



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE ALIMENTOS



Estudio bromatológico de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude y su adición en una barra energética.

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

Autora: Erika Viviana Bombón Amaya

Tutor: PhD. José Homero Vargas López

Ambato – Ecuador

Septiembre – 2022

APROBACIÓN DEL TUTOR

PhD. José Homero Vargas López

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, 09 de agosto del 2022

Ph.D. José Homero Vargas López

C.I. 180197804-8

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Erika Viviana Bombón Amaya, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



Erika Viviana Bombón Amaya

C.I. 185075305-2

AUTORA

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores 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 la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para consistencia firman:

Presidente del Tribunal

Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

C.I. 180214246-1

Dr. Esteban Mauricio Fuentes Pérez PhD

C.I. 180332150-2

Ambato, 31 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.



Erika Viviana Bombón Amaya

C.I. 185075305-2

AUTORA

DEDICATORIA

A Dios,

A mi ángel que está en el cielo, Segundo Amaya, quien

formó una parte esencial en mi vida

A mis padres, María y Joselito quienes han estado siempre junto a mí,

en las buenas y en las malas,

siempre aconsejándome, cuidándome y apoyándome

A mis hermanos, Christian y Evelyn, por cada consejo y experiencias vividas

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida, salud, por guiarme y darme la fuerza para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres, María y Joselito, quienes fueron mi estribo durante este largo camino, por su apoyo incondicional desde el primer día que empecé mis estudios, por su amor eterno y ser mi razón para cumplir con todos mis objetivos.

A mis hermanos, Christian y Evelyn, por siempre motivarme a ser una gran persona y por el apoyo totalmente incondicional.

A la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, por permitirme ser parte de la Carrera de Alimentos y prepararme como profesional.

Al Dr. Homero Vargas (tutor), por la paciencia y dedicación en el desarrollo del proyecto y por su valiosa guía y asesoramiento en la realización del mismo, por sus conocimientos compartidos, el tiempo dedicado y confianza para realizar este Proyecto.

A mis dos mejores amigas, Monserrath López y Fernanda Oñate por su sincera amistad, apoyo y palabras de aliento para lograr cumplir esta meta. Fue grato coincidir con ustedes.

Y a mis demás familiares y amigos que me alentaron a hacer posible esta meta.

Erika Viviana Bombón Amaya

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I	1
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.1.1. Especies nativas en Ecuador	2
1.1.2. Descripción de la familia Ericaceae	3
1.1.3. Descripción de la especie <i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude....	4
Distribución	4
Taxonomía	4
Características morfológicas	5
Usos	5
1.1.4. Importancia de la caracterización fisicoquímica y nutricional en las especies nativas.....	6
1.1.5. Barra energética	6
Beneficios	7
1.1.6. Avena	7
Taxonomía	8
Características morfológicas	8
Aporte nutricional	8

1.1.7. Harina de Maíz.....	8
Taxonomía.....	9
Características morfológicas.....	9
Aporte nutricional.....	10
1.1.8. Amaranto.....	10
Taxonomía.....	11
Características morfológicas.....	11
Aporte nutricional.....	11
1.1.9. Frutas Deshidratadas.....	12
Características Generales.....	12
Aporte nutricional.....	12
1.1.10. Frutos secos.....	13
Características Generales.....	13
Aporte nutricional.....	13
1.1.11. Miel de panela.....	14
Características Generales.....	14
Aporte nutricional.....	14
1.1.12. Mantequilla de maní.....	14
Características Generales.....	14
Aporte nutricional.....	15
1.2. Hipótesis.....	15
1.2.1. Hipótesis nula (Ho).....	15
1.2.2. Hipótesis alternativa (Ha).....	16
1.3. Señalamiento de variables.....	16
1.3.1. Variable independiente.....	16
1.3.2. Variable dependiente.....	16
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. Objetivo general.....	16
1.4.2. Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO II	17
2. METODOLOGÍA	17
2.1. Materiales, equipos y reactivos.....	17
2.1.1. Materia prima.....	17
2.1.2. Materiales de laboratorio.....	17

2.1.3. Equipos	18
2.1.4. Reactivos.....	19
2.2. MÉTODOS.....	19
2.2.1. Recolección de <i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude.....	19
2.2.2. Preparación del fruto.....	19
2.2.3. Caracterización fisicoquímica y nutricional de <i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude.....	20
2.2.4. Formulación para la elaboración de las barras energéticas	25
2.2.5. Diseño experimental	26
2.2.6. Diagrama de Flujo.....	26
2.2.7. Análisis Fisicoquímico.....	28
2.2.8. Análisis sensorial	29
2.2.9. Análisis bromatológico	30
2.2.10. Análisis microbiológico	33
CAPÍTULO III.....	34
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
3.1. Análisis y discusión de los resultados	34
3.1.1. Caracterización fisicoquímica y nutricional de <i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude.	34
3.1.2. Análisis fisicoquímicos de la materia prima	41
3.1.3. Análisis Sensorial de barras energéticas.....	43
3.1.3.1. Sabor	45
3.1.3.2. Color	46
3.1.3.3. Aroma	47
3.1.3.4. Textura	48
3.1.3.5. Aceptabilidad	49
3.1.4. Análisis Bromatológico.....	50
3.1.5. Análisis Microbiológico	53
CAPÍTULO IV.....	55
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
4.1. Conclusiones.....	55
4.2. Recomendaciones	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	4
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la avena (<i>Avena sativa</i> L)	8
Tabla 3. Clasificación taxonómica del maíz (<i>Zea mays</i> L).....	9
Tabla 4. Clasificación taxonómica del Amaranto (<i>Amaranthus sp</i>)	11
Tabla 8. Combinaciones experimentales (Diseño AxB)	25
Tabla 9. Características fisicoquímicas de los frutos de <i>D. empetrifolium</i> (Kunth) Drude.....	34
Tabla 10. Análisis nutricional de los frutos de <i>D. empetrifolium</i> (Kunth) Drude en base húmeda	36
Tabla 11. Vitaminas y minerales de los frutos <i>D. empetrifolium</i> (Kunth) Drude.....	38
Tabla 12. Metales pesados en Chirimote (<i>D. empetrifolium</i> Kunth Drude)	40
Tabla 13. Análisis fisicoquímicos de la materia prima	42
Tabla 14. Promedio del análisis sensorial de las barras energéticas	44
Tabla 15. Análisis Bromatológico de la barra energética (Tratamiento 4)	53
Tabla 16. Análisis Microbiológicos de la barra energética (Tratamiento 4).....	54
Tabla 17. Análisis de varianza para el Sabor – Suma de Cuadrados tipo III	79
Tabla 18. Pruebas de Múltiple Rangos para el Sabor por Tratamientos	79
Tabla 19. Análisis de varianza para el Color – Suma de Cuadrados tipo III	79
Tabla 20. Pruebas de Múltiples Rangos para el Color por tratamientos	79
Tabla 21. Análisis de varianza para el Aroma – Suma de Cuadrados tipo III	80
Tabla 22. Pruebas de Múltiples Rangos para el Aroma por Tratamientos.....	80
Tabla 23. Análisis de varianza para la Textura – Suma de Cuadrados tipo III.....	80
Tabla 24. Pruebas de Múltiples Rangos para la Textura por Tratamientos	80
Tabla 25. Análisis de varianza para la Aceptabilidad – Suma de Cuadrados tipo III	81
Tabla 26. Pruebas de Múltiples Rangos para la Aceptabilidad por Tratamientos	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Barra de Cereales.....	7
Figura 2. Hojuelas de Avena.....	7
Figura 3. Harina de Maíz	9
Figura 4. Frutas Deshidratadas	12
Figura 5. Amaranto	11
Figura 6. Mantequilla de maní.....	15
Figura 7. Frutos secos	13
Figura 8. Caña de azúcar - Miel de panela.....	14

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Proceso de deshidratación del fruto de <i>D. empetrifolium</i> (Kunth) Drude.	27
Gráfico 2. Elaboración de una barra energética a ase de <i>D. empetrifolium</i> (Kunth) Drude.....	28
Gráfico 3. Perfil sensorial de los tratamientos de las barras de cereales.....	44
Gráfico 4. Aceptación del Sabor para las barras energéticas	45
Gráfico 5. Aceptación del Color para las barras energéticas	47
Gráfico 6. Aceptación del Aroma para las barras energéticas	48
Gráfico 7. Aceptación de la Textura para las barras energéticas	49
Gráfico 8. Aceptación de la Aceptabilidad para las barras energéticas	50

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	20
Ecuación 2.	21
Ecuación 3.	22
Ecuación 4.	22
Ecuación 5.	23
Ecuación 6.	24
Ecuación 7.	29
Ecuación 8.	30
Ecuación 9.	31
Ecuación 10.	32
Ecuación 11.	32
Ecuación 12.	33
Ecuación 13.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Recolección de frutos de <i>D. empetrifolium</i> (Kunth) Drude	74
Anexo 2. Deshidratación de los frutos de <i>D. empetrifolium</i> (Kunth) Drude	74
Anexo 3. Caracterización fisicoquímica y nutricional de los frutos (<i>D. empetrifolium</i>)	74
Anexo 4. Proceso de elaboración de las barras de cereales	75
Anexo 5: Análisis Sensorial	77
Anexo 6. Hoja de Catación	78
Anexo 7. Análisis Bromatológico.....	81
Anexo 8. Análisis Microbiológico.....	82

RESUMEN

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo principal el estudio de las características bromatológicas de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude y su adición en una barra energética. La idea nace de utilizar estos frutos de las especies nativas del Ecuador y ser incorporadas en una alimentación nutritiva de las personas. *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude (chirimote) es una especie de la familia Ericaceae. Los frutos fueron recolectados en el cerro Teligote – Pelileo, provincia de Tungurahua. Contiene altas cantidades de vitamina C, potasio, hierro, azúcares totales y fibra dietética. Seguido la obtención de una barra energética a base de *D. empetrifolium*, para las formulaciones se utilizó un diseño factorial AxB, en combinación de fruta deshidratada de chirimote y miel de panela donde se obtuvo 6 tratamientos. Luego se valoró la aceptabilidad del producto y se llevó a cabo el ANOVA y pruebas de múltiples rangos (Tukey), donde se pudo observar que si existe diferencia significativo entre los tratamientos y a la vez indicando al Tratamiento 4 como el mejor (20 por ciento de fruta deshidratada de *D. empetrifolium* y 15 por ciento de miel de panela). Se realizó los análisis bromatológicos, que indicaron que por cada 100g de producto en porcentaje hay 8,25 de humedad, 2,10 de cenizas, 7,73 de proteína, 11,1 de fibra, 6,71 de grasa, 64,11 de carbohidratos y 347,75 kcal de energía calórica. Por otro, evaluando la calidad microbiana de mohos, levaduras, coliformes totales y *E. coli* indicando que se encuentran dentro de límites establecidos por la Normativa INEN 2595.

Palabras clave: Bromatología, etnobotánica, plantas alimenticias silvestres, alimentos funcionales, *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude, barras energéticas

ABSTRACT

The main objective of this research is to study the bromatological characteristics of *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude and its addition in an energy bar. The idea was born to use these fruits of native species of Ecuador and to incorporate them in a nutritious diet for people. *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude (chirimote) is a species of the Ericaceae family. The fruits were collected in the Teligote hill - Pelileo, province of Tungurahua. It contains high amounts of vitamin C, potassium, iron, total sugars and dietary fiber. The next step was to obtain an energy bar based on *D. empetrifolium*, for the formulations an AxB factorial design was used, in combination with dehydrated chirimote fruit and panela honey where 6 treatments were obtained. The acceptability of the product was then evaluated and ANOVA and multiple range tests (Tukey) were carried out, where it was observed that there was a significant difference between the treatments, indicating that Treatment 4 was the best (20 percent dehydrated fruit of *D. empetrifolium* and 15 percent panela honey). Bromatological analyses were carried out, which indicated that per 100g of product in percentage there is 8.25 moisture, 2.10 ash, 7.73 protein, 11.1 fiber, 6.71 fat, 64.11 carbohydrates and 347.75 kcal of caloric energy. On the other hand, evaluating the microbial quality of molds, yeasts, total coliforms and *E. coli*, indicating that they are within the limits established by INEN 2595.

Key words: Bromatology, ethnobotany, wild food plants, functional foods, *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude, energy bars, energy bars

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Ecuador es un país andino y tropical que cuenta con una superficie terrestre de 283,561 km² que posee importantes riquezas naturales. Dentro de esto incluyen las plantas y frutos nativos, que es un recurso importante para las comunidades rurales, además constituye a la dieta de la población, la crianza de animales silvestres y domésticos, y como materia prima para la elaboración de productos (**Oregón-La Rosa et al., 2021**). Por otro lado, la biodiversidad de estas especies nativas del país muestra un desarrollo preliminar, algunas son poco conocidas a nivel nacional y otras a nivel regional. El uso de la agrobiodiversidad proporciona a los agricultores beneficios tanto privados como públicos para la sociedad en su conjunto (**Azeez et al., 2018**).

En el Ecuador, existen 4500 especies de plantas endémicas y se agrupan en 184 familias y 842 géneros de las cuales 3028 habitan en el bosque Andino que representa el 67,5%; en región Litoral son 799 especies representa el 17,8%; en región Amazónica 522 especies que representa el 11,6% y región Galápagos son 187 especies y representa el 4,2% en territorio ecuatoriano (**León-Yáñez et al., 1991**). Todo lo que es la flora de plantas endémicas vasculares del país se encuentran en la región neotrópico situada en los bosques andinos, poseen gran riqueza, representada por diferentes frutos nativos. El Ecuador a pesar de ser un país mega diverso cuenta con tan solo 50 tipos de vegetación natural terrestre y alta diversidad fitogenética en todo el territorio ecuatoriano (**Fernández-Fernández et al., 2015; Neill, 2014**).

La flora del Ecuador ha sido privilegiada por poseer plantas útiles para los pueblos indígenas que han usado con fines y beneficios diferentes. Son especies que se incluyen en el campo frutal, campo medicinal, además, son plantas ornamentales, hierbas aromáticas y comestibles (**De la Torre, Navarrete, & Muriel, 2008**). Los habitantes de los pueblos y civilizaciones han dado uso tanto a las raíces, frutos, semillas así como los tallos, para la elaboración de condimentos para adicionar un mejor sabor a sus comidas y de eso formar parte de su alimentación cotidiana (**Jivaja, 2016**).

El Ecuador pluricultural tiene gran diversidad geográfica de ecosistemas naturales. Uno de ellos es el verde andino de Teligote no solo es un símbolo de biodiversidad sino

también una identidad auténtica y cultural. Donde los grupos étnicos habitantes en esa zona conservan de mejor manera a los bosques como patrimonio, y claro está que ellos demuestran gran visión y conocimiento sobre el uso de estas plantas nativas tanto en lo medicinal como en la alimentación. Actualmente las comunidades cercanas a este patrimonio, la vegetación nativa ha tenido un valor sagrado para ellos, que han demostrado estar ligada a los aspectos de socio cultural propios que benefician así mismo (Valencia et al., 2000).

