para lo cual se obtuvo 2 g de la muestra a analizar para luego ser colocada dentro de una cápsula misma que debe ser pesada y tarada con antelación, posteriormente se colocó en la balanza de humedad la cual cuenta con una precisión de ± 0.001 g esto dentro de un rango de 5 a 10 min dependiendo de lo que se requiera analizar. La balanza utilizada para este análisis es una CITIZEN este tipo de balanzas presentan un rango de 30-120 °C además de un porcentaje que va de 0-100% (INEN, 2013a).

Para tener una determinación precisa del contenido en agua de la barra energética se tomó en cuenta muchos criterios como el estado físico del producto, estabilidad térmica, cantidad de agua a determinar, etc.,(M. García, 2017).

2.1.1.5 Análisis de Cenizas

La determinación de cenizas se realizó bajo la metodología establecida en la norma NTE INEN 520, donde la experimentación se efectuó por duplicado a la muestra, inicialmente se pesaron los crisoles de porcelana vacíos en una estufa a 105°C por un tiempo de 30 min. Por consiguiente, se los dejó enfriar en el desecador tomando en cuenta su peso. A continuación, se obtuvo 2 g de la muestra para ser analizados, los mismos que fueron colocados en los crisoles pesados anteriormente, para ubicarlos dentro de la mufla ajustada ($550 \pm 15^\circ\text{C}$) durante un tiempo de 5 horas. El valor de ceniza se determina mediante la destrucción de la materia orgánica presente en la

muestra por calcinación hasta obtener una ceniza de color gris. Por último, se dejó enfriar los crisoles con las muestras calcinadas dentro del desecador y se registró su peso de manera inmediata cuando haya obtenido la temperatura ambiente.

El contenido de cenizas se calcula por diferencia de peso y se expresa en % de masa, al realizar por duplicado la experimentación se reportó el promedio de los dos resultados determinados (INEN, 2013b).

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1} * 100$$

(Ecuación 1)

C₁: Peso del crisol vacío (g)

C₂: Peso del crisol + muestra (g)

C₃: Peso del crisol + ceniza (g)

2.1.1.6 Análisis de grasa (Reacción enzimática)

El análisis se lo realizó por el método PE13-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 2003.06. Con este método se determina la grasa total en matrices complejas donde la extracción de grasa por el método convencional no es cuantitativa, por lo que se requirió la hidrólisis de la muestra, el cual permitió que la grasa combinada con otros constituyentes como proteínas y carbohidratos, se liberen y pueda ser extraída fácilmente por el disolvente.

Se pesó alrededor de 1g de muestra a analizar, se empleó en un vaso de precipitados que contenga 100 ml de HCL, próximo a ser calentado en una estufa a 150°C en el transcurso de una hora, por tanto se filtró la muestra y se lavó con 500 ml de agua destilada, luego se colocó la muestra en un dedal de celulosa, por consiguiente se colocó en los accesorios para la extracción de grasa (solvent extractor) y se agregó 50 ml de hexano a una temperatura de 130° alrededor de 40 minutos para la etapa de inmersión, 60 minutos en la fase de limpieza y por ultimo 30 minutos en la fase de recuperación, se colocó los vasos en una estufa a 105°C a lo largo de 30 minutos esto para poder eliminar completamente el solvente, después se colocó los vasos en el desecador hasta obtener un peso que se mantenga es decir que sea continuo, al final se registró el peso. (Barrento, 2020).

El cálculo de la grasa se la realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \textit{Grasa} = \frac{(W_2 - W_0)}{W_1} * 100$$

(Ecuación 2)

P: Masa de la muestra (g)

V₁: Volumen de HCl necesario para valorar (ml)

V₀: Volumen de HCl necesario para valorar el blanco (ml)

N: Normalidad del HCl

F: Factor de conversión (6.25)

2.1.1.7 Análisis de Proteína (Kjeldhal)

El análisis se realizó por el método PE03-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 2001.11 (Kjeldhal) en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL). Este método constó de tres partes. En la primera fase se encuentra la digestión, donde se pesó 1g de muestra premolida y homogenizada previamente, después se ubicó en tubos de digestión con 1 tableta catalizadora Kjeldahl y 15 ml de (H₂SO₄) ácido sulfúrico concentrado en un rango entre 95% - 98%. La digestión se desarrolló a una temperatura de 420°C a lo largo de 60 minutos, posteriormente se dejó la muestra a temperatura ambiente alrededor de 10 minutos para poder enfriarla. Como segunda fase se presenta la neutralización y destilación, en las cuales se agregó ácido bórico (25 ml) en un matraz Erlenmeyer y se agregó de 2 a 3 gotas de indicador mixto. Se llevo a cabo una destilación a lo largo de 30 minutos, con el objetivo de destilar 200 ml, como última fase está la valoración, donde se llevó una titulación con ácido clorhídrico al 0,1N, donde se consiguió un viraje de color verde a violeta

La digestión en este paso sobresale el uso de 1 tableta de catalizador Kjeldahl y ácido sulfúrico al 95-98%, neutralización y destilación dentro de este paso se usa ácido bórico, además de un indicador mixto, finalmente la valoración se realizó con ácido clorhídrico 0,1 N.

El cálculo de la proteína se la realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \textit{Nitrógeno} = \frac{1.4 * (V_1 - V_0) * N}{P}$$

$$\% \textit{Proteína} = \% \textit{Nitrógeno} * F$$

(Ecuación 3)

P: Masa de la muestra (g)

V₁: Volumen de HCl necesario para valorar (ml)

V₀: Volumen de HCl necesario para valorar el blanco (ml)

N: Normalidad del HCl

F: Factor de conversión (6.25)

2.1.1.8 Análisis de Fibra dietética total

El análisis de fibra se lo realizó por el método AOAC 985.29 Ed 21, 2019 en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos (LACONAL). Así se obtuvo un porcentaje de fibra dietética con un índice mayor de pureza. Inicialmente se obtuvo 1 g de la muestra triturada previamente, y luego se agregó buffer fosfato esto para equilibrar el pH el mismo que está en un rango entre (6.0 y 6.5), de manera seguida se añadió 50 µml de la enzima alfa amilasa (Magazine), obteniendo así una hidrólisis enzimática a una temperatura de ebullición por un lapso de 15 min. Posteriormente se incorporó 0.275 µml de NaOH para llegar a un pH de 7.5 ± 0.2 , luego se añadió la enzima proteasa y se sometió la muestra a 60°C por 30 min. Se dejó enfriar la muestra y nuevamente se modificó el pH con HCl (0.325 M) entre (4 y 4.5). Se ubicó amiloglucosidasa que fue la tercera enzima y se expuso nuevamente la muestra a 60°C por un tiempo de 30 min. Se agregó 280 ml de alcohol al 96% por 1 hora. Además, se tararon a 550°C en un lapso de 1 hora y se registraron los pesos de los crisoles vacíos que se usaron posteriormente. También se añadió 0.5 g de Celite a los crisoles, el mismo que es un coadyudante de filtración. Se los ubicó en la mufla por 1 hora, se dejó enfriar y se registró su peso del crisol más el Celite calcinado. Para la filtración se colocó alcohol al 96% para que se ordene la muestra. Como última fase estuvo el enjuague, se realizó un primer enjuague con alcohol al 96% con dos porciones de 10 ml, el segundo enjuague fue con alcohol al 78% con dos porciones de 10 ml. Finalmente se añadió 10 ml de acetona esto para ayudar acelerar el secado de la muestra que también se la dejó en la estufa a una temperatura de 70 °C – 100°C.