1.1.1. Especies nativas en Ecuador

El término de “especie nativa” es una planta autóctona que nace y habita naturalmente en zonas neotropicales del Ecuador (Capdevila et al., 2006). País en el que habitan un gran número de plantas nativas, aportan con su contenido nutricional favoreciendo a la seguridad alimentaria, además cumple con asegurar que el ser humano tenga acceso a una alimentación adecuada y de gran calidad que le permita llevar una vida activa y saludable (De la Torre, Navarrete, Muriel, et al., 2008).

Van den Eynden & Cueva (2008) afirman que actualmente el consumo mayoritario de especies silvestres son por parte de las comunidades indígenas. Casi el total de 100 especies nativas del Ecuador son usadas como alimentación y materia prima en la agroindustria, por lo que cada una de estas especies aportan con fibra, proteína, energía, vitaminas y minerales de manera que estos componentes ayudan en el buen funcionamiento del organismo y en la prevención de enfermedades.

Algunas de las especies nativas son bien conocidas como el mortiño (*Vaccinium floribundum*). El fruto que se consume casi todo el año. Los campesinos lo consideran como un producto sagrado para tratar enfermedades como el reumatismo, fiebres y cólicos, sanar de la gripe y dolencias del hígado y riñones, entre otros (Luteyn, 2021; Santamaría et al., 2012); el Hualicón (*Macleania rupestris*) se extiende desde Nicaragua, Colombia a Perú y Ecuador. Sus frutos son dulces, sabrosos y se usan para la elaboración de productos de consumo humano y en lo medicinal las hojas y los frutos, mediante maceración y cocción sirven para curar enfermedades (Janick, 2008); el arándano (*Vaccinium spp*) por sus aportes nutricionales y antioxidantes lo hace un fruto de alto valor medicinal y nutricional para las personas (Jiménez-Bonilla & Abdelnour-Esquivel, 2012).

Otras de las especies nativas que también aportan con su alto valor nutricional y medicinal, están el zambo (*Cucurbita ficifolia*), el zapallo (*Cucurbita máxima*), la uvilla (*Physalis peruviana*), el aguacate (*Persea americana*), la tuna (*Opuntia ficus*), las leguminosas, tubérculos y raíces, etc. (Reinoso, 2015).

1.1.2. Descripción de la familia Ericaceae

Los arándanos silvestres forman parte de la familia Ericaceae y están presentes en continentes en zonas templadas y frías hasta las regiones montañosas neo tropicales. Posee gran diversidad con más de 110 géneros y casi 4000 especies (Dávila, 2001; Luteyn, 1985). En Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela las ericáceas se encuentran en los bosques montanos húmedos y fríos ubicados entre los 1500 a 3000 m de elevación. Aproximadamente 46 géneros y 900 especies son los que se han descrito y los más representativos son *Cavendishia* con 130 especies, *Thibaudia* y *Psammisia* con 60 especies, *Vaccinium* con 48 especies, *Macleania* con 40 especies, *Disterigma* y *Gaylussacia* con 40 especies, *Gualtheria* con 37 especies y *Ceratostema* con 34 especies para la región neo tropical (Dávila, 2001). En el Ecuador se registran 21 géneros y 240 especies, de los cuales 17 géneros nativos se encuentran en la zona andina siendo la familia con más endemismo. La familia Ericaceae es uno de los componentes florísticos que más sobresalen del neotrópico y juegan un importante papel ecológico y hace que el país sea rico y fuente de alimentación (Luteyn, 1985).

La familia Ericaceae se caracteriza por ser arbustos terrestres o epifitos, presentan pubertad usualmente múltiple; ramas que miden 0,7 a 4 m de largo, son erectas, horizontales, entrenudos que miden 0,05 a 15 cm de largo y diámetro de 0,3 a 7 mm; hojas simples, alternas, raras, sin estípulas, exudado, pequeñas o medianas, opuestas, rabillo basal 0,3 a 10 mm de largo y 0,2 a 6 mm de diámetro; nodos que presentan solo una unión (Lagos-Burbano et al., 2011). Inflorescencia axilares o terminales, racemosas, paniculares o flores solitarias, igualadas, ternadas, pedicelos desde caducas a persistentes. Flores bisexuales, actinomorfas y a veces unisexuales, sépalos de 4 a 5 lóbulos, resistentes, reduplicados, membranosos a carnosos, estigma simple; fruto en forma de capsula, baya, drupa, cáliz duro, carnosos, semillas de 1 a 1,5 mm de largo, son pequeñas, posee de embrión recto y de color verde (Abril, 2010; Lagos-Burbano et al., 2011).

La familia de las ericáceas se encuentran en carreteras, deslizamiento de tierra y cercanos a volcanes en actividad; la reproducción es principalmente por aves y dispersión de semillas realizadas por los mismos (Abril, 2010).

1.1.3. Descripción de la especie *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude

Distribución

Disterigma empetrifolium tiene varios nombres en Ecuador, como mortiño blanco, manzanita, anisillo de monte, uvilla de monte, chirimote, orcu mote, joyapa y en Perú se le conoce como pushgay blanco (Díaz, 2018; WFO, 2021).

Especie nativa muy amplia y abundante en las altas elevaciones de los Andes del norte de 2700 a 4300 m.s.n.m (Romoleroux et al., 2019). Se encuentra en Venezuela, Colombia, Perú, Ecuador y Bolivia, se centran en páramos húmedos, secos, poblados y en bosques cerrados; su vegetación es primaria como secundaria, florecen y fructifican casi todo el año (WFO, 2021).

Por otra parte, ha servido como recurso de alimentación para las aves frugívoras y nectarívoras, así como para las personas que viven en el campo (Quintero & Jiménez, 2010).

Taxonomía

En la Tabla 1. Se presenta la clasificación taxonómica de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Dilleniidae
Orden	Ericales
Familia	Ericaceae
Género	Disterigma
Especie	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude

Fuente: (Cutti, 2019).

Características morfológicas

Disterigma empetrifolium (Kunth) Drude, fruto andino de los páramos del Ecuador, crecen en las paredes de los derrumbes de los pantanos. Arbustos enanos y rastreras, muy ramificadas, forman pequeñas almohadillas, cojines espesos de 0,5 m de altura. Ramas jóvenes arrugadas, simples, pelos eglandulares, color marrón claro – blanco y liso; Hojas alternas de 4 a 11 cm de largo, acopladas entre sí, son espirales, ascendentes, difusas, con pecíolo de 0,5 a 1,5 mm de largo, elíptica u ovada, atenuada, crédula, entera, ciliolada con pelos eglandulares, aguda, romo agudo, oscuras, con pelos sobre el nervio central y medio de las hojas jóvenes. Flores miden 10 mm de largo, son carnosas, rosados y rojos, solitarias axilares; 3 a 7 hojillas; cartáceas; ovadas, cilioladas con pelos eglandulares, apicalmente obtusas, glabra; pedicelo, no oscuras; bractéolas apicales y distintas, las cartáceas envuelven todo el tubo del cáliz hasta la mitad de los lóbulos, ovadas transversas, superficie lisa, abaxial y rapada. Fruto en forma de baya, mide 8 a 12 mm de largo, es globoso, carnoso, embrión blanco o verdoso y translúcido, esférica de 7 a 10 mm de diámetro, lóbulos del cáliz persistentes erectos **(Díaz, 2018; MOBOT, 2022)**.

La época de la cosecha se presenta entre abril – mayo y noviembre. El fruto en sí, son agradables al paladar y por año, el arbusto produce de 2 veces entre 1 a 2 kg aproximadamente.

Usos

Los frutos de Chirimote o arándanos silvestres son consumidos por las personas de todas las edades, niños, jóvenes, adultos mayores, ancianos de la comunidad por su sabor que es encantador y poco dulce **(WFO, 2021)**.

De la especie se consume solo el fruto, actualmente no existen estudios que especifican los usos o la elaboración de productos elaborados a partir del fruto. Sin embargo, como cualquier otro fruto comestible posee mismas características para la producción de nuevos productos tales como son: néctares, mermeladas, jugos, bebidas alcohólicas, etc. **(Montero, 2018)**. En la industria, se obtienen productos cosméticos a partir de las flores y frutos **(Corzo Barragan & Torres Cárcamo, 2011)**. Medicinalmente, la planta en sí, se emplea para cocción e infusión para tratar ciertas enfermedades como los nervios **(WFO, 2021)**. Otra de los usos de este fruto es que sirve de alimento para las aves; en cuanto al tallo y hojas, este se utiliza para combustible **(Quintero & Jiménez, 2010)**.

1.1.4. Importancia de la caracterización fisicoquímica y nutricional en las especies nativas

Las especies nativas constituyen una fuente de elementos nutritivos para la alimentación de las personas. En el Ecuador existen diversas especies nativas que contienen nutrientes vitales para la salud y que se han investigado poco a poco (**Campos et al., 2018**).

Por lo que se refiere, a la composición de los frutos poseen macro y micro nutrientes, siendo los primeros requeridos en mayor proporción como proteínas, carbohidratos y lípidos en la dieta cotidiana y los segundos incluyendo vitaminas, minerales, ácidos grasos y aminoácidos esenciales se requieren en menor concentración; así también de compuestos bioactivos como los fitoquímicos en los vegetales también han sido de estudio relevante para incluir en su determinación (**Matute & Tirado, 2013**).

Por otro, cada nutriente se define por las funciones que realiza en el cuerpo humano. Por ejemplo, las proteínas poseen la función plástica, esto es, contribuyen los bastos necesarios para la formación de tejidos y órganos en el cuerpo (**Cuellar, 2008; Hurtado et al., 2008**). Los carbohidratos y grasas aportan al organismo la energía necesaria para que el cuerpo se desarrolle de mejor manera, por otro, los ácidos grasos esenciales se consideran el promotor de las vitaminas liposolubles. Asimismo, las vitaminas (ácido ascórbico, niacina, riboflavina, etc.) y minerales (calcio, hierro, fósforo, potasio) poseen la función reguladora de los procesos metabólicos. La mayoría de los frutos poseen gran concentración de agua y bajo en proteínas (**Hurtado et al., 2008**).

El alto valor nutritivo de los diversos alimentos viene dado por la cantidad de nutrientes que aportan al organismo cuando son ingeridos estos son proteínas, glúcidos, vitaminas, lípidos y minerales, pero es diferente en cada conjunto de alimentos, ya que algunos tienen mayor o menor concentración de nutrientes que otros, pero esto dependiendo de su función de las cuales son restauradoras, modificadoras y energéticas (**Cuellar, 2008**).

1.1.5. Barra energética

Las barras energéticas son un suplemento nutricional, que permiten reemplazar una fuente de energía dietética por carbohidratos complejos. Están elaboradas a partir de cereales combinados que son altamente enriquecidos y fortificados con fibra, vitaminas, proteínas, compuestos bioactivos, entre otros, por lo que son una opción de alimentación saludable para las personas que lo consumen a diario (**Ochoa, 2012; Zenteno Pacheco, 2014**).



Figura 1. Barra de Cereales

Fuente: (Ferrer, 2017)

Beneficios

Las barras energéticas constituyen una fuente de energía rápida y prolongada, debido a que poseen azúcares simples y compuestos; contienen grasa mínima. Para el cuerpo, estos cereales aportan con 350 kcal por cada 100 g de producto, 4 a 15% de proteínas y son enriquecidas con vitaminas y minerales. Su principal ingrediente son los hidratos de carbono muy fundamentales para la salud de la persona, lo que ayuda a prevenir enfermedades como el cáncer, diabetes, gastrointestinal, etc., (Ochoa, 2012).

1.1.6. Avena

La avena (*Avena sativa L.*) conocida como el cereal rico en proteínas de alto nivel biológico, utilizada en mínimas cantidades para la ingesta humana y la producción de barras de cereales a base de avena en hojuelas, en salvado y harina. Como también, usada para el forraje en la alimentación de los animales (aves, ganado, etc.), contiene hidratos de carbono y fibra dietética que es bueno para el organismo de la persona (Ramos Díaz, 2011).



Figura 2. Hojuelas de Avena

Fuente: (Vera, 2016)

Taxonomía

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la avena (*Avena sativa* L)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Subfamilia	Pooideae
Tribu	Aveneae
Genero	<i>Avena</i> L
Especie	<i>Avena sativa</i>

Fuente: (Luna, 2021; Ochoa, 2012)

Características morfológicas

La especie *Avena sativa* perteneciente a la familia Poaceae, es una planta herbácea anual. Constituye de raíces adventicias, ramificadas, fibrosas, abundantes y profundas más que los otros cereales. Tiene un tallo rígido de 0,6 a 1,5 m de altura; Hojas de color verde intenso que alcanza 2 cm de ancho; Flores agrupadas en forma de espiguillas, poseen de ovario, estilo, estigma bífido y formadas por 2 o más flores, miden 2 mm cada una; Semilla posee de cariósipide y una estructura llamada pericarpio. Son alargadas, acanaladas de color blanco a amarillo y tiene una floración en espiga (**Anaya, 2017**).

Aporte nutricional

La avena es un cereal que se ha consumido como alimento desde años. Constituye con el 50% fibra dietética, alto contenido de proteínas y valor energético de 361 kcal por 100g, así mismo posee bajo contenido de hidratos de carbono en forma de almidón; aporta grasa saludable (ácidos grasos mono y poli insaturados) en el organismo. También cuenta con 5,8 mg de hierro; 129 mg de magnesio; 4,5 mg de zinc, 400 mg de fósforo y potasio; 0,52 mg de vitamina B1 y 0,96 mg de vitamina B6; 60 µg de folatos y 2 mg de vitamina E. Estos micronutrientes sobresalen porque ayudan al buen funcionamiento del organismo ya sea en la defensa y el prevenir de las enfermedades dietarios (**Moreiras et al., 2013**).

1.1.7. Harina de Maíz

El maíz (*Zea mays L.*) es el cereal que más se cultiva en México alrededor de 18,2 millones de toneladas, una parte es utilizado como forraje para animales y la otra parte para alimentación de las personas. Este cereal se encuentra en el tercer puesto después del trigo y arroz, por su mayor producción y consumo a nivel mundial (Acosta, 2009).

Entre los principales productos derivados del maíz, está harina de maíz, bebidas fermentadas, copos de maíz, hojuelas, elote, etc., y como principal producto en el país mexicano son las tortillas de maíz; proceso que se obtiene por nixtamalización parte donde se concentra la mayoría de los nutrientes buenos para la salud (González-Cortés et al., 2016).



Figura 3. Maíz – Harina de maíz

Fuente: (Acosta, 2009)

Taxonomía

Tabla 3. Clasificación taxonómica del maíz (*Zea mays L.*)

Reino	Vegetal
Subreino	Embriobionta
División	Angiospermae
Clase	Monocotyledoneae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Mays</i>

Fuente: (Guacho, 2014)

Características morfológicas

El maíz se siembra desde septiembre hasta mediados de enero en épocas de lluvias para mayor grado de germinación y producción. El cultivo se lleva a cabo entre los 4.000 m de altitud sobre el nivel del mar (**Sánchez Ortega & Pérez-Urria Carril, 2014**). La planta está formada de tallo simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, 4 m de altura y es robusto. Hojas largas, lanceoladas, alternas, grandes, los extremos muy afiliados y cortantes. Inflorescencia masculina (panícula - amarilla) con 25 millones de granos de polen y la femenina (mazorca) donde se encuentra las semillas. El grano es el pericarpio, dura, color blanco a amarillo y morado, posee de proteínas, en el interior está el endospermo con el 80 a 90% de peso del grano. El embrión constituido por radícula y plúmula (**Guacho, 2014**).

Aporte nutricional

Según **Ramos (2013)** menciona que el maíz es el cereal que más consume el ser humano, por lo que sacia y calma el hambre durante largo rato. Es rico en grasas (5,3%), hidratos de carbono (21,3%) como la glucosa, sacarosa y fructosa que, en su mayoría se encuentran almacenados en la parte del germen. Tiene nivel alto de proteína (17,3%); mucha fibra soluble (31,4%); muy rico en vitamina B1 (36,7%), vitamina B2 (10%), vitamina A (5,6%), minerales como: sodio (7%), calcio (1,5%), hierro (30%), fósforo (11,3%), potasio (6%) y posee una energía calórica de 343 kcal. La harina de maíz contribuye beneficios importantes para el organismo previene problemas de la vista, integridad de la piel y oxidación celular como también la obesidad, cálculos renales, entre otros.

1.1.8. Amaranto

El amaranto (*Amaranthus sp*) es una semilla de origen vegetal originaria de Estados Unidos y norte de México. Sus semillas son usadas como alimento para los seres humanos; sus hojas como forraje para alimentación de los animales y sus ramas para combustible (**Tello, 2003**). Esta semilla posee alto nivel de proteína más que los cereales, es decir, el doble de proteína de arroz y maíz, asimismo posee minerales y vitaminas naturales. Es usado para proporcionar recursos de requerimientos proteicos y calorías a la sociedad que sufre de desnutrición. Además, utilizado para la preparación de diversos alimentos, elaboración de productos cosméticos como los colorantes, y hasta productos biodegradables (**Bautista & Pico, 2009**).



Figura 5. Amaranto

Fuente: (Chow, 2019)

Taxonomía

Tabla 4. Clasificación taxonómica del Amaranto (*Amaranthus sp*)

Reino	Planta
Sub reino	Embriofitas
División	MPagnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub clase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Amaranthaceae
Género	<i>Amaranthus sp</i>

Fuente: (Montenegro, 2012)

Características morfológicas

Según **Tello (2003)** esta planta se desarrolla en forma rápida con una fotosíntesis eficaz, requiere de mucha humedad, son resistentes a la sequía y son erectas. Hojas simples, alternas, enteras y largas pecioladas y miden 6,5 a 15 cm. Flores unisexuales, monóicas o dióicas en las axilas de las hojas. Esta planta alcanza 2 m de altura, ramificaciones laterales, posee de un solo eje central, raíz pivotante tanto corta como robusta. Tallo estriado con aristas fuertes y hueco en el centro, mide 2,60 m de altura. La semilla mide 1-1,5 mm de diámetro, es aplanada, de color blanco amarillentos y la planta produce aproximadamente 115000 a 200000 de semillas (**Jiménez, 2017**).

Aporte nutricional

Actualmente, la semilla se consumen en alta porción posee valor energético de 371 kcal/100g, es fuente de proteína (28,4%), grasa (13,2%), carbohidratos (20,4%), fibra

(22,3%), calcio (13,3%), fósforo (79,6%), hierro (95%), sodio (0,3%), potasio (25,4%), vitamina B1 (8,3%), vitamina B2 (15,4%), vitamina C (4,7%) y aminoácidos (0-75). Por otra parte, en las hojas contiene el 33% de proteína en b.s, (Tello, 2003). Todos esos compuestos benefician a la salud del organismo y a la prevención de enfermedades severas y contribuyen en una dieta equilibrada.

1.1.9. Frutas Deshidratadas

Características Generales

Las frutas deshidratadas son parte de una dieta equilibrada, debido a que aportan altos niveles de nutrientes, sirven como fuente de energía, poseen macro y micro nutrientes muy importantes para el ser humano (Rios, 2014).

Actualmente, las frutas deshidratadas que más se consumen son las ciruelas, manzana, piña, fresa, banano, etc., por lo que contienen altas cantidades de vitamina K1, boro, potasio, cobre, sorbitol, entre otros compuestos que traen grandes beneficios para la salud, además, ayudan a reducir la obesidad, diabetes y enfermedades relacionadas al corazón (Rios, 2014).



Figura 4. Frutas Deshidratadas

Fuente: (Fernández, 2022)

Aporte nutricional

Las frutas deshidratadas son sometidas a un proceso de desecación y deshidratación, en el cual estas frutas no pierden en su mayoría sus nutrientes, sino por el contrario se encarga de concentrarlos. En cada 100 gramos de fruta seca contiene el 21,2% de hidratos de carbono que son esenciales en la dieta, 0,6% de grasa, 1,9% de proteína, 29% de fibra, asimismo es rica en vitamina B2 (15,4%), vitamina C (4,3%) y minerales como: calcio el 1,2%, hierro el 17,5%, potasio el 22,5%, sodio y fósforo el 5,4% y un valor energético de

320 kcal, también poseen compuestos bioactivos que traen beneficios positivos en la salud humana y previene de enfermedades dietarios (**Ortega Ibarra et al., 2021**). Asimismo ayudan con el buen funcionamiento del organismo, permiten eliminar los radicales libres y evitar desórdenes en el cuerpo.

1.1.10. Frutos secos

Características Generales

Los frutos secos desde antes ya se han cultivado por las grandes culturas antiguas que desde entonces han complementado a su dieta el consumo de estos frutos secos. Entre los que más se consumen son: pasas, nueces, uvas pasas, arándanos, pistachos, almendras, etc., por su alto valor nutricional como la grasa, antioxidantes, fibra, entre otros componentes ayudan sobre el efecto de controlar el peso y la aparición de la diabetes en las personas. Sin embargo, el 8% de hombres y el 4% de mujeres consumen a diario los frutos secos por lo que no causan el aumento de peso si su consumo es a diario (**Girona, 2006**).



Figura 7. Frutos secos

Fuente: (Roper, 2016)

Aporte nutricional

Los frutos secos son considerados alimentos con alto nivel de energía entre 179 a 595 kcal/g, asimismo hidratos de carbono (3,3 – 36,5) %, proteínas (2,65 – 27) %, fibra (1,4 – 8,3) %, grasa (2,5 – 56,2) %. Por otra parte, poseen vitamina B9 (12,4 – 238) ug, vitamina B1 (0,3 – 0,69) mg, vitamina E (0,8 – 37,8) mg, vitamina B6 (0,11 – 1,27) mg y también poseen minerales como el potasio (690 mg), hierro (2,3 mg), magnesio (140 mg), fósforo (304 mg) y zinc (2,1 mg). Por otro, el contenido de aminoácidos es muy variable en los distintos frutos secos. Estos componentes son muy buenos para el

organismo, además, los frutos se consumen de diferente manera ya sea a lo natural o tostados en aceite. (Girona, 2006).

1.1.11. Miel de panela

Características Generales

La panela es un producto que siempre ha formado parte de la alimentación de las personas. Es hecho de las melazas, líquido viscoso de color castaño oscuro del jugo de caña (*Saccharum officinarum*) que pasa por un proceso de evaporación y cristalización del mismo. Es considerado como azúcar natural, su sabor es dulce (88-89%), aroma característico y tiene pH 7. Actualmente, la panela se comercializa en forma de bloques, cuadrados, rectangulares, redondos y molida (Quezada, 2007).



Figura 8. Caña de azúcar - Miel de panela

Fuente: (Pujol, 2020)

Aporte nutricional

La panela es un alimento que se consume a diario por su alto valor nutritivo y que está dentro de una dieta equilibrada por sus características naturales. Constituye de azúcares totales (96,42%), proteína (0,5%), grasa (0,1%), fibra (0,24%) también posee minerales como calcio (80mg), fósforo (60mg), hierro (2,4mg), por otro vitamina B1 (0,02mg), vitamina B2 (0,07mg), vitamina B3 (0,30mg), vitamina C (3mg) y una energía calórica de 345 kcal. Es un alimento nutritivo y natural para el organismo ya que no contiene químicos (Gürbilek, 2013; Quezada, 2007).

1.1.12. Mantequilla de maní

Características Generales

La mantequilla de maní o cacahuete (*Arachis hypogaea*) originario de Sudamérica, posee una fina pasta de maní tostada y molida con agredo aceite vegetal, para alcanzar una

textura muy suave. Esta pasta puede ser salada o dulce. Es consumida en todo el mundo en diferentes maneras, sea a lo natural como untándole en pan, combinación con jaleas y en sándwiches, así como también parte de las recetas (galletas, dulces). El sabor de la mantequilla de maní se combina muy bien con otros ingredientes ya sea en chocolate, avena, queso, entre otros (**García, 2017**).



Figura 6. Mantequilla de maní

Fuente: (Garcia, 2017)

Aporte nutricional

Según **Rengifo-ruiz et al., (2021)** mencionan que el alto valor nutricional del maní varía de acuerdo al origen, variedad y el clima. El maní constituye el 50% de grasa, el 65% de ácido oleico y linoleico. Asimismo, posee proteínas, alto contenido de carbohidratos como azúcares, pectinas, almidón y celulosa; 40% de fibra. Es rico en vitaminas liposolubles e hidrosolubles como niacina (75%), folato (60%), tiamina (53%), riboflavina (10%), ácido pantoténico (35%), piridoxina (27%) y vitamina E (55,5%), entre otros. La mantequilla de maní es el producto principal que aporta con el buen funcionamiento del sistema digestivo, piel y los nervios, además, previene la enfermedad de Alzheimer y deterioro cognitivo.

1.2.Hipótesis

1.2.1. Hipótesis nula (Ho)

El porcentaje de la fruta deshidratada de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude y miel de panela en la elaboración de una barra energética no influirá en las características sensoriales del producto.

1.2.2. Hipótesis alternativa (Ha)

El porcentaje de la fruta deshidratada de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude y miel de panela en la elaboración de una barra energética influirá en las características sensoriales del producto.

1.3. Señalamiento de variables

1.3.1. Variable independiente

Concentraciones de fruta deshidratada de *Disterigma empetrifolium*, avena en hojuelas, harina de maíz, frutos deshidratados, frutos secos, amaranto, mantequilla de maní y miel de panela.

1.3.2. Variable dependiente

Características sensoriales: sabor, aroma, textura, color y aceptabilidad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Estudiar las características bromatológicas de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude y su adición en una barra energética.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la composición fisicoquímica y nutricional de los frutos de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude.
- Desarrollar una formulación óptima para una barra energética a base de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude.
- Evaluar las propiedades sensoriales, bromatológicas y microbiológicas del producto.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. Materiales, equipos y reactivos

2.1.1. Materia prima

- Fruto de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude
- Avena en hojuelas
- Harina de maíz
- Frutos deshidratados
- Frutos secos
- Amaranto
- Mantequilla de maní
- Miel de panela
- Esencia de coco

2.1.2. Materiales de laboratorio

- 4 vasos de precipitado de (50, 100, 250, 1000) mL
- 3 probetas de (10, 50, 100) mL
- Tubos Falcon de 15 mL
- Tubos Eppendorf de 2 mL
- balón de aforo de (100, 200, 500, 1000) mL
- Micropipeta de 2-20 μ L, 100-1000 μ L
- Caja de puntas de 2-20 μ L, 100-1000 μ L
- Papel filtro
- Gradilla
- Rollo de papel aluminio
- Rollo de toallas de papel
- Embudo de filtración
- Mortero y pistilo
- Espátulas
- Cuchillos
- Platos
- Crisol de porcelana
- Cajas Petri
- Contador de colonias
- Cajas de bolsas plásticas herméticas
- Varilla de vidrio
- Vidrio reloj
- Propipeta
- Pipetas de (1, 5, 10) mL

- Pinzas de acero inoxidable
- botella ámbar 500 mL
- Placa de 96 pocillos
- Termómetro
- Desecador
- bandejas
- Cedazo
- Olla de cocción
- Cucharones
- Moldes

2.1.3. Equipos

- Balanza analítica (CITIZEN CX 220)
- Balanza de humedad (CITIZEN)
- Mufla (FURNACE 1400)
- Estufa
- Horno
- Refractómetro digital (ATAGO Pocket)
- Liofilizador (LACONCO y SP SCIENTIFIC)
- Potenciómetro (Mettler Toledo-SevenCompact)
- Ultra congelador (INDER)
- Deshidratador por convección
- Digestor de microondas (ETHOS UP)
- Refrigerador
- Titulador potenciométrico (Mettler Toledo G20 – Titrator Compact)
- Espectrofotómetro UV -VIS (Fisher Scientific accuSkan GO)
- Espectrofotómetro de absorción atómica con sistema de horno de grafito (PG INSTRUMENTS MODELO AA500)
- Campana extractora de gases
- Extractor de grasas (VELP Scientific accuSKan GO)
- Extractor de fibra cruda (VELP Scientifica – Raw Fier Extractor)
- Plancha de calentamiento (VWR)
- Centrifuga (PLC SERIES)
- Rotavapor (EYELA OS-2100)
- Fotómetro multiparamétrico (HANNA-H183399)

- Espectrómetro de infrarrojo (Perkin Elmer)
- Incubadora
- Licuadora (Oster)
- Cocina industrial
- Autoclave
- Stomacher

2.1.4. Reactivos

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| • Ácido nítrico | • Hidróxido de sodio |
| • Ácido sulfúrico | • 2,6 Dicloroindofenol sal sódica |
| • Ácido clorhídrico | • bicarbonato de sodio |
| • Ácido acético glacial | • Etanol |
| • Ácido metafosfórico | • Hexano |
| • Ácido ascórbico | • Carbonato de sodio anhidro |
| • Peróxido de hidrógeno | • Fenolftaleína |
| • Agua destilada | |

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Recolección de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude

El proceso de cosecha del fruto *D. empetrifolium*, se realizó en las coordenadas 01°21'55.8''S; 78°33'48.7''W; 3300 m.s.n.m. Perteneciente a la comunidad Teligote, parroquia Huambaló del cantón Pelileo, en la provincia de Tungurahua. La recolección de los frutos se realizó en estado maduro y se almacenó en contenedores secos de plástico a temperatura ambiente (**Anexo 1**).

2.2.2. Preparación del fruto

Los frutos se limpiaron en seco, eliminando material extraño que pueda contener el mismo. Continuamente se procedió a congelar los frutos en bolsas herméticas (-80°C) utilizando el equipo ultra congelador (INDER) por 48 horas, luego se realizó el proceso de liofilización por 4 días en el equipo (LACONCO y SP SCIENTIFIC) hasta obtener

una humedad de 6% a 7%. La muestra liofilizada fue triturada en una licuadora hasta convertirlo en polvo y ser utilizado para posteriores análisis (**Anexo 2, 3 y 4**).

2.2.3. Caracterización fisicoquímica y nutricional de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude.

2.2.3.1. Determinación de humedad

El contenido de humedad se determinó utilizando una balanza de humedad (CITIZEN), con un rango de temperatura de 30 a 100 °C y una humedad de 0 a 100%. Para dicho análisis se pesó aproximadamente de 3 g de muestra esparcida en una cápsula primeramente tarada y pesada durante 10 a 20 min (**Ferrer, 2020**).

2.2.3.2. Cuantificación de cenizas

El contenido de cenizas se determinará de acuerdo al método de la norma (**NMX-F-066-S, 1978**). Para dicho análisis se tomó un crisol seco y tarado, para pesar aproximadamente 2 a 3 g de muestra a analizar. A continuación se coloca el crisol con la muestra en una Plancha de calentamiento (VWR) por un tiempo determinado y se dejó carbonizar. Después se lleva el crisol a la mufla (FURNACE 1400) a 520°C para efectuar la incineración durante 4 a 5 horas aproximadamente, hasta obtener cenizas de color blanco o gris y seguido de enfriamiento en un desecador, para luego ser pesado.