2.1.1.9 Análisis de Carbohidratos Totales (Cálculo)

Para obtener los carbohidratos totales que contiene el producto formulado se usó la ecuación la cual está basada principalmente en una diferencia entre los valores obtenidos anteriormente, proteína, cenizas, grasa, humedad y fibra cruda:

%Carbohidratos

$$\begin{aligned} &= 100 \\ &- (\%humedad + \%proteína + \%grasa + \%fibracruda \\ &+ \%ceniza) \end{aligned}$$

(Ecuación 4)

2.1.1.10 Análisis de Energía (Cálculo)

Se utilizó la metodología planteada dentro de la norma NTE INEN 1334-2 (INEN, 2011a), la cual usa tres factores de conversión: grasa 9 kcal/g, carbohidratos 4 kcal/g y proteína 4 kcal/g.

$$\text{Energía} = (\text{grasa} * 9) + (\text{carbohidratos} * 4) + (\text{proteína} * 4)$$

(Ecuación 5)

2.1.1.11 Análisis de Aerobios Mesófilos (Petrifilm)

El análisis microbiológico se realizó por el método PE0.-7.2-MB AOAC 990.12. Ed.21.2019, en el Laboratorio de Control de Alimentos (LACONAL). Donde se usó placas petrifilm. Es un medio de cultivo el cual se encuentra listo para ser utilizado, contiene nutriente del Agar Standard Methods, el cual es un gelificante que se solubiliza con agua fría y además un indicador de color rojo que ayuda a que el proceso de recuento sea más fácil (Corrales, 2022). Se utilizó 10 g de la muestra a analizar con 90 ml de agua peptona, seguidamente se homogenizó por un lapso de 30 seg en un Stomacher a 230 rpm, donde se preparó diluciones seriadas para posteriormente ser sembradas en las placas. Finalmente, los aerobios mesófilos se expresaron como (UFC/g) UFC por gramo.

2.1.1.12 Análisis de Textura

Para determinar la textura de la barra óptima se la realizó a través de un texturómetro, para llevar a cabo este tipo de pruebas se aplicó fuerzas controladas al producto formulado a 8 barras energéticas obtenidas mediante nuestra formulación y se registró las respuestas en términos de dureza. El texturómetro utilizado fue un Brookfield disponible en la LACONAL. El principio de prueba de este equipo es la compresión, tensión y perfil de textura. Inicialmente se conectó la sonda TA39 al analizador de texturas. Luego se insertó dos pernos de la mesa en las ranuras de la base del analizador. Posteriormente se colocó la mesa base del accesorio en el analizador de texturas y atornille ligeramente las tuercas de los pernos. Se ajustó la mesa para que la sonda quede centrada sobre la mesa. Una vez completada la alineación, se aseguró la mesa base apretando las tuercas de los pernos. Coloque una galleta en la mesa. Se alineó la muestra debajo de la sonda lo más centrada posible. Se ajustó lentamente la sonda a unos 3,0 mm por encima de la muestra de galleta. Se estableció los parámetros de prueba con el software Texture Pro. Luego se inició la prueba. Finalmente, se limpió la sonda con un paño seco después de probar cada muestra (ISO 9001:2015, 2020).

2.1.1.13 Análisis Sensorial

El análisis sensorial se realizó con 12 catadores semi-entrenados mediante pruebas en una sala de cata, a través de una escala hedónica de aceptación de 5 puntos del producto formulado, donde: 1 expresa “Me disgusta mucho” y 5 “Me gusta mucho”. Los parámetros analizados fueron aceptabilidad, sabor, color, aroma, forma.

2.1.1.14 Cálculo de la factibilidad económica del producto formulado con aceptación sensorial.

Un parámetro indispensable dentro de la viabilidad del producto es un análisis de costos para la elaboración de la barra de cultivos andinos, el mismo que establecerá el valor de las materias primas y del producto final para de esta manera poder conocer el precio de venta al público y determinar si es competitivo frente a productos existentes en el mercado (Silva, 2020).

2.1.2 Método Cualitativo

Este método comprende explorar la información teórica y datos no numéricos. Generalmente este método de investigación interpreta como las personas conectan el significado a sus experiencias y emociones (E. García, 2022).

2.1.2.2 Recolección de Información

La información se recolectó mediante libros físicos y digitales, artículos científicos, papers en inglés y en español, también a través de bibliotecas virtuales de la Universidad Técnica de Ambato.

2.2 Instrumentos de Investigación

2.2.1. Ingredientes

- Quinoa
- Avena
- Amaranto
- Almendras
- Nuez
- Harina de trigo
- Mantequilla de maní
- Panela
- Suero de leche

2.2.2. Materiales de laboratorio

- Bandejas
- Olla de cocción
- Cucharones
- Espátulas
- Cuchillos
- Vasos
- Platos
- Moldes

- Papel aluminio
- Vasos de precipitación de 100ml y 200 ml
- Micropipeta y puntas
- Papel filtro
- Crisol
- Pinzas
- Probetas
- Gradilla
- Contador de colonias
- Termómetro
- Balón de aforo de 100ml

2.2.3. Equipos

- Horno
- Estufa
- Incubadora
- Licuadora
- Cocina industrial
- Balanza de humedad
- Balanza analítica
- Autoclave
- Stomacher
- Mufla

2.3 Análisis de datos

El análisis de datos usa un punto de vista más complejo con técnicas avanzadas para explorar y experimentar con datos. Los datos fueron analizados tanto en los estudios fisicoquímicos, microbiológicos de textura, análisis sensorial y la factibilidad económica del producto formulado. Una vez realizada la experimentación se obtuvo los datos necesarios para poder hacer comparaciones con otras barras energéticas

comunes en el mercado, además de revisar si los valores obtenidos se encuentran dentro de la normativa establecida.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados.

3.1.1 Preparación de una fórmula balanceada para la elaboración de una barra energética empleando cultivos andinos y suero de leche en polvo.

Es necesario definir una formulación para la elaboración de una barra energética a base de cultivos andinos y que se incluya como materia prima extra suero de leche en polvo, para ello es necesario balancear los nutrientes donde se toma en consideración los requerimientos nutricionales que establece la FAO en hombres y mujeres (kcal/día) según su actividad física como se representa en la Tabla 1 y Tabla 2 (FAO, 2021b).

Tabla 10

Valores óptimos para la elaboración de la barra energética a base de cultivos andinos

Materia prima	Costo USD/kg	Cantidad kg	valor total	Calorías (Kcal)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Fibra (g)	Carbohidratos (g)	Otros (g)
Amaranto	13.3	0.050	0.66	3710	135.6	70.2	67	652.5	74.7
Quinoa	3.63	0.050	0.18	3680	141.2	60.7	70	641.6	86.5
Avena	1.82	0.072	0.13	2460	158	69	120	652.2	0.8
Almendras	11.02	0.199	2.19	5750	195	482.7	122	200	0.3
Frutos Secos	11	0.106	1.16	6540	142.3	652.1	67	137.1	1.5
Harina de trigo	1.16	0.078	0.09	3640	105.5	11.5	30.5	772.5	80
Mantequilla de mani	9.55	0.335	3.20	5290	183	298	50	468.8	0.2
Panela	3.06	0.062	0.18	3510	7	1.4	2.7	800	188.9
Suero de leche	25.84	0.049	1.26	3870	343	57.8	1	490	108.2
Total	80.38	1.00	9.08	38450	1410.6	1703.4	530.2	4814.7	541.1

Fuente: Autor, 2022

El complemento Solver permitió obtener la formulación balanceada gracias a la información nutricional de las materias primas y a las restricciones que ayudaron a minimizar costos como se observa en la Tabla 10 y a partir de la misma proceder con el desarrollo del proyecto de investigación.