El porcentaje de cenizas se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Ceniza} = \frac{(P_2 - P_1)}{P} * 100$$

Ecuación 1.

Donde:

P: Peso muestra (g)

P₁: Peso de crisol vacío (g)

P₂: Peso de crisol + cenizas (g)

(Márquez, 2014)

2.2.3.3. Determinación de sólidos solubles (°Brix)

El contenido de sólido solubles se determinó siguiendo la metodología de la **NTE INEN 380 (1985)**, se trituro 10 g de muestra y se colocó de 2 a 3 gotas de muestra sobre el prisma del refractómetro digital (ATAGO Pocket) preliminarmente lavado con agua destilada. Se registró el valor de grados Brix y se realizó por triplicado.

2.2.3.4. Determinación de pH y acidez titulable

El pH se determinó bajo la normativa **NTE INEN 389 (1985)**, usando un potenciómetro (Mettler Toledo-SevenCompact) por medición directa. Para la acidez titulable es mediante la metodología descrita por la normativa **NTE INEN 381 (1985)**, con la ayuda de un titulador potenciométrico (Mettler Toledo G20 – Titrator Compact) y el uso del reactivo NaOH 0,1 N a pH 7. Para ambos análisis se realizó por triplicado en una solución de 45 ml de agua destilada y 5 g de muestra. El porcentaje de acidez se calculó mediante la ecuación:

$$\% \text{Acidez titulable} = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * M_{\text{eq ácido}}}{M} * 100$$

Ecuación 2.

Donde:

V_{NaOH}: Volumen gastado de NaOH (ml)

N_{NaOH}: Normalidad de NaOH empleado en la titulación (0.1N)

M_{meq ácido}: Peso miliequivalente del ácido (meq)

M: Peso de muestra (g)

(Cajamarca, 2017)

2.2.3.5. Contenido de materia grasa

El contenido de grasa se determinó de acuerdo al método que indica **AOAC 2003.06 (2003)**, iniciando con una hidrólisis ácida de la muestra liofilizada en ácido clorhídrico mediante la ebullición por 1 hora, continuado de lavado con agua destilada y el secado de los residuos. Por consiguiente, los vasos del extractor (VELP Scientifica – Solvent

Extractor) se secaron con anterioridad en la estufa a 130 °C. Luego, el residuo se colocó dentro de los dedales de celulosa y luego en los vasos, en el cual se agregó 50 mL de hexano para llevar a cabo la fase de inmersión por 40 minutos a temperatura de 130 °C, continuamente 60 minutos de lavado y 30 minutos de recuperación del solvente. La muestra extraída se llevó a la estufa y luego al desecador para ser pesado.

Para el contenido de grasa se calculó con la siguiente ecuación:

$$\%Grasa = \frac{(m_2 - m_1)}{m} * 100$$

Ecuación 3.

Donde:

m: peso de la muestra (g)

m₁: peso de la tara del vaso (g)

m₂: peso del vaso más grasa (g)

(Ortiz, 2016)

2.2.3.6.Determinación de Fibra cruda

La fibra cruda se determinó mediante el método de la **NTE INEN 522 (1980)**. Se pesó aproximadamente 1g a 2g de muestra desengrasada en crisoles, con uso del equipo (VELP Scientifica-Raw Fier Extractor) se agregó 200 ml de ácido sulfúrico 0,255N, se dejó en ebullición durante 30 minutos, seguido se filtró la muestra con agua destilada caliente. Luego, se añadió 200 mL de hidróxido de sodio 0,313 N, seguido de ello se repitió el tiempo de ebullición y el filtrado. Posteriormente, en la estufa se secaron los crisoles con los residuos por 1 hora a 105°C, luego se realizó una incineración con ayuda de la mufla a 520 °C durante 3 horas.

El contenido de fibra cruda se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\%Fira Cruda = \frac{(P_1 - P_2)}{P} * 100$$

Ecuación 4.

Donde:

P: Peso muestra (g)

P₁: Peso de crisol más muestra (g)

P₂: Peso de crisol más cenizas (g)

(Trujillo, 2011)

2.2.3.7. Determinación de Fibra dietética total (enzimática)

Para esta determinación se realizó en el laboratorio de Control y Análisis de alimentos LACONAL, siguiendo el método según **Prosky et al (1984)**. Se pesó 1 a 2 g de muestra y para el análisis se lo hizo por duplicado, a las mismas que se les añadió 50 mL de solución buffer de pH 6±0,2, continuado de digerir las muestras con 50 µL de solución de α-amilasa y llevado al baño maría por 15 minutos en ebullición con agitación cada 5 minutos. Luego, se dejó enfriar para el ajuste de pH 7,5±0,2 y adición de 100 µL de solución proteasa, asimismo se repitió el proceso del baño maría y enfriamiento para el ajuste de pH 4,5±0,2 y adicionar 200 µL de solución amiloglucosidasa continuado en baño maría que llegó a ebullición y seguido de precipitado con alcohol potable a 60 °C por 1 hora. En el equipo (VELP SCIENTIFICA CSF 6 Filtration Sytem), se filtró el residuo final y seguido se lavó con etanol al 78%, 90% y acetona. En la estufa se secó el primer crisol a 105 °C por 24 horas y se pesó el residuo y se incineró a 550 °C durante 5 horas en la mufla. Mientras que en la muestra 2, se determinó el contenido de proteína por el método Kjeldahl.

Con los resultados obtenidos se calculó la fibra dietética total mediante la siguiente ecuación:

$$\%FDT = (\%Residuo\ de\ ceniza - \%Residuo\ de\ proteina) \\ - \%Proteina\ de\ residuo - \%Ceniza\ de\ residuo$$

Ecuación 5.

2.2.3.8. Proteína

La determinación de proteína se lo realizó en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, siguiendo la metodología de la **AOAC 991.20 (1994)**, utilizando el método directo de Kjeldahl, el cual consta de 3 etapas, la primera es la digestión, se añadió 1g de la muestra, 0,15 g de sulfato de amonio, una pastilla Kjeldahl y 15 mL de ácido sulfúrico en el tubo Kjeldahl, luego se llevó al digestor a temperatura 420°C por 60 min. Para la segunda etapa es la destilación, se adicionó 70 mL de agua destilada al tubo Kjeldahl y 50 mL de Hidróxido de sodio al 40% en el equipo, en un matraz Erlenmeyer se añadió 30 mL de ácido bórico al 4% y se observó el cambio de color rosa a verde. Finalmente, la etapa de titulación se realizó con ácido clorhídrico al 0,1N, observando un cambio de color de verde a rosado.

El contenido de proteína se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{Proteína} = \frac{(V - V_0) * 14.01 * N_{\text{HCl}}}{P * 10} * F$$

Ecuación 6.

Donde:

V: Volumen gastado de HCl (ml)

V₀: Volumen gastado en el lanco de HCl (ml)

N: Normalidad de HCl (N)

P: Peso de muestra (g)

F: Factor de conversión (6.25)

(Pinedo, 2018)

2.2.3.9. Azúcares Totales

La determinación se realizó por medio del Laboratorio LASA, enviado desde LACONAL.

2.2.3.10. Vitamina C y B3

La determinación se realizó por medio del Laboratorio LASA enviado desde LACONAL.

2.2.3.11. Minerales y metales pesados

Para el plomo y cadmio se determinó, mediante el método que indica la **AOAC 999.10 (2005)**, la utilización del digestor de microondas (ETHOS UP), se introdujo 500 mg de muestra, 5 mL de ácido nítrico al 1% y 1 mL de peróxido de hidrogeno al 30% en un tubo especial para el digestor de microondas durante 45 minutos. El residuo obtenido, se filtró y se aforó con agua destilada en balones de aforo de 100 mL, seguido de conservarlos en la refrigeración, pero antes de su medición se mantuvo a temperatura ambiente.

Para obtención de la curva de calibración, se usaron diluciones apropiadas aforadas con ácido nítrico, preparadas al instante. Se midió plomo y cadmio en el espectrofotómetro de absorción atómica (PG INSTRUMENTS MODELO AA500) utilizando un sistema de horno de grafito (**Campaña, 2020**). Mientras que para la determinación de Calcio, Sodio, Fósforo, Potasio y Hierro se lo realizó en el Laboratorio LASA, enviado desde la LACONAL.

2.2.4. Formulación para la elaboración de las barras energéticas

Las barras energéticas se elaboraron a partir de frutos de *Disterigma empetrifolium*, distintos cereales, frutas deshidratadas, frutos secos y amaranto. Para ello, se aplicó el diseño AxB, para determinar la mejor concentración de fruto deshidratado y miel de panela, como resultado se obtuvo 6 tratamientos. Dichas combinaciones experimentales de la barra de cereales se presentan en la Tabla 8.

Los factores fueron:

A: *Disterigma empetrifolium*: (niveles: 10% y 20%)

B: miel de panela: (niveles: 15%, 20% y 25%).

Tabla 8. Combinaciones experimentales (Diseño AxB)

Tratamientos	A	B
	Fruta deshidratada	Endulzante
T1	10% <i>D. empetrifolium</i>	15% de miel de panela
T2	10% <i>D. empetrifolium</i>	20% de miel de panela

T3	10% <i>D. empetrifolium</i>	25% de miel de panela
T4	20% <i>D. empetrifolium</i>	15% de miel de panela
T5	20% <i>D. empetrifolium</i>	20% de miel de panela
T6	20% <i>D. empetrifolium</i>	25% de miel de panela

Tabla 9. Formulación porcentual de la barra energética en combinación de mis dos factores (A y B)

Ingredientes	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)	T4 (%)	T5 (%)	T6 (%)
Hojuelas de avena	19,11	17,77	14,55	16,33	14,55	12,22
Harina de maíz	12,66	15,11	14,44	16,55	15,33	10,55
Frutas Deshidratadas	10	10	10	10	10	10
Frutos secos	15,24	7,39	7,25	8,82	9,25	5,44
Amaranto	10	11,77	10,55	9	7,3	7,1
Mantequilla de maní	7	7	7	7	7	7
Esencia de coco	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

2.2.5. Diseño experimental

Con el diseño experimental AxB y la evaluación sensorial se pudo determinar el mejor tratamiento, además, se utilizó el programa STATGRAPHICS Centurion XVIII, el cual permitió obtener el ANOVA de los análisis estadístico de los atributos sensoriales (color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad). Por otro se utilizó la prueba de múltiples rangos - Tukey ($P \leq 0.05$), para ver el grado de significancia entre los 6 tratamientos. Los factores que se determinaron fueron:

Factor A: Fruta deshidratada de *D. empetrifolium*

Factor B: Endulzante (miel de panela).

2.2.6. Diagrama de Flujo

Deshidratación del Fruto

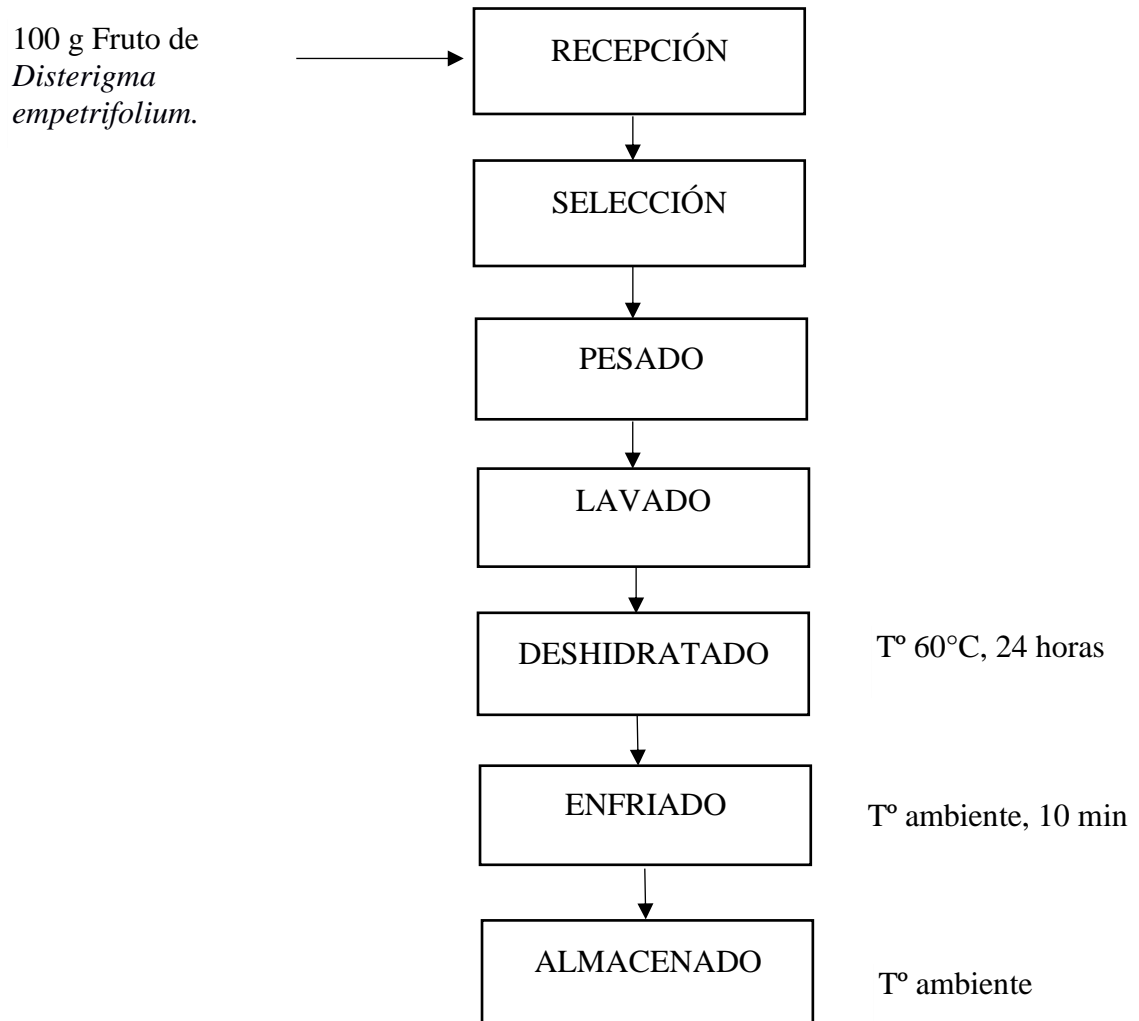


Gráfico 1. Proceso de deshidratación del fruto de *D. empetrifolium* (Kunth) Drude.