3.1.2 Análisis fisicoquímicos de la barra energética a partir de cultivos andinos.

El análisis fisicoquímico se realizó a la barra energética a partir de cultivos andinos. El valor determinado para el contenido de humedad es de 5.02% como se detalla en la Tabla 11, lo que representa una cantidad adecuada respecto a la normativa NTE INEN 2595, la cual establece como una cantidad máxima el 10% de humedad (**INEN, 2011b**). Al tener un valor aceptable garantiza que la conservación de la barra energética va a ser estable y además presenta un índice bajo con relación al crecimiento microbiano.

El valor de cenizas determinado fue de 1.85 %. Al comparar bibliográficamente el contenido de ceniza para barras elaboradas a partir de cereales con maní y amaranto oscila entre el 1% y 1.90%. Lo cual se asemeja al valor obtenido para la barra energética a base de cereales andinos, esto representa que hay un contenido equilibrado de minerales como hierro, calcio, magnesio, fósforo, zinc, sodio y potasio los mismos que son importantes para una dieta balanceada (**Medina, 2006**).

En cuanto al análisis de grasa, el valor obtenido fué de 28.3 %. Lo que representa un valor alto. Generalmente las barras de cereales tienen como una de sus principales características el bajo contenido de grasa y un aporte de proteína (**Medina, 2006**). Así también, es importante considerar que las grasas son una fuente muy importante para el aporte de energía cada gramo de lípido genera 9 kcal (**Badui Dergal, 2006**). Además, que no toda la grasa presente puede ser perjudicial ya que dentro de la formulación se usó frutos secos, almendras, amaranto materias primas que en su composición nutricional contienen materia grasa. También se usó mantequilla en un 33% aproximadamente como se observa en la Tabla 10, lo que justifica este valor elevado.

El contenido de proteína obtenido mediante la experimentación en la LACONAL fue de 15.9%, este valor se encuentra dentro de lo establecido según la norma NTE INEN

2085:2005, la cual establece que el valor mínimo de proteína es de 3% (**INEN, 2005**). Este alto contenido proteico que presenta la barra energética se debe a la mezcla de cultivos andinos como cereales y pseudocereales dentro de la formulación, además de la incursión del suero de leche en polvo el mismo que es un concentrado con alto valor de proteína.

El contenido de fibra dietética total obtenido al igual que la proteína en la LACONAL fue de 13.8%. Este valor sobrepasa a 5.81% de fibra reportado por **Cappella (2016)** para barras con materias primas regionales. Para las barras a partir de avena el valor referido es de 20.56% de fibra (**Zenteno, 2014**). El resultado de fibra depende y varía de acuerdo con las materias primas que se usen dentro de la formulación. Según la OMS y la FAO el consumo adecuado de fibra en una dieta balanceada previene el riesgo de contraer enfermedades.

El valor obtenido para el análisis de carbohidratos fue de 35.13%, mediante la resolución de la ecuación 4. Según, **Zenteno (2014)** reporta un valor similar el mismo que fue 45.32%. Estos valores varían dependiendo de las materias primas que usen dentro de la formulación. La cantidad de carbohidratos obtenidos representa el porcentaje mayoritario dentro de la composición nutricional como se reporta en la Tabla 11 por lo que está dentro de lo establecido. Los carbohidratos son los componentes principales de este tipo de productos gracias a que la energía proviene de estos nutrientes, específicamente en forma de glucosa y fructosa, que recargan las reservas de glucógeno muy rápidamente.

En relación con el aporte energético las barras energéticas formuladas a partir de cultivos andinos y suero de leche en polvo presenta 458.82 kcal, este valor fue obtenido mediante la resolución de la ecuación 5. La misma que representa el producto entre los valores de grasas, carbohidratos y proteínas para cumplir las funciones biológicas que el cuerpo humano necesita.

La Tabla 1 y Tabla 2 presentan los valores de kcal/días recomendados por la FAO donde el valor mínimo es de 2250 kcal y máximo de 3800 kcal recomendado para hombres, en cuanto a las mujeres es de 1700 kcal y 2750 kcal respectivamente, hay que tomar en cuenta que estos valores son por ingesta diaria y los valores máximos

son considerados para personas con actividad intensa. A demás la (Administración de Alimentos y Medicamentos) o más conocida por sus siglas en inglés FDA estima que el aporte energético diario recomendable es en promedio de 2000 kcal. Por lo que el valor obtenido dentro de la experimentación es aceptable ya que las barras se las puede consumir como un snack complementario.

Tabla 11

Análisis Fisicoquímicos de la barra energética a partir de cultivos andinos

Análisis Fisicoquímicos	Valores obtenidos dentro de la experimentación	Valores referentes según bibliografía
Humedad	5.02 %	0% - 10%
Cenizas	1.85 %	1% - 1.90%
Grasa	28.3 %	9.23 % - 15.63%
Proteína	15.9 %	min 3%
Fibra	13.8 %	5.81% - 20.56%
Carbohidratos totales	35.13 %	30% - 65%
Energía	458.82 kcal	350 kcal – 460 kcal

Fuente: Autor, LACONAL 2022

3.1.3 Análisis microbiológicos de la barra energética a partir de cultivos andinos.

La barra energética a partir de cultivos andinos fue evaluada microbiológicamente mediante aerobios mesófilos, la cuantificación de estos microorganismos permitió evaluar de manera general la carga microbiana que puede presentar luego de la elaboración de la barra energética. Generalmente la principal desventaja de este análisis es que no aporta datos concretos sobre el tipo de microorganismo que predomine en la muestra. Pero siempre es necesario e importante su conocimiento, ya que el valor de este grupo microbiano refleja la calidad sanitaria y también genera información para saber si existieron prácticas inadecuadas en su conservación, manipulación incorrecta de las materias primas o contaminación cruzada.

El valor máximo permitido para cereales en copos o expandidos es de 10^4 (UFC/g), además este tipo de productos debe presentar una ausencia de *E. coli* y *Salmonella* (Moragas, 2018). Luego de finalizar la experimentación en placas petrifilm. Se tuvo un valor de 90 (e) (UFC/g), el mismo que fue estimado y presentado en fracción decimal, este valor se encuentra dentro de lo establecido. La estimación en el valor obtenido se la realizó ya que en ninguna de las 3 diluciones ($10^1, 10^3, 10^5$) que fueron sembradas en las placas presentó un valor superior a 10 colonias por placas. Según el instructivo técnico para el recuento de aerobios mesófilos en placas petrifilm, para que el resultado sea válido se debe considerar como parte indispensable que dentro del recuento de colonias se realice a placas que como mínimo presenten un valor de 10 colonias por cada una. Los requisitos microbiológicos según la NTE INEN 2595:2011 presenta como un “m” valor mínimo permisible de 10^4 , para este valor el resultado se lo considera como de buena calidad o satisfactorio si todas las unidades que está compuesta la muestra tiene un número de microorganismos igual o menor que “m” y un “M” valor máximo de 10^5 , en cuanto al resultado de este valor se considera no satisfactorio si el recuento es igual o mayor a “M”. Considerando lo expuesto anteriormente el producto presenta una cantidad insignificante de aerobios mesófilos por lo que se puede es apto para el consumidor.