Elaboración del producto

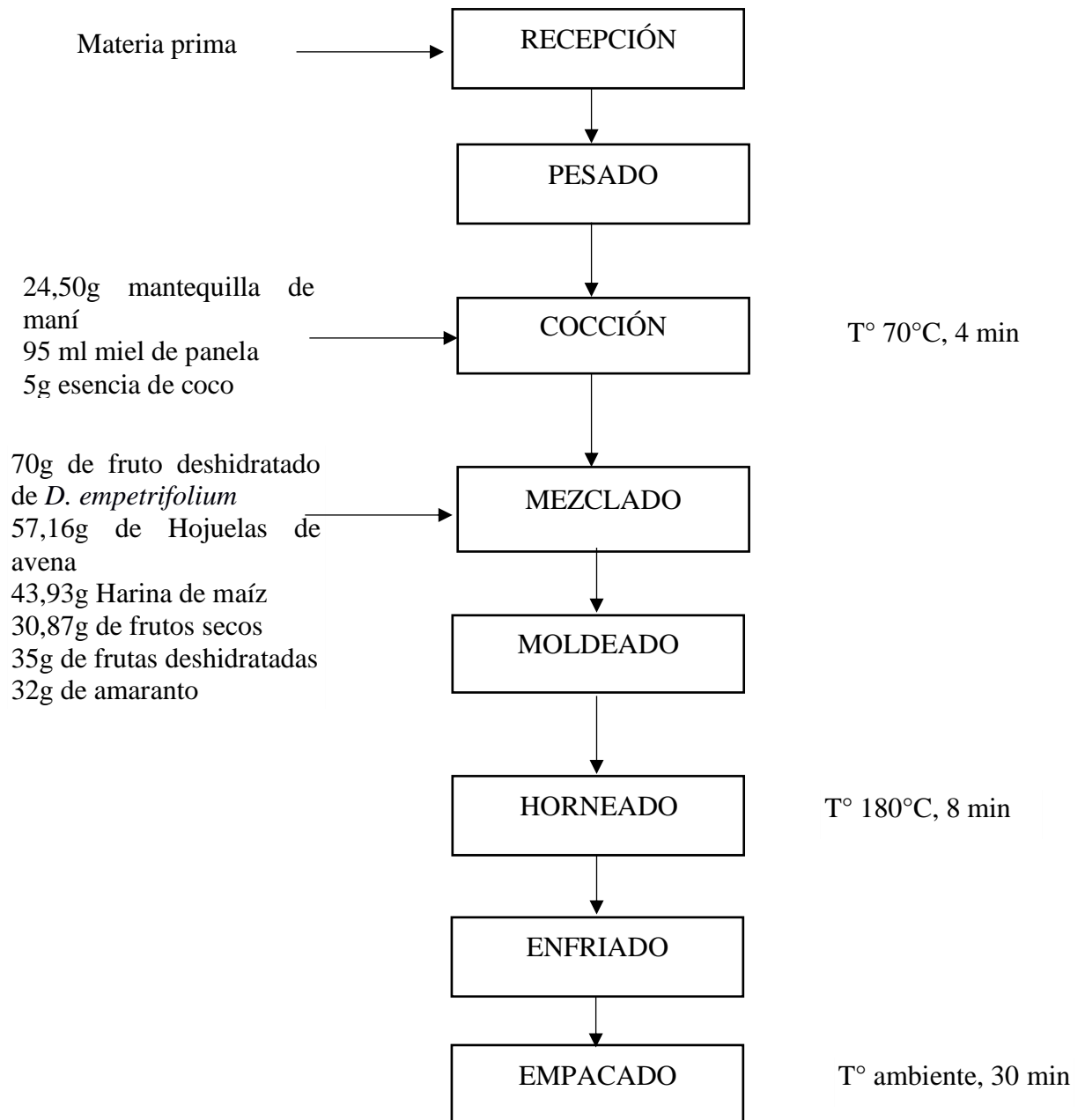


Gráfico 2. Elaboración de una barra energética a base de *D. empetrifolium* (Kunth) Drude.

2.2.7. Análisis Físicoquímico

Para la materia prima se determinó la humedad y cenizas.

Humedad

La humedad se determinó de acuerdo a la norma **NTE INEN 1 235 (1987)**, se pesó aproximadamente 2 a 3 g de muestra y se añadió en la cápsula anteriormente pesada y tarada. Luego se colocó en la balanza de humedad (CITIZEN) a temperatura 30 a 100 °C por 5 a 7 minutos, este tiempo dependiendo de la muestra a analizar.

Cenizas

Para el análisis de cenizas se empleó la metodología establecida por la normativa **NTE INEN 520 (1981)**. Primero, se calentó los crisoles de porcelana vacíos en la estufa a temperatura de 105 °C por 30 min, y se dejó enfriar en un desecador y se pesó los crisoles. Se pesó aproximadamente 2 g de muestra en un crisol seco y tarado, luego se colocó el crisol con la muestra en una Plancha de calentamiento (VWR) y se dejó carbonizar a un tiempo determinado. Después se llevó el crisol a la mufla (FURNACE 1400) a 520 °C para efectuar la calcinación durante 5 horas aproximadamente hasta obtener cenizas de color blanco o gris y seguido de enfriamiento en un desecador, para luego ser pesado.

El porcentaje de cenizas se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Ceniza} = \frac{(P_2 - P_1)}{P} * 100$$

Ecuación 7.

Donde:

P: Peso muestra (g)

P₁: Peso de crisol vacío (g)

P₂: Peso de crisol + cenizas (g)

2.2.8. Análisis sensorial

Los 6 tratamientos fueron evaluados mediante un análisis sensorial con 1 panel de 10 catadores semi entrenados de la Universidad Técnica de Amato, con el objetivo de elegir el mejor tratamiento, mismos que evaluaron los atributos del sabor, color, textura, aroma y aceptabilidad, esto se midió mediante una escala hedónica de 5 puntos donde: 5 significa “Me gusta mucho”, 4 “Me gusta”, 3 “No me gusta ni me gusta”, 2 “Me disgusta” y 1 “Me disgusta mucho”.

2.2.9. Análisis bromatológico

Humedad

La humedad se determinó de acuerdo a la norma **NTE INEN 1 235 (1987)**, se pesó aproximadamente 2 a 3 g de muestra y se añadió en la cápsula anteriormente pesada y tarada. Luego se colocó en la balanza de humedad (CITIZEN) a temperatura 30 a 100 °C por 5 a 7 minutos, este tiempo dependiendo de la muestra a analizar.

Cenizas

Para el análisis de cenizas se empleó la metodología establecida por la normativa **NTE INEN 520 (1981)**. Primero, se calentó los crisoles de porcelana vacíos en la estufa a temperatura de 105 °C por 30 min, y se dejó enfriar en un desecador y se pesó los crisoles. Se pesó aproximadamente 2 g de muestra en un crisol seco y tarado, luego se colocó el crisol con la muestra en una Plancha de calentamiento (VWR) y se dejó carbonizar a un tiempo determinado. Después se llevó el crisol a la mufla (FURNACE 1400) a 520 °C para efectuar la calcinación durante 5 horas aproximadamente hasta obtener cenizas de color blanco o gris y seguido de enfriamiento en un desecador, para luego ser pesado.

El porcentaje de cenizas se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{Ceniza} = \frac{(P_2 - P_1)}{P} * 100$$

Ecuación 8.

Donde:

P: Peso muestra (g)

P₁: Peso de crisol vacío (g)

P₂: Peso de crisol + cenizas (g)

Proteína

El análisis de proteína se realizó en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, mediante el método sugerido por la **AOAC 991.20 (1994)**, empleando el

método directo de Kjeldahl, el cual constó de 3 etapas; la primera fue la digestión pesando 1 g de muestra molida, luego se colocó en tubos de digestión con 1 tableta del catalizador Kjeldahl y 15 mL de ácido sulfúrico al 95-98%. Para la digestión se llevó a cabo a 420 °C por 60 minutos, seguidamente se dejó enfriar la muestra a temperatura ambiente por 10 minutos. En la Neutralización y destilación se añadió 25 ml de ácido bórico en un matraz Erlenmeyer y se colocó 2 o 3 gotas de indicador mixto. Para la destilación se realizó por 30 min con la finalidad de destilar 200 ml. Para la etapa final está la valoración, donde se tituló con ácido clorhídrico 0,1N hasta obtener un cambio de color verde a violeta.

$$\% \text{Nitrogeno} = \frac{1,4 * (V_1 - V_0) * N}{P}$$

$$\% \text{Proteina} = \% \text{Nitrogeno} * F$$

Ecuación 9.

Donde:

P: Peso de la muestra (g)

V₁: Volumen de HCL consumido en la valoración (ml)

V₀: Volumen de HCL consumido en la valoración del blanco (ml)

N: Normalidad del HCL

F: Factor de conversión (6,25)

Materia grasa

El contenido de grasa se determinó mediante la metodología descrita por **AOAC 2003.06 (2003)**, primero se realizó una hidrólisis ácida y se pesó 1 g de la muestra, se colocó en un vaso de precipitación con 100 ml de HCl y se calentó en una estufa a temperatura a 150 °C por una 1 hora, luego se filtró la muestra y se lavó con 500 ml de agua destilada. Después se introdujo la muestra dentro de los dedales de celulosa para ser colocado en el equipo VELP Científica Solvent Extractor (Soxhlet) y se colocó 50 ml de hexano a 130 °C por 40 minutos para la fase de recuperación; continuamente para remover completamente el solvente se colocó en la estufa los vasos a 105 °C por 30 minutos, se dejó enfriar los vasos en un desecador hasta que el peso sea constante y se registró el peso.

Para el cálculo de grasa se utilizará la siguiente ecuación:

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

Ecuación 10.

Donde:

W_0 : Peso del vaso con grasa (g)

W_1 : Peso de la muestra (g)

W_2 : Peso del vaso vacío (g)

Fibra dietética

El contenido de fibra dietética se determinará de acuerdo a la norma **NTE INEN 522 (1980)**, se pesó 1 g de muestra triturada y se colocó en la estufa a 105 °C por 1 hora hasta obtener un peso constante. Seguidamente, la muestra se colocó en un crisol y se introdujo en el equipo Soxhlet (extractor de grasa), se agregó 150 ml de ácido sulfúrico previamente calentado con 3 gotas de etanol por 30 minutos hasta alcanzar la ebullición. Luego se drenó el ácido sulfúrico y se lavó con 500 ml de agua caliente, se agregó 150 ml de Hidróxido de sodio calentado por 30 minutos, se lavó con 50 ml de agua caliente. Finalmente, la muestra se colocó en la estufa a temperatura 130 °C por 2 horas, se dejó enfriar y se registró el peso, de la misma manera se colocó en la mufla a 550 °C durante 3 horas, se llevó al desecador para enfriar y se registró el peso.

Para el cálculo de la fibra se utilizará la siguiente ecuación:

$$\% \textit{Fbra} = \frac{(m_1 - m_2)}{m} * 100$$

Ecuación 11.

Donde:

m : Peso de la muestra (g)

m_1 : Peso después del secado (g)

m_2 : Peso después de la incineración (g)

Carbohidratos

El contenido de carbohidratos se determinó mediante la diferencia entre la humedad, proteína, grasa, fibra cruda y cenizas del producto mediante la siguiente ecuación:

% Carbohidratos

$$= 100 - (\%humedad + \%proteina + \%grasa + \%fibra\ cruda + \%ceniza)$$

Ecuación 12.

Energía calórica

Para el cálculo de energía se determinó por el método según la norma **NTE INEN 1 334-2 (2011)** en el cual se utilizó los siguientes factores de conversión: para carbohidratos 4 kcal/g, proteína 4 kcal/g y grasa 9 kcal/g.

$$Energía = (carbohidratos * 4) + (proteína * 4) + (grasa * 9)$$

Ecuación 13.

2.2.10. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se utilizó el mejor tratamiento, para ello se analizó la cuantificación de mohos, levaduras y coliformes totales. En una funda estéril se colocó 10 g de muestra con 90 ml de agua de peptona, se mezcló con la ayuda del Stomacher por 30 segundos a 230 rpm. Luego, se preparó diluciones seriadas para realizar la siembra. Posteriormente para la determinación de coliformes Totales y *E. Coli* se sembró en las placas de Compact Dry a 30 °C por 24 horas. Asimismo, para el recuento de mohos y levaduras se sembró en las placas 3M Petrifilm a 25 °C por 5 días. Para los cálculos están expresados como el logaritmo de las UFC por gramo (log UFC/g).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis y discusión de los resultados

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos y nutricional, además, de los análisis del producto elaborado a partir del fruto *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude y mediante fuentes bibliográficas se han podido contrastar e interpretar de mejor manera los resultados de esta investigación.

3.1.1. Caracterización fisicoquímica y nutricional de *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude.

Los frutos de *Disterigma empetrifolium* fueron cosechados en el Cerro Teligote, Cantón Pelileo, Provincia Tungurahua, misma que presenta características muy propias debido a las condiciones ambientales en que se producen a las alturas de los páramos, en una temperatura de 7 a 15 °C aproximadamente y una altitud mínima de 3200 msnm. Esta especie se resalta por su desarrollo o crecimiento en las paredes de las montañas, por sus frutos blanquecinos y flores llamativos. Esta investigación aporta con el estudio básico sobre la composición fisicoquímica y nutricional del fruto “Chirimote”.

En la Tabla 10, se presentan los análisis e interpretación de los resultados alcanzados en realización a los análisis fisicoquímicos, los mismos que se realizó en estado fresco y maduro de los frutos Chirimote (*Disterigma empetrifolium* Kunth Drude).

Tabla 10. Características fisicoquímicas de los frutos de *D. empetrifolium* (Kunth) Drude.

Parámetros	Valor obtenido
pH	3,72±0,02*
Sólidos solubles (°Brix)	7,03±0,05*
Acidez titulable (% Ácido cítrico)	0,85±0,01*
Humedad (%)	87,98±0,08*

*Análisis realizados en materia fresca, con 3 réplicas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y biotecnología.

Elaborado por: Erika Viviana Bombón A.

En la presente investigación, se expresa que el fruto chirimote (*D. empetrifolium*), tiene como $87,98\pm 0,08\%$ de humedad diferente al obtenido (80,24%) por **Cutti (2019)** en la caracterización fisicoquímica del arándano silvestre (Huancavelica – Perú), indicando que el fruto chirimote tiene gran contenido de agua. De acuerdo con **Arevalos (2017)**, el contenido de agua es un factor clave en la calidad de las frutas, ya que, mayor concentración de agua aumenta la probabilidad de deterioro, acorta la vida útil y afecta la apariencia del sabor, textura y el color en la conservación a largo plazo. Por otro, el contenido de agua en los frutos se encuentra en el rango de 81% a 93% del peso en fresco; valor que varía cuando el fruto se encuentra enlazado a la planta y después de la cosecha el agua en el fruto se pierde por la transpiración provocando el marchitamiento (**Castro, 2011**).

En cuanto al pH se obtuvo el $3,72\pm 0,02$ siendo el chirimote un fruto fresco ácido, este valor encontrado es similar al valor hallado por **Cutti (2019)** para arándanos silvestres quien reportó un valor de 3,39 de pH. **Cohen et al (2014)** afirman que en la mayoría de las frutas poseen valores de pH entre 3 a 5, propiedad que inhibe la vía metabólica de los factores fisicoquímicos del fruto y que se ve afectado por el tiempo de madurez, el mismo que puede aumentar o disminuir de acuerdo a la mayor o menor concentración de ácidos orgánicos (málicos y cítricos). Con respecto a la acidez expresada en ácido cítrico, se logró el $0,85\pm 0,01\%$ un valor que es afectado por ciertos factores, por el tiempo de madurez, tipo de suelo, situación geográfica, entre otros (**Casauon-garcín et al., 2018**).

La cantidad de sólidos solubles del fruto chirimote fue $7,03\pm 0,05$ °Brix valor diferente al obtenido (9,28 °Brix) por **Cutti (2019)**. Según **Hernández et al (2017)** mencionan que los sólidos solubles son los azúcares mayoritarios en la pulpa del fruto y aumentan con el estado de madurez y almacenamiento.

En este mismo apartado, se presentan los resultados sobre los análisis realizados en frutos de chirimote (*D. empetrifolium* Kunth Drude) liofilizados, proceso que consiste en eliminar el agua del fruto a través de un sistema de congelación, ya que, al fruto le permite la conservación a largo plazo. Además, en el fruto ayuda a mantener sus características biológicas, sensoriales y las propiedades nutricionales se encarga de concentrarlos (**Surco-laos et al., 2017**). El proceso se inició con una ultracongelación a -80°C por 48 horas, luego los frutos congelados se introdujeron en el liofilizador para reducir la

humedad a un rango entre 6% a 7% . Sin embargo, los resultados de los análisis nutricionales de *D. empetrifolium* (chirimote) en base húmeda se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Análisis nutricional de los frutos de *D. empetrifolium* (Kunth) Drude en base húmeda

Parámetros	base húmeda (b.h)
*Grasa (%)	0,34
*Cenizas (%)	0,94±0,07
**Proteína (%)	0,52
*Fibra cruda (%)	5,89
**Fibra dietética total (%)	3,73
**Azúcares totales (mg/100g b.h)	3,73
**Glucosa (mg/100g b.h)	2,53
**Sacarosa (mg/100g b.h)	0,42
**Fructosa (mg/100g b.h)	0,52
**Lactosa (mg/100g b.h)	14,17

*Análisis realizados en materia fresca, con 3 réplicas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y biotecnología.

**Análisis realizados por LACONAL.

Elaborado por: Erika Viviana Bombón A.

Por otro lado, el porcentaje de grasa en el fruto *D. empetrifolium* se obtuvo 0,34% como se evidencia en la Tabla 11, lo cual hace presencia de un contenido menor de grasa en comparación a lo hallado por USA, 2002, como se citó en (Cutti, 2019), donde cuantifica un valor de 0,38%. La grasa que contiene el fruto posee de glicéridos, esteroides, ácidos grasos libres, fosfolípidos y vitaminas liposolubles, los mismos, que son antecesoros de fuente energética importante para el organismo, cumplen con actividad biológica y son amortiguadores físicos y como aislante térmico en los tejidos hipodérmicos, asimismo contribuyen a la textura de los alimentos y por lo general a las características sensoriales del producto (Badui, 2006; Cervera, 1988).

Respecto al contenido de cenizas se obtuvo un valor de 0,94±0,07%, valor inferior al obtenido (0,21%) por USA, 2002, como se citó en (Cutti, 2019). El valor experimental se encuentra dentro del rango de 0 a 12% de cenizas para alimentos frescos, pero no debe ser más de 5%. Por otro, el contenido de cenizas difiere acorde al grado de madurez del fruto. La cuantificación de cenizas es el residuo de la calcinación de la materia orgánica,

donde muestra el contenido de minerales como: sodio, calcio, potasio y fósforo, además, da a conocer el valor nutricional del fruto y los metales pesados presentes en el fruto **(Harris & Marshall, 2017)**.

Asimismo, el porcentaje de proteína en el chirimote fue de 0,52%, en comparación al obtenido (0,67%) por USA, 2002, como se citó en **Cutti (2019)** siendo un valor alto para el valor experimental. Cabe mencionar que las proteínas en las frutas son las más importantes, debido a que son sustancias de la vida, cumplen con la formación y renovación de tejidos, además, al estar presentes en baja concentración benefician al contenido de aminoácidos y a la digestibilidad **(Villaruel, 2011)**.

Por otra parte, el contenido de fibra cruda (FC) en fruto chirimote se obtuvo 5,89% en base húmeda, valor que contrastan con lo hallado por **Cutti (2019)** donde determina un valor de 1,86%, indicando que este fruto *D. empetrifolium* posee alta concentración de fibra cruda. De acuerdo con **García et al (2008)** la fibra cruda posee de componentes mayoritarios de celulosa al 90%, hemicelulosas y lignina, los mismos, que en su mayoría forman parte de la fracción de fibra insoluble. Asimismo, son componentes que dan firmeza, resistencia y textura fuerte a las estructuras externas en los frutos **(Gutiérrez et al., 2002)**.

En cuanto al resultado de fibra dietética total (FDT) fue de 3,73% en base húmeda. La fibra dietética es la parte alimenticia de las plantas que, son elementos principales para la nutrición sana en las personas, sin embargo, son resistentes a la hidrólisis por las enzimas digestivas que se encuentran en el organismo, asimismo, poseen efectos fisiológicos benéficos como son: laxante, control de colesterol y glucemia en sangre también a la mejora de la flora intestinal **(American Association of Cereal Chemist, 2001; Escudero & González, 2006)**.

La determinación de los azúcares totales en cuanto a la lactosa, glucosa, sacarosa y fructosa. La lactosa es el azúcar que mayor concentración tiene el fruto chirimote (*D. empetrifolium*) que se obtuvo 14,16 mg/100 g, por otra, la glucosa fue de 2,53 mg/100 g, la sacarosa y fructosa se obtuvo un valor menor a 1 mg/100 g, valor inferior a los demás azúcares presentes en el fruto. Los azúcares totales al igual que otro parámetro en las frutas se lo considera uno de calidad, ya que, influyen mucho en el sabor, por otro su concentración viene a variar según el material genético, época de cosecha, tiempo de madurez y manejo de cultivo, etc., **(Beltramino et al., 2019)**. Sin embargo, los azúcares

como la glucosa y fructosa representan el 83% del total en los frutos maduros que, si bien el contenido de estos azúcares varían acorde el tiempo de cultivo, época del año y ubicación geográfica (**Ruiz Ortega, 2011**).

En la Tabla 12 se evidencia las vitaminas y minerales que posee *D. empetrifolium* (Kunth) Drude.

Tabla 12. Vitaminas y minerales de los frutos *D. empetrifolium* (Kunth) Drude

Vitamina y minerales	(mg/100g b.h)
**Vitamina C	14,17
**Vitamina B3	2,53
**Calcio	49,70
**Sodio	0,73
**Fósforo	13,02
**Potasio	73,49
**Hierro	0,42

*Análisis realizados en materia fresca, con 3 réplicas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y biotecnología.

**Análisis realizados por LASA, enviados desde LACONAL.

Elaborado por: Erika Viviana Bombón A.

Asimismo, en el fruto *D. empetrifolium* (Kunth) Drude se determinó el contenido de vitaminas y minerales, mismos que son componentes que se encuentran en mayor y menor cantidad en los alimentos, además, son esenciales para el buen funcionamiento del organismo cuando se consumen en cantidades adecuadas. Sin embargo, la cantidad de los micronutrientes varían acorde al tipo de cultivo, exposición, fertilizantes y grado de madurez y por otro, los minerales que en mayor concentración se encuentran en la mayoría de los frutos son el fósforo y el potasio (**Carvajal, 2012**).

Con respecto al contenido de vitamina C (ácido ascórbico) se obtuvo 14,17 mg/100 g en base húmeda. Según **Badui (2013)**, la vitamina C es un elemento esencial en la dieta de las personas. Por otro es un compuesto soluble que posee características ácidas y reductoras debido a su estructura de enediol que se encuentra unido con el grupo carbonilo en el anillo lactosa. La vitamina C se destruye con facilidad por exposición al sol y oxígeno durante el procesado del fruto (**Suzanne Nielsen, 2003**). La ingesta diaria

recomendada es de casi 50 mg en la persona, el mismo que es importante antioxidante fisiológico, repara y neutraliza los radicales libres, ayuda en la obtención de colágeno, admite la absorción y almacenamiento de hierro (**Badui Dergal, 2006**). En la mayoría de las frutas y verduras se encuentra la vitamina C su concentración es variado, depende de ciertos factores: región donde se cultivan, las prácticas agrícolas, manejo de postcosecha, temperatura, calidad de agua, preparación para el consumo y almacenamiento (**Cuichán, 2013**).

Por otra parte, el contenido de vitamina B3 o niacina en fruto chirimote se reportó un valor de 2,53 mg/100 g como se evidencia en la Tabla 12. Tomando en consideración que el valor experimental está por debajo a lo requerido en una dieta saludable, ya que la ingesta diaria recomendada de vitamina B3 es según la edad y el sexo; de 4 mg a 12 mg/100 g en niños, 14 mg a 16 mg/100 g en hombres y mujeres adultos y 18 mg/100 g en mujeres y adolescente embarazadas, siendo esto útil para el funcionamiento del sistema nervioso y digestivo que, favorece el desarrollo de hormonas sexuales y mantenimiento de la piel sana en las personas (**Turner & Dahl, 2019**).

Asimismo, en *Disterigma empetrifolium* se ha evidenciado la presencia de minerales como el Calcio, Sodio, Fósforo, Hierro y Potasio, conteniendo 49,70 mg, 0,73 mg, 13,02 mg, 0,42 mg y 73,49 mg/100 g, respectivamente. Estos valores aportan a la dieta diaria recomendada de 10 mg/día para hombres y 18 mg/día para mujeres, según (**Badui Dergal, 2006**). Los minerales son oligoelementos que aportan con importantes funciones metabólicas y se encuentran en bajas concentraciones en el cuerpo humano (**Durán Agüero et al., 2013**). El calcio (Ca) en lo experimental se obtuvo 49,70 mg/100 g de fruta y el fósforo (P) 13,02 mg/100 g de fruta, comparando con **Garrido (2014)** quien obtuvo 8mg/100 g de Ca y 13mg/100 g de P para arándanos rojos, ambos elementos trabajan en conjunto en procesos de metabolismo de la salud, asimismo contribuyen al crecimiento y desarrollo de los huesos en los niños (**Troxler, 2014**). El sodio (Na) fue 0,73 mg/100 g en base húmeda, este mineral es importante en el organismo debido a que contribuye en la presión arterial, músculos y tejidos corporales (**Sanchez, 2016**).

En relación al hierro (Fe) posee una concentración de 0,42 mg/100 g en b.h. del fruto. El hierro cumple con ciertas funciones metabólicas en el organismo, mismo que ayuda en la formación de glóbulos rojos y la hemoglobina, también en el transporte de oxígeno en el cuerpo (**Ropero, 2014**). Asimismo, el contenido de potasio (K) en la investigación fue el mineral predominante con una concentración de 73,49 mg/100 g en b.h. (Ver Tala 12).

El potasio (K) ayuda en el buen funcionamiento del sistema nervioso, sistema muscular y en el mantenimiento de la tensión arterial, por otra parte, ayuda en el incremento de acidez y la mejora del color en la fruta (Roper, 2014).

Asimismo, se presenta los resultados en relación a metales pesados no esenciales como el plomo y cadmio.

Tabla 13. Metales pesados en Chirimote (*D. empetrifolium* Kunth Drude)

Metal pesado	mg/Kg peso fresco
Plomo	0,12
Cadmio	0,04

*Análisis realizados en materia fresca, con 3 réplicas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y biotecnología.

Elaborado por: Erika Viviana Bombón A.

En este apartado se evidencian los resultados de la determinación de los metales pesados no esenciales del fruto, como se puede observar en la Tabla 13. Con respecto al contenido de plomo (Pb) en la muestra se obtuvo el 0,12 mg/Kg en peso fresco, valor que está dentro de la normatividad según el Codex Alimentarius (CODEX STAN 193, 1995) donde indica que el límite máximo de Pb en la mayoría de las frutas debe ser 0,20 mg/Kg. El plomo es un elemento que puede ingresar a los alimentos por vías como el residuo volcánico, agua, suelo y pesticidas. Esta especie *D. empetrifolium* perteneciente al cantón Pelileo, provincia de Tungurahua, los niveles tóxicos del Pb presentes en la planta y fruto, aunque en bajas concentraciones, es debido a que la provincia de Tungurahua se ve influenciada por la presencia de volcanes (el Tungurahua y el Cotopaxi), factor que relaciona la alta o baja concentración del Pb (Fiallos, 2017). Por otro, la intoxicación con Pb, ya sea, por vía respiratoria, digestiva o dérmica, disminuye el intelectual en los niños y en adultos trae consecuencias tanto cardiovasculares, hipertensión teniendo afectaciones en el sistema nervioso y reproductor (Caspersen et al., 2016). Con respecto a la ingesta de plomo, el CODEX STAN 193 (1995) ha establecido como seguro el 25 µg/Kg de peso corporal, incluyendo la cantidad presente en el agua.

Los resultados de la concentración de Cadmio en la muestra analizada, se obtuvo 0,04 mg/Kg en peso fresco. Según Ministerio de Salud y Protección Social (2013) como límite mínimo es 0,05 mg/Kg en peso fresco, este valor no representa un riesgo para la salud porque no supera estos límites. La intoxicación de cadmio en el ser humano se da

por vía oral, tras el consumo de agua y alimentos (granos, frutas, café, etc.), por vía respiratorias y por vía dérmicas a bajas concentraciones. El cadmio (Cd) al ser consumido tiende a ser almacenado en el hígado, riñón y pulmones de las personas, lo cual provoca los problemas respiratorios, bronquitis, neumonía, arterioesclerosis e hipertensión. La ingesta prolongada a mayor concentración del Cd, altera el metabolismo de calcio provocando osteoporosis. Asimismo, inhalar vapores de cadmio trae consecuencia enfisema, catarro, entre otras graves (**Madueño, 2017**). La ingesta semanal es de 2,5 µg/Kg de peso corporal, valor que puede sobrepasar en niños y adultos (**CODEX STAN 193, 1995**).

3.1.2. Análisis fisicoquímicos de la materia prima

En este apartado se presentan los análisis de humedad y cenizas de la materia prima (avena en hojuelas, harina de maíz, frutos secos, frutas deshidratadas, amaranto, panela y mantequilla de maní) que se utilizaron para la formulación de las barras energéticas, motivo por el cual se determinó la calidad de la materia prima y la adulteración de los mismos durante el tiempo de almacenamiento.

A continuación en la Tabla 14, se presentan los datos de los análisis fisicoquímicos de la materia prima. En lo que se refiere al contenido de humedad de la materia prima, se puede observar que los valores obtenidos son cercanos a otras semillas (Ver Tabla 14); para avena en hojuela fue de 10,33%. Este valor es similar para la avena en hojuela reportado por la **Ficha Técnica de Hojuela de Avena Grano Entero (2011)**, de 10-11,5%. Sin embargo, el valor experimental está dentro de los límites requeridos por el **Codex Alimentarius (2015)** que establece un mínimo de 14% de humedad.

En cuanto a la harina de maíz, según **Sarmiento (2015)** el porcentaje de humedad se encuentra entre 11,51±0,13%, en comparación al valor obtenido de 11,46% está dentro del rango establecido y que estas pequeñas variaciones se dan por condiciones en la que se tiene el maíz para ser procesado y mediante el tiempo de almacenamiento. Por otro, las frutas deshidratadas presentaron una humedad de 10,37% el cual está dentro del rango establecido entre 10,35% a 10,40% según (**De Michelis & Ohaco, 2012**). En cuanto a los frutos secos, la humedad obtenida es de 3,5%, el cual es similar a lo mencionado por **Adel et al (2011)** que varía del 2%-20% respectivamente. El valor experimental indica que la materia prima está dentro del rango de humedad para los frutos secos.