Tabla 12

Análisis Microbiológico de la barra energética a partir de cultivos andinos.

Microorganismo	(UFC/g)
Aerobios Mesófilos	90 (e)

Fuente: LACONAL, 2022

3.1.4 Análisis de textura de la barra energética a partir de cultivos andinos.

El análisis de textura de la barra energética a base de cultivos andinos formulada se muestra en la Tabla 13, donde el parámetro determinado fue la dureza esto gracias al Texturómetro Brookfield. Dicho análisis se lo realizó por comparación de la dureza y fracturabilidad por penetración. Esta prueba comprime las cookies a una distancia y medidas establecidas la cantidad de fuerza requerida para penetrar la superficie de la barra energética. Esto simula la cantidad de fuerza necesaria para un humano para

morder una galleta. En algunos casos, cuando la superficie es penetrada, la galleta puede fracturarse o romperse. Las barras energéticas se colocaron entre la sonda TA39 y el Mesa base de luminarias (TA-BT-KIT). A medida que se baja la sonda hacia la muestra, eventualmente romperá la superficie y penetrará la galleta. Esto proporcionará datos sobre la dureza y fracturabilidad de la muestra cómo se presenta en la Tabla 13 y Gráfico 4. A medida que la sonda se retrae, se medirá la fracturabilidad de la galleta (ISO 9001:2015, 2020).

La variabilidad en los datos obtenidos en la dureza luego del análisis se debe al contenido de pseudocereales, cereales y frutos secos dentro de la formulación, dado que a una mayor cantidad de sólidos y un menor porcentaje de líquido la dureza será mayor. Si la cantidad de líquidos y sólidos es alta la dureza llega a equilibrarse, esto debido a que existirá una absorción de los líquidos. Es importante recalcar que la textura de las barras de cereal de manera general sean estas energéticas o proteicas varían gracias a la humedad ya que en su distribución no se encuentra uniforme, por lo que se consideran productos frágiles. Otro punto por considerar en la textura de este tipo de productos es la materia grasa presente (Zoulias, 2018).

Tabla 13

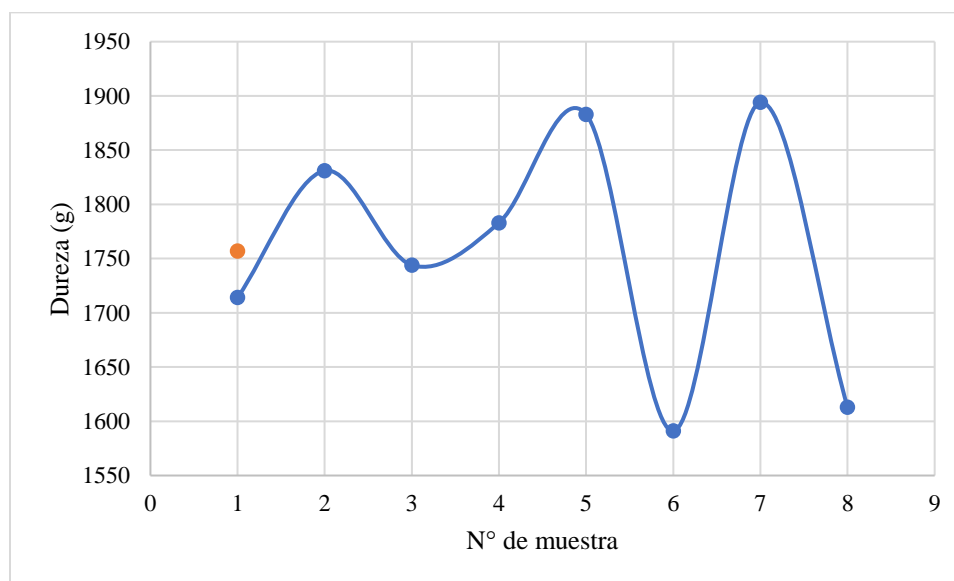
Análisis de textura de la barra energética a partir de cultivos andinos.

N° de muestra	Producto	Resultados Ciclo 1 Dureza (fg)	Dureza Newton (N)	Fracturabilidad (fg)
1	Barra Energética	1714	16,81	1714
2	Barra Energética	1831	17,96	1831
3	Barra Energética	1744	17,10	1744
4	Barra Energética	1783	17,49	1783
5	Barra Energética	1883	18,47	1883
6	Barra Energética	1591	15,60	1591
7	Barra Energética	1894	18,57	1894

8	Barra Energética	1613	15,82	1613
	Mínimo	1591	15,60	1591
	Máximo	1894	18,57	1894
	Promedio	1757	17,23	1757

Fuente: LACONAL, 2022

Gráfico 4. *Análisis de textura de la barra a base de cultivos andinos.*



3.1.5 Análisis sensorial de la barra energética de la barra energética a partir de cultivos andinos.

Los resultados que se obtuvieron luego de un análisis sensorial a 12 catadores semi entrenados se presentan en la Tabla 14. Los catadores tuvieron que evaluar la barra energética a base de cultivos andinos con relación a 5 parámetros muy importantes con son la aceptabilidad, forma, color, aroma y sabor, esto a través de una escala hedónica la misma que constó de 5 puntos, donde: 1 significa “disgusta mucho” y 5 “gusta mucho”.

Tabla 14

Análisis sensorial de la barra energética a partir de cultivos andinos.

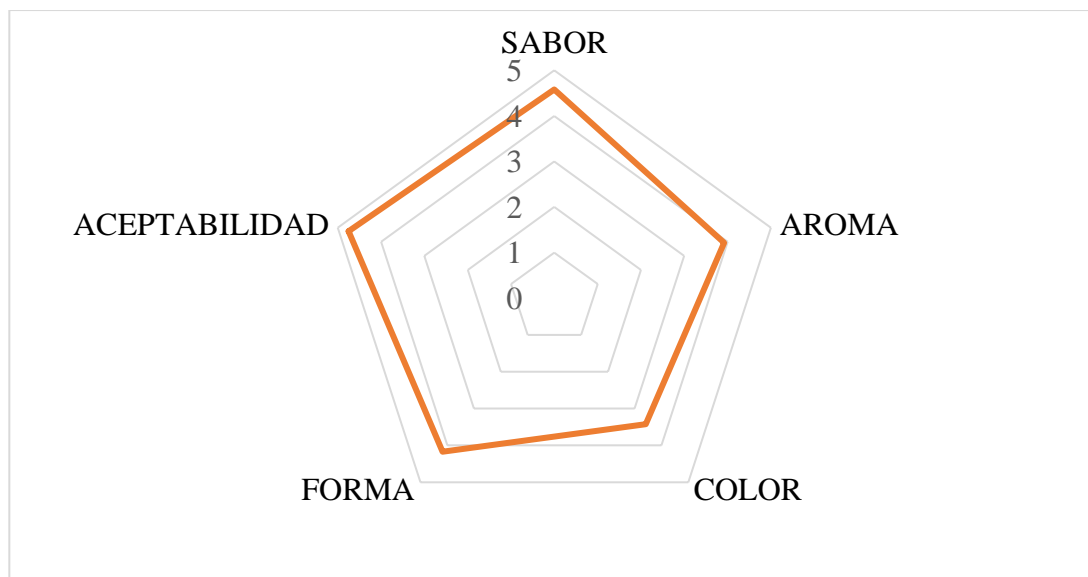
Catadores	Sabor	Aroma	Color	Forma	Aceptabilidad
-----------	-------	-------	-------	-------	---------------