Según **Silva (2007)**, el porcentaje de humedad en el amaranto es de 11,1% mientras que el obtenido experimentalmente es de 9,6%; esta diferencia es debido a la variación de amaranto, lugar de producción, manejo y almacenamiento. Por otro lado, la panela presenta una humedad de 9,44% según **Esparza et al (1990)** este valor oscila entre 9% a 10,55%, sin embargo, las diferencias dependen de la temperatura en la que es sometido la panela durante el procesado. El porcentaje de humedad para la mantequilla de maní fue de 0,62% valor similar al reportado por **Solís (2003)** de $0,78 \pm 0,026\%$, valor que es mayor al valor experimental, sin embargo, estas diferencias varían acorde a las condiciones en la que se conserva y almacena el producto final.

Los valores experimentales se encuentran dentro de los rangos bibliográficos los cuales ratifican la calidad de la materia prima.

Tabla 14. Análisis fisicoquímicos de la materia prima

Materia Prima	Humedad (%)	Ceniza (%)
Avena en hojuela	10,33	3,15
Harina de maíz	11,46	2,35
Frutas deshidratadas	10,37	6,20
Frutos secos	3,5	2,7
Amaranto	9,6	3,45
Panela	7,44	1,45
Mantequilla de maní	0,62	1,98

Elaborado por: Erika Viviana Bombón A.

Con relación al contenido de cenizas, los valores obtenidos de la materia prima se observan en la Tabla 14. Para la avena en hojuelas, se obtuvo el 3,15% este valor encontrado se asemeja al valor hallado por **Ramírez et al (2015)** de $3,67 \pm 0,1\%$ mientras que el mínimo es de 1,20% de cenizas reportado por la **Ficha Técnica de Hojuela de Avena Grano Entero (2011)**. La variación del porcentaje de cenizas se debe por las condiciones de procesos de transformación y almacenamiento, así como también la variedad de avena que se llega adquirir en las tiendas. En cuanto a la harina de maíz, se determinó un contenido de 2,35% valor que está dentro del rango permitido por el **Codex Alimentarius (2007)** de 3% del contenido de cenizas en la harina.

Según **Silva Saquinga (2020)**, el contenido de cenizas en las frutas deshidratadas varían entre 7,04% mientras que **Telenchana (2017)** reportó el 6,4%, valor similar al obtenido

en lo experimental de 6,20% indicando una pequeña diferencia, debido que la mayorías de las frutas contienen alto contenido de agua y azúcares razón por el cual los poseen alta concentración de minerales como calcio, potasio, hierro, fosforo y sodio. Para los frutos secos el contenido de ceniza bibliográfico varía entre 0,8%; 3,4% y 3,07% respectivamente, y con respecto al obtenido se encuentran dentro del rango requerido. Por otro lado, el contenido de cenizas para el amaranto fue de 3,45% valor que difiere con la autora **Silva (2007)** quien reportó 4,1%, indicando una pequeña diferencia.

Según **ICONTEC (2009)** el porcentaje de cenizas en la panela oscila entre 0,80% a 1,90% del valor que se obtuvo fue 1,45% indicando que está dentro del rango permitido y se considera un producto de buena calidad y finalmente, la mantequilla de maní presentó un valor de 1,98% comparando bibliográficamente con **Solís (2003)** reportó 2,23% notando una leve diferencia debido a la interferencia de algunos elementos retenidos en las cenizas perdiéndose por evaporación.

Todos los análisis realizados avalan la correcta formulación y análisis nutricional de la barra de cereal a base de *D. empetrifolium* (Kunth) Drude.

3.1.3. Análisis Sensorial de barras energéticas

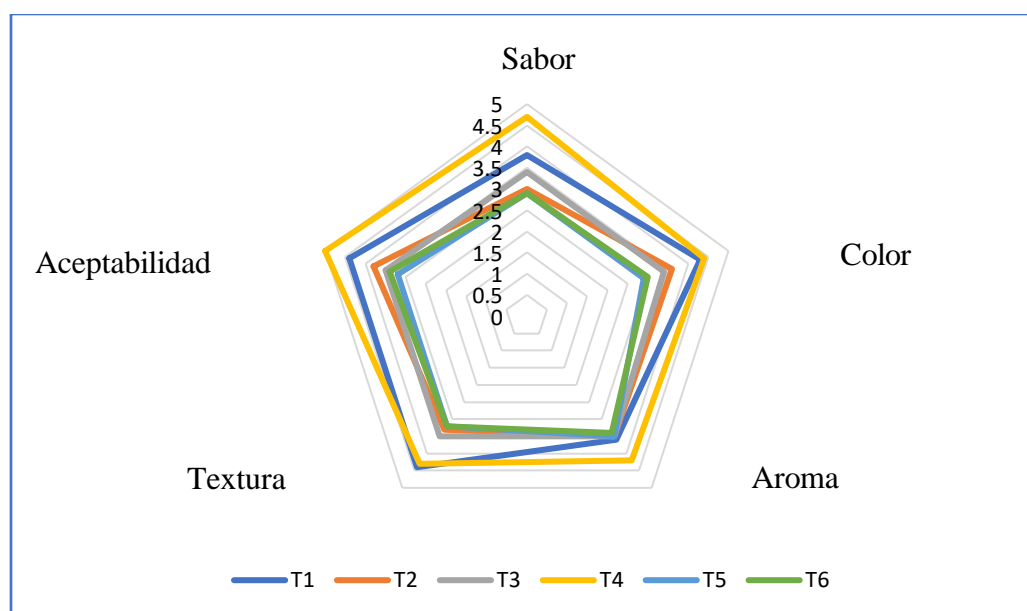
La evaluación sensorial de los 6 tratamientos fue realizada por el grado de aceptabilidad del producto por los 10 catadores semi entrenados, mismos que degustaron de cada tratamiento con respecto a los atributos sensoriales de sabor, color, aroma, textura y aceptabilidad donde ayudan a obtener características muy similares de la población que consumirá el producto a futuro. Con ayuda de la escala hedónica de 5 puntos (**Anexo 6**) se evaluó los atributos anteriormente mencionados, donde: 5 significa “Me gusta mucho”, 4 “Me gusta”, 3 “No me gusta ni me gusta”, 2 “Me disgusta” y 1 “Me disgusta mucho”, por medio de tablas y gráficos se presentan los resultados obtenidos en la evaluación sensorial (Ver Tabla 15 y Grafico 3). Notando que no existe diferencia significativa para el parámetro de aceptabilidad. Por otra parte, los parámetros de sabor, color, aroma y textura si hay diferencia significativa. De acuerdo con **Lascano (2013)**, los parámetros sensoriales están sujetos a los aspectos de cantidad o mezcla de varios ingredientes, calidad nutricional y seguridad alimentaria que, sin embargo, son catadas por parte de los consumidores aleatorios para determinar la aceptación o rechazo del producto y ser introducido en tiendas o supermercados.

Tabla 15. Promedio del análisis sensorial de las barras energéticas

Tratamientos	Sabor	Color	Aroma	Textura	Aceptabilidad
T1	3,8	4,3	3,6	4,4	4,4
T2	3,0	3,6	3,5	3,3	3,8
T3	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5
T4	4,7	4,4	4,2	4,3	5,0
T5	2,9	2,9	3,5	3,2	3,2
T6	2,9	3,0	3,4	3,2	3,4

Elaborado por: Erika Viviana Bombón A.

Gráfico 3. Perfil sensorial de los tratamientos de las barras de cereales



Tratamiento 1 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 2 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 3 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela); Tratamiento 4 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 5 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 6 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela).

Como se observa en el Gráfico 3 se evidencia que los catadores tuvieron preferencia por el Tratamiento 1, pero mayor fue el Tratamiento 4, ya que su estimación es muy alta a los demás tratamientos con una puntuación de 4,2 a 4,7; el Tratamiento 1 entre 3,6 a 4,4; mientras que los Tratamientos 2, 3, 5 y 6 tienen puntuaciones bajas entre 2,9 a 3,6 lo que equivale de la escala “ni me gusta ni me disgusta”.

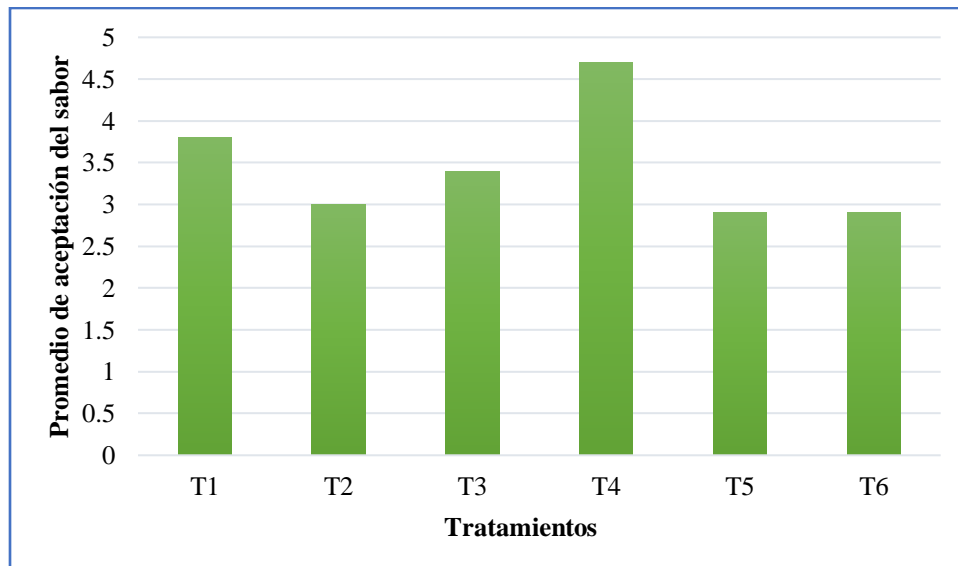
Mediante la evaluación de los atributos sensoriales se optó por el Tratamiento 4 como el mejor ya que cumple con todas las características de un mismo producto, cuya formulación es 20% de fruta deshidratada de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela.

3.1.3.1. Sabor

Los resultados obtenidos y presentados en el Gráfico 4 para el sabor, el promedio más alto le corresponde al Tratamiento 4, que está constituido por el 20% de fruta deshidrata de *D. empetrifolium* y el 15% de miel de panela ajustándose a las condiciones requeridas en las barras de cereal. Lo cual indica que la mezcla de ambos ingredientes da un sabor nuevo y dulce para el paladar de los catadores que atribuyeron que “les gusta”, comparando con los otros tratamientos. El ser humano es capaz de reconocer un alimento a través del gusto el cual percibe sensaciones como dulce, ácido, salado y amargo (UPAEP, 2014). De acuerdo con Astiasaran & Martinez (2003) en alimentos horneados, el sabor se exalta por reacciones de pardeamiento no enzimático (Maillard y caramelización) en el cual forman los componentes aromáticos y que favorecen al color, olor y en especial al aroma de los alimentos, por otra en la caramelización de los azúcares provoca la aparición de compuestos con sabores propios.

El análisis de varianza mostró que existen diferencias significativas entre el Factor A: Tratamientos, pero no existen diferencias significativas para el Factor B: Catadores como se evidencia en la Tabla 18. Por otro lado, en las pruebas de múltiples rangos – Tukey (Ver Tabla 19), se denota una diferencia en los 6 tratamientos, pero el mejor aceptable es el Tratamiento 4 ya que cumple con las condiciones de una barra de cereal, en este caso un producto con un sabor característico.

Gráfico 4. Aceptación del Sabor para las barras energéticas



Tratamiento 1 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 2 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 3 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela); Tratamiento 4 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 5 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 6 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela).

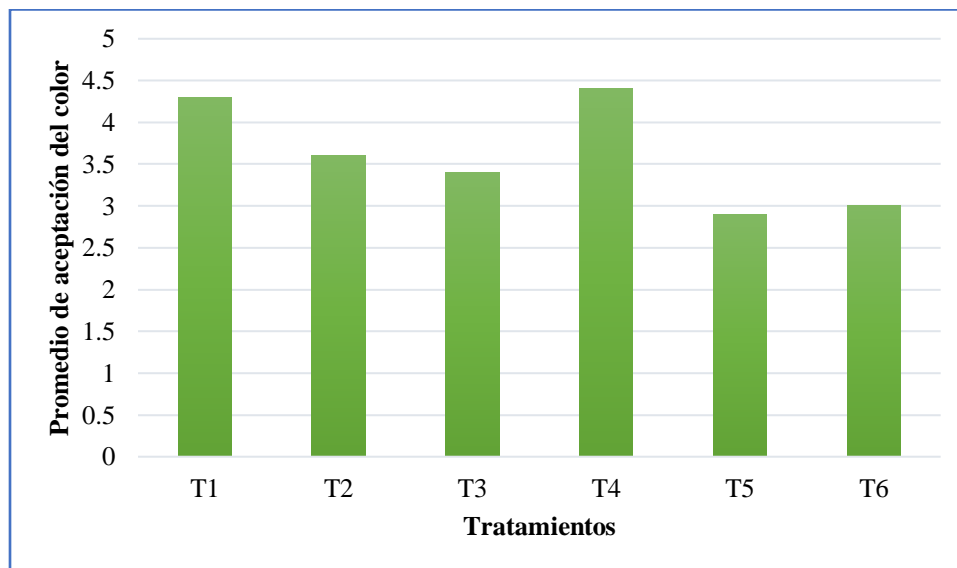
3.1.3.2. Color

Del Gráfico 5 se concluye que el Tratamiento 3 y 4 se presentan como los mejores, ya que estos tienen valores altos de aceptabilidad por los catadores en comparación con los otros tratamientos 1, 2, 5 y 6; pero cumplen con las condiciones requeridas en las barras de cereales. El color en los alimentos es una cualidad organoléptica y se aprecia mediante el sentido físico de la vista, por lo que en las barras de cereales mediante su proceso de elaboración es sometido a un proceso de horneado, dentro de esto ocurre la reacción química de Maillard donde el pardeamiento no enzimático es notorio y por factores internos del proceso como la alta temperatura, tiempo de cocción y el tipo de azúcar reductor influyen bastante en la obtención del color dorado tostado característico en las barras de cereales, el cual resalta un producto muy atractivo para el consumidor (**Badui Dergal, 2006; Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014**).

En cuanto al análisis de varianza mostró que existe diferencia significativa entre el Factor A: Tratamientos y el Factor B: Catadores como se evidencia en la Tabla 20. Además, en las pruebas de múltiples rangos – Tukey (Ver Tabla 21), si existe una desigualdad entre las medias de los 6 tratamientos, siendo el Tratamiento 4 el mejor ya que cumple con los requerimientos de la barra de cereal, indicando que el de producto presenta un color

similar entre “dorado y oscuro”, por lo que cumple con el rango de color establecido para el catador siendo un color dorado atractivo.

Gráfico 5. Aceptación del Color para las barras energéticas



Tratamiento 1 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 2 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 3 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela); Tratamiento 4 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 5 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 6 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela).