Sofía Barreros	5	4	3	5	5
Michael Carrera	5	4	4	3	4
Estefanía Cuarán	3	4	3	4	4
Flores Joselyne	4	4	3	5	5
Lema Wellington	5	4	3	5	5
Molina Magaly	5	4	3	4	5
Moposita Andrea	5	4	3	4	5
Tapia Sabrina	4	3	4	5	5
Tucumbi Carlos	5	5	4	4	5
Ulba Michelle	5	3	4	3	5
Yancha Eder	4	5	3	5	4
Yansapanta Nari	5	3	4	3	5
Suma	55	47	41	50	57
Promedio	4,58	3,92	3,42	4,17	4,75

Fuente: Autor, 2022

Para poder determinar la calidad de un producto se basa en varios parámetros como la seguridad alimentaria, la calidad y requerimiento nutricional que brindará el nuevo producto y también la cantidad. Pero para que un producto pueda ser introducido al mercado es necesario realizar una evaluación sensorial, esto para establecer si es que el producto formulado presenta una aceptación o un rechazo por parte del consumidor. Al tener un promedio del análisis sensorial se obtuvo como mejor respuesta por parte de los catadores a la aceptabilidad con un 4.75, seguido del sabor que presenta un valor de 4.58.

Gráfico 5. *Perfil sensorial de la barra energética a base de cultivos andinos.*



Tanto la aceptabilidad como el sabor fueron los parámetros que mejor resultado presentaron como se reporta en la Tabla 15 y en el Gráfico 2. Para los alimentos o matrices alimentarias que han sido sometidas a un proceso de horneado se originan compuestos que ayudan al sabor y aroma debido al pardeamiento no enzimático.

El color presentó un valor de 3.42 lo que significa que esta entre un color dorado y oscuro, cumpliendo con los requerimientos establecidos dentro de las barras de cereales. Dentro de la elaboración o fabricación, así como el almacenamiento y diversos procedimientos las matrices alimentarias generan cambios de color que, por lo general, ayudan a mejorar sus características organolépticas. Los cambios de color que se generan en los alimentos en ciertos casos son deseables y algunos indeseables. Es importante considerar que el color dentro de esta reacción genera varias transformaciones complejas, dando como resultado diversos compuestos. Entre ellos se citan las melanoidinas, las mismas que van desde un amarillo hasta un café relativamente oscuro y en ciertos casos negros, afectando directamente al aroma, el sabor y la composición nutricional. Todo lo mencionado anteriormente se produce debido a la reacción de Maillard, dentro de esta los factores a considerar son el tipo de azúcar, el tiempo al que se va a someter a la barra y la temperatura (**Badui Dergal, 2006**).

Los factores mencionados anteriormente son muy importantes para obtener la característica de los cereales horneados que es un color dorado.

Tabla 15

Análisis de varianza y desviación estándar de la barra energética a partir de cultivos andinos.

Análisis	Sabor	Aroma	Color	Forma	Aceptabilidad
Varianza					
$(\sigma)^2$	0.45	0.45	0.27	0.70	0.20
Desviación estándar					
(σ)	0.67	0.67	0.51	0.83	0.45

Fuente: LACONAL, 2022

3.1.6 Cálculo de la factibilidad económica del producto formulado con aceptación sensorial.

Tabla 16. Balance General de materia para la elaboración de la barra a partir de cultivos andinos.

Entradas	Cantidad (g)
A: Amaranto	50
B: Quinoa	50
C: Avena	72
D: Almendras	199
E: Nuez	106
F: Harina de trigo	78
G: Mantequilla de maní	335
H: Panela	62
I: Suero de leche	49

Salidas	
J: Mezclado	1000
K: Producto	946.2
L: Pérdidas	53.8

Fuente: Autor, 2022

El balance general de materia es una herramienta necesaria e importante que se utiliza dentro de la ingeniería de procesos para estimar la pérdida de materia que se pueden dar luego de un proceso industrial al momento de elaborar un producto. La Tabla 16 muestra las entradas y salidas durante la elaboración de la barra energética a base de cultivos andinos. Donde el valor inicial del mezclado al valor del producto obtenido tiene una diferencia de 53.8 g esto refleja las pérdidas durante el moldeado ya que pueden quedarse impregnado en las bandejas mezclado, o durante el proceso de horneado donde existe evaporación del exceso de humedad.

Rendimiento del producto formulado

$$\mathbf{Rendimiento} = \frac{\mathit{Masa\ final}}{\mathit{Masa\ inicial}} * 100$$

(Ecuación 6)

$$\mathbf{Rendimiento} = \frac{946.2\ g}{1000\ g} * 100$$

$$\mathbf{Rendimiento} = 94.64\%$$

Cálculo de Unidades de barras

$$\mathbf{Unidades\ de\ barras} = \frac{\mathit{Peso\ final\ total}}{\mathit{Peso\ de\ barras\ por\ unidad}}$$

(Ecuación 7)

$$\text{Unidades de barras} = \frac{946.2 \text{ g}}{75 \text{ g}}$$

Unidades de barras = 12 barras energéticas a base de cultivos andinos

El rendimiento del producto formulado se lo obtuvo mediante la resolución de la Ecuación 6, el mismo que dio como resultado un valor de 94.64%. Este valor refleja la cantidad del producto que se obtiene luego de transformar o mezclar las materias primas. La Ecuación 7 fue establecida para obtener el total de barras de 75 g que se obtienen luego del moldeado y del horneado, donde se obtuvieron 12 barras energéticas a base de cultivos andinos.

3.1.3.1 Balance de Costos

Tabla 17.

Indicadores del balance de costo para la elaboración de barras energéticas a base de cultivos andinos.

Materia Prima	Peso del Producto (g)	Costo del Producto (\$)	Peso para producción (g)	Costo de producción (\$)
Amaranto	113.395	1.5	49.62	0.66
Quinoa	226.79	0.8	49.62	0.18
Avena	226.79	0.4	71.62	0.13
Almendras	226.79	2.5	198.77	2.19
Frutos Secos	226.79	2.5	106.32	1.17
Harina de Trigo	453.592	0.5	77.79	0.09
Mantequilla de Mani	350	3.34	335.08	3.20
Panela	226.79	0.7	62.03	0.19
Suero de leche	500	13	49.14	1.28
			1000	9.08

Fuente: Autor, 2022

Cálculo de costo por unidad

$$\text{Costo por unidad} = \frac{\text{valor total}}{\text{unidades de barra}}$$

(Ecuación 8)

$$\text{Costo por unidad} = \frac{9.08}{12 \text{ barras}}$$

$$\text{Costo por unidad} = 0.75 \text{ ctv por cada barra energética de 75 gr}$$

La Tabla 17 refleja los indicadores o parámetros que se utilizaron para determinar el valor neto total por cada kilogramo (1000 g) del producto formulado, dicho valor fue de 9.08\$/kg. Dentro de los valores más elevados fue el de la mantequilla que fue de \$3.20, este valor podría variar al utilizar otro tipo de materia prima que cumpla con los mismos requisitos nutricionales y así evitar la variación en la composición del producto formulado.

Tabla 18.

Indicadores Financieros obtenidos luego de analizar la factibilidad económica.

Indicadores Financieros	Valor
Valor Actual Neto (VAN)	29,426.25
Tasa Interna de Retorno (TIR)	10.91%

Fuente: Autor, 2022

Para que un proyecto sea esto un negocio o la incursión de un nuevo producto al mercado es necesario considerar ciertos factores. Dentro de los cuáles se encuentran los indicadores financieros, los mismos que son herramientas usadas generalmente por empresas para el análisis financiero que se generará en un periodo determinado. Y que permitirán hacer comparaciones y así la toma de decisiones que sean estratégicas tanto en el ámbito financiero como económico. Es por lo que mediante estos indicadores y una correcta interpretación se puede saber el rumbo que llevará la empresa o el producto nuevo (A. Pérez, 2021). Para poder obtenerlos en necesario un flujo de caja, este es un informe del efecto disponible representados en entradas y

salidas. Este fue realizado mediante una plantilla de Excel donde se ubican los periodos de tiempo y los ingresos y salidas del dinero disponible para la realización del proyecto.

La Tabla 18 presenta los valores que fueron obtenidos al analizar la factibilidad económica de las barras económicas, para el Valor Actual Neto (VAN) se obtuvo un valor de 29,426.25 \$ al ser un valor positivo se interpreta que el proyecto se puede aceptar ya que permitirá crear un valor. En cuanto a la Tasa Interna de Retorno (TIR) se obtuvo un valor de 10.91% al ser un valor superior a cero, se define que el proyecto o la viabilidad del producto es aceptable, que la rentabilidad es superior a la mínima requerida. Es importante mencionar que tanto el VAN y el TIR no son los únicos indicadores financieros o las únicas fórmulas para el cálculo de la viabilidad para generar una inversión, hay muchas otras. Pero la mayoría de los estudios del sector de finanzas concuerdan que son las indicadas para iniciar el proceso.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El desarrollo de la barra energética a partir de cultivos andinos, se lo realizó con la finalidad de ofrecer un producto con características nutricionales favorables a los consumidores. Se puede sustituir por dulces comunes como chocolates, galletas y snacks. Hay que tener mucho cuidado con el consumo en exceso de barras energéticas en los niños, ya que su uso excesivo puede provocar sobrepeso debido a su alto contenido calórico.

A través de un modelo matemático lineal, se elaboró una formulación la misma que fue balanceada gracias a la composición nutricional de cada una de las materias primas utilizadas para el desarrollo del proyecto de investigación. Los valores obtenidos se presentaron en función una minimización de costos. Lo cuál implicó obtener valores acordes a los requerimientos de los consumidores, de una manera directa. Evitando así la prueba de ensayo error.

Los análisis fisicoquímicos realizados al producto formulado cumplieron con los valores establecidos dentro de la normativa y según valores bibliográficos, a excepción de la materia grasa ya que presentó un valor elevado en relación con estudios realizados. Por su parte los análisis microbiológicos presentaron un valor insignificante con relación al límite permisible según normativa. Los resultados obtenidos para la textura fueron presentados en términos de dureza, los mismos que no fueron similares entre sí debido a la formulación de la barra energética. En cuanto a los análisis sensoriales se obtuvieron resultados favorables, a pesar de no existir diferencias significativas entre sí, los que sobresalieron fueron la aceptabilidad y el sabor.

El estudio de la factibilidad económica ayudó a obtener un análisis para entender la relación costo y beneficio y así definir si el producto formulado es viable económicamente. Generalmente es el principal elemento para poder sustentar los recursos financieros y económicos. Los valores obtenidos para los indicadores

financieros reflejan que el producto formulado obtenido es viable, ya que nos indican valores positivos generando ganancias a corto y largo plazo.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar un diseño experimental con relación a los tipos de cocción y diferentes tiempos a los que son sometidos las barras energéticas.

Para un mejor resultado dentro de los análisis fisicoquímicos, es recomendable tener una adecuada técnica de conservación de las barras energéticas.

Al presentar una elevada cantidad de materia grasa, se recomienda disminuir y usar otro tipo de aglutinante para darle flexibilidad al producto formulado.

El uso de equipos industrializados ayudará a obtener un mejor resultado del producto formulado. Ya que así se optimizarán recursos como tiempo y se evitará la pérdida de materia prima.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- Badui Dergal, S. (2006). Salvador Badui Dergal. En *Química de los alimentos*.
- Barrento, F. (2020). Perfil nutricional básico. *Centro Nacional de ciencia y tecnología de alimentos*. Recuperado de <http://cita.ucr.ac.cr/node/92#:~:text=Grasa por hidrólisis ácida%3A Con,como proteínas y carbohidratos se>
- Better Health. (2020). Balancing energy in and energy out. *Nutrition Australia*. Recuperado de <https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/healthyliving/energy-in-and-energy-out>
- Brazier, Y. (2017). How many calories do you need? *Medical News Today*. Recuperado de <https://www.medicalnewstoday.com/articles/263028>
- Breaulieu, K. (2021). Efecto de las intervenciones de entrenamiento físico sobre la ingesta de energía y el control del apetito en adultos con sobrepeso u obesidad: una revisión sistemática y metanálisis. *Obesity Reviews*. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/obr.13251>
- Cappella, A. (2016). Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente. *UNCU*. Recuperado de https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8188/tesis-brom.-cappella-agostina-24-10-16.pdf
- Corrales, P. (2022). 3M Placas Petrifilm para el Recuento de Aerobios AC. *Ciencia aplicada a la vida*. Recuperado de <https://multimedia.3m.com/mws/media/1409674O/guia-interpretacion-petrefilm-aerobios.pdf>
- De la Cruz, F. (2018). *Problemas con Solver*. Recuperado de <https://support.microsoft.com/es-es/office/definir-y-resolver-un-problema-con-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040>
- Espitia Rangel, E. (2012). Amaranto: ciencia y tecnología. *México inifap/sinarefi*, 2(Libro científico), 354.

- FAO. (2021a). *Los mercados mundiales de oleaginosas y cereales en los próximos 10 años*. Recuperado de https://www.3tres3.com/ultima-hora/mercados-mundiales-de-oleaginosas-y-cereales-en-los-proximos-10-anos_46815/
- FAO. (2021b). *Necesidades Nutricionales*. Recuperado de <https://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>
- FAO. (2022). *FAO Cereal Supply and Demand Brief*. Recuperado de [fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/](https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/)
- Frinsa. (2019). *Diferencia entre proteína animal y vegetal*. Recuperado de <https://www.frinsa.es/nutricion-salud/diferencias-entre-proteinas-animales-y-vegetales/#:~:text=A grandes rasgos%2C la principal,vegetal no posee esta cualidad.>
- García, E. (2022). Types of Research Methods (With Best Practices and Examples). *Indeed*. Recuperado de <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/types-of-research-methods>
- García, M. (2017). Determinación de la humedad de un alimento por un método gravimétrico indirecto por desecación. *Universidad Tecnica de Valencia.*, (Valencia España).
- González-Gross, M., Gutiérrez, Á., Mesa, J., Ruiz-Ruiz, J., & Castillo, M. (2018). La nutrición en la práctica deportiva: Adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51, 1-15.
- Graham, H. (2022). Effect of different food groups on energy intake within and between individuals. *Springer Link*. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00394-022-02903-1>
- Guerrieri, N. (2018). Cereals proteins. *Institute of Ecosystem Study*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081007228000097>
- Guidi, S. (2020). Análisis Humedad y Cenizas. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. Recuperado de <https://inta.gov.ar/servicios/analisis-humedad-y-cenizas>
- INEN, N. (2005). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085 Galletas Requisitos*.
- INEN, N. (2011a). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2 Determinación de*

Energía. Rotulado Nutricional Requisitos.

INEN, N. (2011b). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085 Granolas Requisitos.*

INEN, N. (2013a). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 712:2013. Determinación del contenido de humedad.*

INEN, N. (2013b). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 520:2013. Determinación de Cenizas.*

ISO 9001:2015. (2020). *Certificación ISO 9001:2015. Broofield Ametek.*

Jara, H. (2015). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la elaboración y comercialización de barras energéticas de cereales, en la ciudad de Quito. *Universidad central del Ecuador.* Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/8583>

Manzanero, R. (2021). Propiedades nutricionales. *Nutricion y Farmacia.* Recuperado de <https://nutricionyfarmacia.es/blog/nutricion/amaranto-propiedades/#:~:text=es muy nutritivo.-,Por cada 100 gramos de amaranto se obtiene%3A,Hidratos de Carbono%3A65 gr>

Marquéz, L. (2018). Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Universidad Privada Antenor Orrego.* Recuperado de <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/1167>

Medina, M. (2006). *Desarrollo de una barra nutricional.* Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/813a7094-49b7-4efe-ada7-7788feb4fc4d/content>

Moragas, M. (2018). Normas Microbiológicas por Alimentos. *Subárea de Sanidad Alimentaria y Consumo.* Recuperado de https://www.adiveter.com/ftp_public/legislacion260.pdf

Morales, A. (2016). Estudio de la adición de harina de chontaduro en barras de cereales. *UTE.* Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14329/1/65580_1.pdf

Mordor. (2020). Mercado de barras energéticas: crecimiento, tendencias y pronósticos para el 2019. *Mordor Intelligence.* Recuperado de

<https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/energy-bar-market#:~:text=El Mercado de Barras Energéticas,Europa%2C Asia-Pacífico%2C América>

Muhammad, S. (2022). The nutraceutical properties and health benefits of pseudocereals: a comprehensive treatise. *Department of Food Science and Technology, MNS-University of Agriculture, Multan, Pakistan*. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2022.2071205?scroll=top&needAccess=true>

Obando, P. (2020). Panela, valor nutricional y su importancia. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE*. Recuperado de http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2247/2/ARTICULO_CIENTIFICO_PANELA.pdf

Olivera, M. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Revista chilena de nutrición*. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-75182012000300003&script=sci_arttext&tlng=e

Ortiz, M. (2022). Exportación de galletas de quinua al mercado de Canadá. *Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil*. Recuperado de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/5139/1/T-ULVR-4145.pdf>

Pérez, A. (2021). Van y Tir. *Business School*. Recuperado de <https://www.obsbusiness.school/blog/van-y-tir-dos-herramientas-para-la-viabilidad-y-rentabilidad-de-una-inversion#:~:text=Las siglas VAN corresponden al, en recuperar su inversión inicial>.

Pérez, V. (2021). Diseño, formulación y evaluación de una snack tipo barra de cereales - leguminosa-fruta. *BUAP*. Recuperado de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/11681>

Priyanka, T. (2016). Standardization and development of different types of energy bars. *International Journal of Home Science*. Recuperado de <https://www.homesciencejournal.com/archives/2017/vol3issue1/PartF/3-1-81.pdf>

Raj nibhas, S. S. (2021). Propiedades fisicoquímicas y evaluación sensorial de la barra de

- cereal de alta energía y su aceptabilidad por parte del consumidor. Rajnibhas, S. S. (2021). Propiedades fisicoquímicas y evaluación sensorial de la barra de cereal de alta energía y su acept. *Heliyon*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402101879X>
- Reyna, N. (2018). Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad. *Nutrición Hospitalaria*, 33 (2), 395-400. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000200033
- Rodríguez, N. R., DiMarco, N. M., & Langley, S. (2020). Nutrition and Athletic Performance. *Position Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (12), 2130-2145.
- Roldán, D. (2022). Desarrollo de barras nutritivas utilizando cereales, granos andinos y concentrado proteico de pota. *Scielo*. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v24n1/2313-2957-ria-24-01-17.pdf>
- Silva, L. (2013). Uso del suero de leche en alimentos y sus sustitutos. *Industria y Comercio Superintendencia*. Recuperado de https://issuu.com/quioscosic/docs/boletin_suero_07__10dic__b
- Silva, V. (2020). Desarrollo del proceso tecnológico para la elaboración de barras nutritivas a partir de semillas de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) y quinua (*Chenopodium quinoa*) endulzado con miel de panela como una nueva alternativa de snack saludable en el Ecuador. *Universidad Técnica de Ambato*. Recuperado de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31412/1/AL_750.pdf
- Sputnik. (2018). *Stevia, panela or honey, which are the healthiest sweeteners?* Recuperado de <https://mundo.sputniknews.com/20180827/edulcorantes-naturales-artificiales-1081524508.html>
- Thivel, D. (2017). Daily energy balance in children and adolescents. Does energy expenditure predict subsequent energy intake? *Science direct*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195666312003935>
- Villareal, B. (2017). Desarrollo en planta piloto de una bebida de lactosuero y fruta natural

para adulto mayores. *Universidad Autónoma de Barcelona*. Recuperado de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/457960/bva1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vinci, D. M., & Taylor, K. G. (2018). Energy Bars Galore. *Athletic Therapy Today*, 9 (6), 36-38.

Zenteno, C. (2014). Barras de cereales energéticas enriquecidas. *Revista Universitaria de Investigación*.

Zenteno Pacheco, S. (2019). Barras de cereales energéticas y enriquecidas con 46 otras fuentes vegetales. *Revista de Investigación Universitaria*, 3, 58-56. Recuperado de <http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/522>

Zoulias, E. (2018). Efecto de la grasa sobre las propiedades físicas, texturales y sensoriales de las galletas. *Revista Internacional de las propiedades de los alimentos*, 3, 385-397. <https://doi.org/10.1080/10942910009524643>

ANEXOS

ANEXO 1. Hoja de catación

**UNIVERSIDAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS**

BARRAS ENERGÉTICAS A BASE DE CULTIVOS ANDINOS

Nombre:

Fecha:

Por favor, deguste las muestras y marque con (X) la alternativa que usted considere de cada característica.

Características	Alternativas	Barra Energética a base de cultivos andinos
SABOR	1. Disgusta mucho	
	2. Disgusta poco	
	3. Ni gusta ni disgusta	
	4. Gusta poco	
	5. Gusta mucho	
AROMA	1. Disgusta mucho	
	2. Disgusta poco	
	3. Ni gusta ni disgusta	
	4. Gusta poco	
	5. Gusta mucho	
COLOR	1. Muy pálido	
	2. Pálido	

	3. Dorado	
	4. Oscuro	
	5. Muy Oscuro	
FORMA	1. Disgusta mucho	
	2. Disgusta poco	
	3. Ni gusta ni disgusta	
	4. Gusta poco	
	5. Gusta mucho	
ACEPTABILIDAD	1. Disgusta mucho	
	2. Disgusta poco	
	3. Ni gusta ni disgusta	
	4. Gusta poco	
	5. Gusta mucho	

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO 2. Análisis físico químicos, microbiológicos y textura



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

0000751

"Laboratorio de Ensayo Acreditado por el SAE con acreditación N°: SAE LEN 10-008"

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 22-085		R01-7.8 03
Solicitud N°: 22-085		Pag.: 1 de 1
Fecha recepción: 12 de julio de 2022	Fecha de ejecución de ensayos: 14 al 18 de julio de 2022	
Información del cliente:		
Empresa:	C.I./RUC: 1804362877	
Representante: Edwin Aponte	Tlf: 0983819815	
Dirección: Ambato	Email: eaponte2877@uta.edu.ec	
Ciudad: Ambato		
Descripción de las muestras:		
Producto: Barra Energética	Peso: 440 g	
Marca comercial: n/a	Tipo de envase: Envase plástico	
Lote: n/a	No de muestras: cuatro	
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a	
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab: 30 días	
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente: 01 de julio de 2022	

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados		
Barra Energética	08522171	Ninguno	Proteína, Kjeldhal	PE03-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 2001.11	% (Nx6,25)	15,9		
			*Grasa, Gravimetría	PE13-7.2-FQ. AOAC Ed. 21, 2019 2003.06	%	28,3		
			*Fibra dietética total, Gravimétrico-enzimática	AOAC 985.29, Ed. 21, 2019	%	13,8		
			*Textura (Texturómetro Brookfield)					
			Ciclo Dureza I	Brookfield	g	1757		
			Fracturabilidad		g	1757		
Aerobios Mesófilos, Petrifilm			PE03-7.2-MB AOAC 990.12, Ed. 21, 2019	UFC/g	90 (e)			

Conds. Ambientales: 17,9°C; 56,3%HR

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE

El resultado marcado con (e) es valor estimado de contaje, en la dilución más baja.

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 22 de julio de 2022

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos, en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción con fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.
 "La información que se está emitiendo es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser viralizada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente."



Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los chasquí y Río Payamino
 Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
 (593) 32400987 ext. 5517; 5518 <http://laconal.uta.edu.ec> laconal@uta.edu.ec

ANEXO 3. Proceso de elaboración de la barra energética a partir de cultivos andinos



Figura 7. Materia Prima



Figura 8. Pesado de la materia prima



Figura 9. Mezclado de la materia prima



Figura 10. Moldeado de Barras Energéticas.



Figura 11. Horneado de las barras energéticas.



Figura 12. Enfriado de las barras



Figura 13. Pesado de la barra

ANÁLISIS SENSORIAL



Figura 14. Catación de las barras energéticas

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS

Humedad



Figura 15. Preparación de la muestra



Figura 16. Balanza de Humedad

Ceniza



Figura 17. Pesado de crisol + muestra



Figura 18. Calcinación de la muestra



Figura 19. Cenizas en desecador



Figura 20. Peso de crisol + ceniza

Grasa



Figura 21. Pesado de la muestra



Figura 22. Extracción de materia grasa



Figura 23. Recolección de grasa



Figura 24. Pesado de grasa obtenida

Proteína

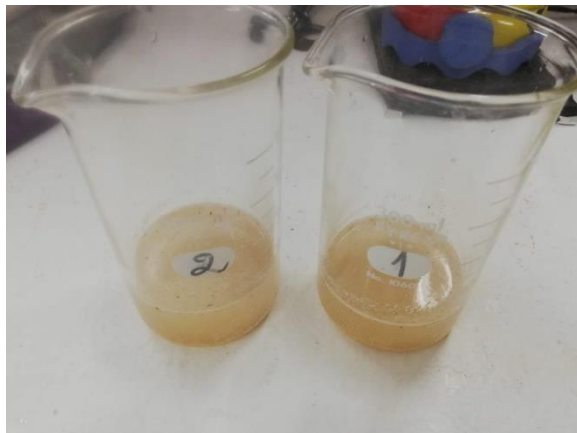


Figura 25. Preparación de muestra



Figura 26. Adición de enzima α -amilasa



Figura 27. Muestra valorada



Figura 28. Digestibilidad de la muestra

Fibra



Figura 29. Preparación de la muestra para extracción de fibra



Figura 30. Fibra dietética total extraída

Análisis Microbiológicos

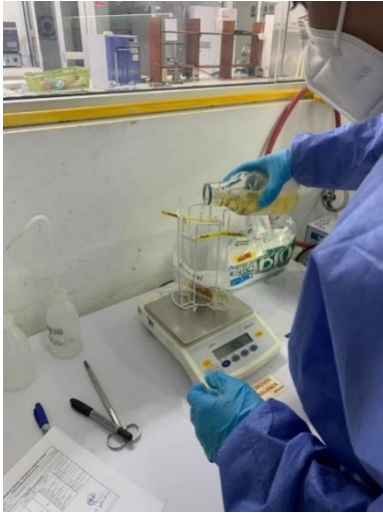


Figura 31. Homogenización de la muestra



Figura 32. Diluciones seriadas



Figura 33. Sembrado en placas petrifilm



Figura 34. Incubado de placas

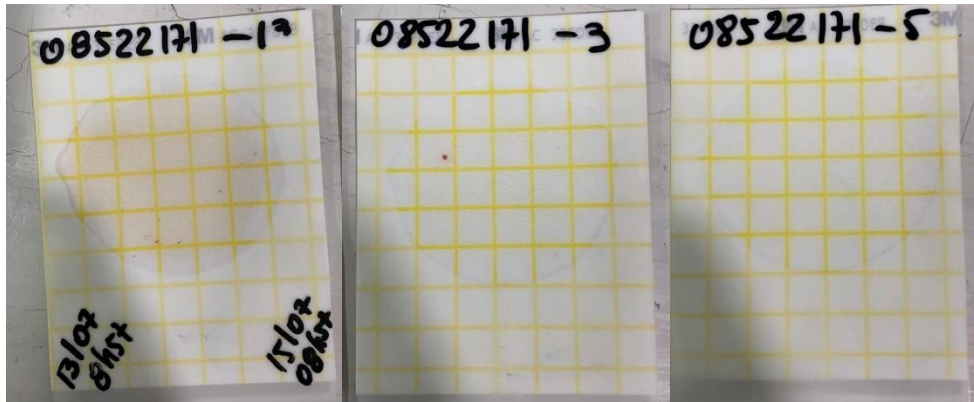


Figura 35. Conteo de Colonias, Placas Petrifilm

Análisis de Textura



Figura 36. Texturómetro Brookfield