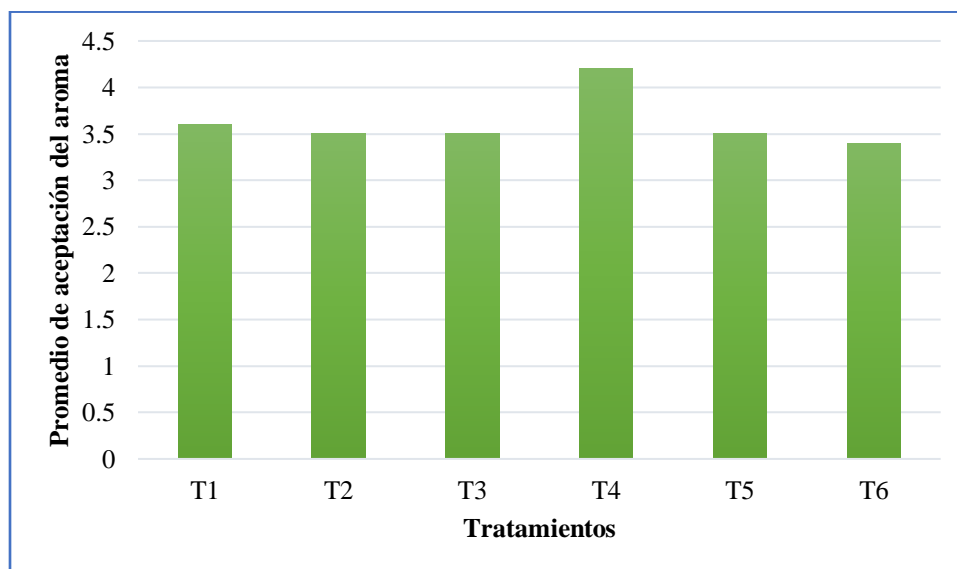
3.1.3.3. Aroma

En cuanto a los resultados obtenidos y presentados en el Gráfico 6 para el atributo del aroma, el Tratamiento 4 presenta el mayor valor en aceptabilidad por los catadores y, además es el que más se ajusta a las condiciones requeridas en las barras de cereales. El ser humano a través del olfato perciben son el olor donde detectan la presencia de sustancias volátiles producidos por los alimentos y con el aroma la percepción de sustancias aromáticas del alimento después de ser colocado en la boca (UPAEP, 2014). El olor y color a tostado es la característica sensorial que se desarrolló en el proceso de horneado como resultado de la reacción entre la proteína y los azúcares, que es el pardeamiento no enzimático y la caramelización, además el método de horneado o cocción contribuye en la formación de compuestos volátiles (fenoles, ácidos carboxílicos, aldehídos y tioles) (Astiasaran & Martínez, 2003; Badui Dergal, 2006).

En el análisis de varianza (Tabla 22), se observa que en el Factor A: Tratamientos no existe diferencia significativa, debido a que el valor de ($P > 0,05$), pero si existe diferencia significativa para el Factor B: Catadores. Además, en las pruebas de múltiples rangos –

Tukey (Ver Tabla 23), se observa una desigualdad entre las medias de los tratamientos, pero el mejor es el Tratamiento 4, debido a que se ajusta a las condiciones requeridas por el catador y que cumple con los parámetros de una barra de cereal.

Gráfico 6. Aceptación del Aroma para las barras energéticas



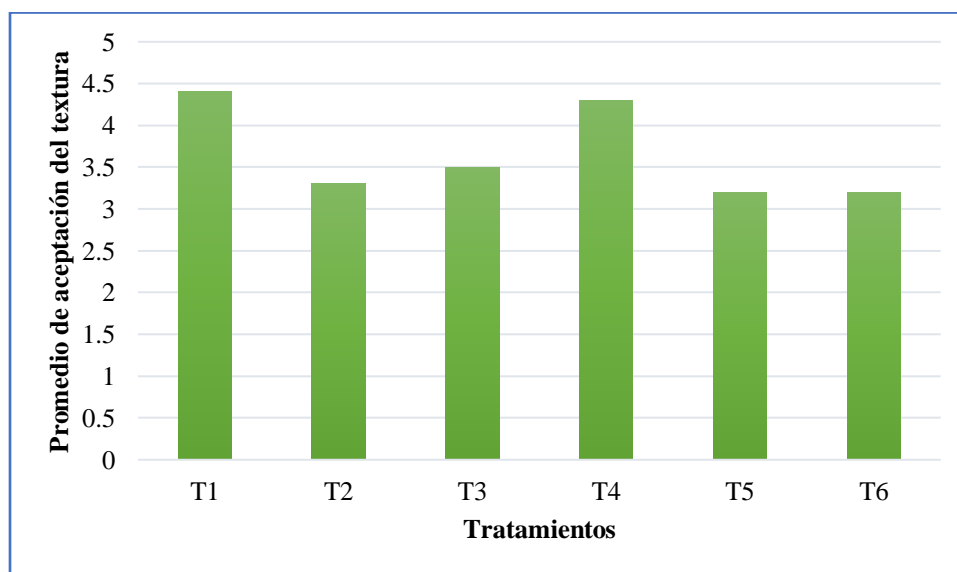
Tratamiento 1 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 2 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 3 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela); Tratamiento 4 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 5 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 6 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela).

3.1.3.4. Textura

Con respecto al atributo de la textura se puede observar en el Gráfico 7, los diferentes tratamientos, donde el mejor tratamiento es el 4 debido a que presenta un valor alto de aceptabilidad, pero el tratamiento 1, ambos tratamientos cumplen con las condiciones requeridas en las barras de cereales. La textura del alimento es el conjunto de propiedades físicas, las mismas que son percibidas por nuestros sentidos e incluyendo con sensaciones de dureza, aspereza y granulosidad (Peñañiel, 2015). Por otro, la textura al ser sometido a un procedimiento térmico ocurre la reacción química como “la Caramelización” contribuyendo a lo crocante de este producto; ya que los jueces percibieron una masticación ruidosa. Esta característica es el resultado de la reacción del almidón por efecto a altas temperaturas y tiempo de horneado (Astiasaran & Martínez, 2003). Por otra parte, la textura es el mayor atributo de calidad a más del sabor, olor, apariencia y composición nutricional en las barras de cereales (Ochoa, 2012).

En la Tabla 24, el análisis de varianza indica que existe diferencia significativa entre el Factor A: Tratamientos, pero no existe diferencia significativa para el Factor B: Catadores. Por otro, en las pruebas de múltiples rangos – Tukey (Ver Tabla 25) se denota una desigualdad entre los 6 tratamientos siendo el mejor el Tratamiento 4, debido a que cumple con los requerimientos necesarios de las barras de cereales, ya que los catadores consideran una barra de cereal como un producto con textura dura, muy compacta y ligeramente masticable.

Gráfico 7. Aceptación de la Textura para las barras energéticas



Tratamiento 1 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 2 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 3 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela); Tratamiento 4 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 5 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 6 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela).

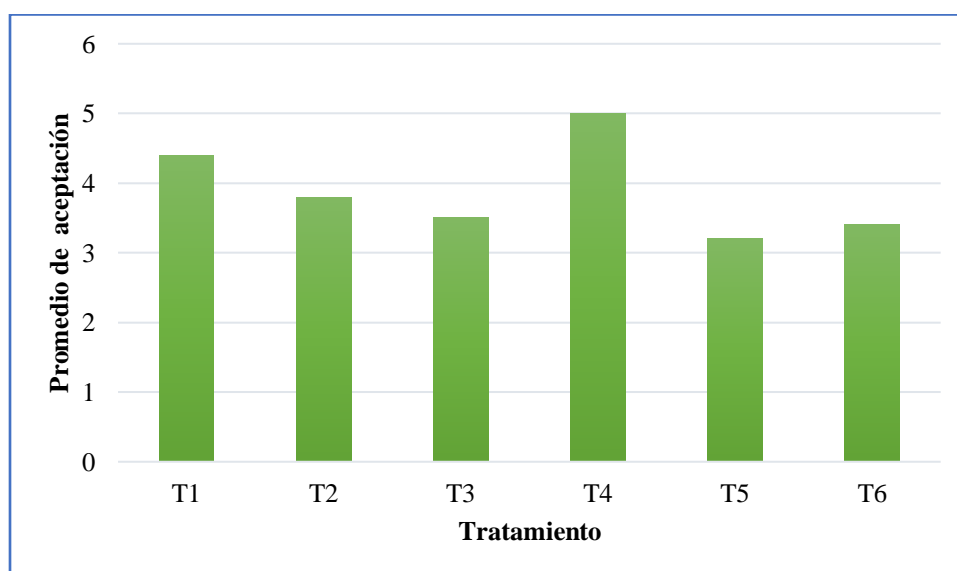
3.1.3.5. Aceptabilidad

El tratamiento 4 presenta un valor superior de aceptabilidad por los catadores a comparación con los tratamientos 1, 2, 3, 5 y 6 como se puede verificar en el Gráfico 8. Además, es el que se ajusta a las condiciones requeridas en las barras de cereales, sin embargo, es el resultado por los catadores que consideran que es un producto agradable y que cumple con todas las características sensoriales. El hombre acepta o rechaza el producto cuando el resultado de aceptar el alimento conlleva cierta interacción entre el hombre y el alimento en un momento definido y por otro, la aceptación es la mezcla de las características fisicoquímicas, nutritivas y estructurales del alimento, así como las del consumidor (características genéticas, fisiológico y psicológico), en relación con las del

entorno (hábitos familiares, religión, etc.) (Costell, 2001). De acuerdo con Peñafiel (2015) los atributos como el sabor, color, aroma y la textura, es lo que percibe el consumidor mediante los 5 sentidos, lo que hace que el resultado de la aceptabilidad sea en si la valoración final al producto indicando en la apreciación del mismo y que desea adquirir el producto con una aceptabilidad de que “me gusta mucho”.

Con respecto al análisis de varianza mostró que no existe diferencia significativa entre el Factor A: Tratamientos y el Factor B: Catadores como se evidencia en la Tabla 26, sin embargo, en las pruebas de múltiples rangos – Tukey (Ver Tabla 27) se observa que todos los 6 tratamientos son similares y que cumplen con parámetros establecidos para barras de cereales y también con lo sugerido por los catadores.

Gráfico 8. Aceptación de la Aceptabilidad para las barras energéticas



Tratamiento 1 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 2 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 3 (mezcla del 10% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela); Tratamiento 4 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panela); Tratamiento 5 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 20% de miel de panela); Tratamiento 6 (mezcla del 20% de *D. empetrifolium* y 25% de miel de panela).

3.1.4. Análisis Bromatológico

El análisis bromatológico o proximal permite garantizar un control de calidad de las barras de cereales, además, a saber la estabilidad del producto y el tiempo de vida útil. Por tal motivo, el análisis bromatológico se realizó a la barra de cereal del Tratamiento 4 (Ver Tabla 16), la misma que fue elaborada con el 20% de fruta deshidratada de *D.*

empetrifolium y 15% de miel de panela, optado como el mejor tratamiento acorde a la evaluación sensorial con ayuda de los catadores.

El contenido de humedad en la barra de cereal fue de 8,25% valor que por diferencia es mayor a 7,65% reportado por **Arias (2019)** en la evaluación de “Niveles de miel de abeja en la elaboración de barras energéticas con polen”. Mientras que **Olivera et al (2012)**, reportaron valores entre 6,3% a 18,5% de humedad en “Barra de cereal nutritiva y efecto del procesado en la calidad proteica”; y en la investigación por **Fernández Solís & Fariño Rosero (2011)** de “Barras alimenticias ricas en macronutrientes” obtuvieron el 10,44% de humedad siendo valor alto para el experimental. Por otro lado, el resultado obtenido se encuentra dentro del rango establecido según la normativa **NTE INEN 2595 (2011)**, donde establece que el porcentaje máximo de humedad no debe ser mayor al 10%, para la mejor conservación de las barras de cereal.

El porcentaje de cenizas determinado fue 2,10% mientras que **Maia et al (2021)** obtuvieron de 1,68% a 1,75% de cenizas en la “evaluación de la calidad nutricional de barras de cereales elaboradas con harinas de leguminosas”. Este valor es menor al obtenido en lo experimental, sin embargo, ambos resultados están dentro del rango requerido entre 1% a 9% de las barras de cereales que se comercializan en tiendas minoristas y supermercados del país. De acuerdo con **UNAN (2007)**, el contenido de minerales en el producto (calcio, sodio, fósforo, hierro) resulta favorable en los cambios funcionales, tomando en consideración que las concentraciones de estos minerales retardan los procesos de gelatinización.

De igual forma, el contenido de proteína obtenido fue de 7,73%, el cual está fuera del rango al reportado por **Marques et al (2014)** de 5,81% a 6,32% para “Barras de cereales enriquecidas con sustancias antioxidantes y rica en fibra”. Esta diferencia de proteína en las barra se debe a la cantidad y variedad de cereales y de semillas (frutos secos, frutas deshidratadas, amaranto, avena) empleadas en las diferentes tratamientos, las mismas que son fuente de proteínas interesantes y por ende la concentración de proteína va desde 6% a 12% (**Medina, 2006**). Sin embargo, ambos valores están dentro de los límites establecidos para barras de cereales.

Así mismo, el contenido de fibra dietética total presentó un valor de 11,1%, este resultado es menor al reportado por **Marques et al (2014)** quienes señalan 26,41% a 46,27% de

fibra para “Barras de cereales enriquecidas con sustancias antioxidantes y ricas en fibra, por otra parte en la investigación de **Olivera Carrión et al (2009)** quienes señalan en su barra de cereal un contenido de 3,8%. El valor experimental alto de fibra se debe a la combinación de diferentes cereales, semillas y la adición de harina de maíz, sin embargo, alimentos con alto valor de fibra son buenos para mantener la buena salud y reducir el riesgo de enfermedades como diabetes y problemas al corazón (**Márquez & Pretell, 2018**).

Respecto al contenido de grasa se observa 6,71% (Ver Tabla 16), este resultado está cerca de 8,1% de acuerdo al reportado por **Olivera Carrión et al (2009)**, en “Barras nutritivas a base de avena y otros cereales”. Según **Gaspar & Quintana (2017)** y **Medina (2006)** mencionan que las barras de cereales obtienen bajo nivel de grasa y por ende aportan con más proteína, además, va a depender de acuerdo al tipo de materia prima a utilizar y los que son enriquecidos con otros componentes para la elaboración de estas barras de cereales.

La presencia de carbohidratos en la barra de cereales fue de 64,11% (Ver Tabla 16), valor que se obtuvo por cálculo de diferencia; este resultado es superior a lo reportado por **Marques et al (2014)** quienes en sus “Barras de cereales enriquecidas con sustancias antioxidantes y ricas en fibra” reportaron 32,35% a 54,58% de carbohidratos. **Verma et al (2022)** quienes en el desarrollo de barras energéticas sin gluten obtuvieron 72,59% de carbohidratos. Estas diferencias se dan por lo que la panela posee como principal compuesto los carbohidratos en un rango de 92%, además, otros autores indican que el principal ingrediente en la elaboración de las barras es el jarabe o la miel ya sea de abeja, panela, entre otras, por lo que aportan con mucha energía (**Gürilek, 2013**).

En cuanto al aporte energético en la Tabla 16, podemos observar que la barra de cereal del tratamiento 4 aportan con 347,75 kcal debido a que poseen como principal fuente de energía los carbohidratos, por lo que cada gramo presentativo se obtiene 4 calorías, luego las proteínas (4 calorías) y las grasas (9 calorías), donde el organismo adquiere energía rápida a través de los azúcares para satisfacer las demandas energéticas requeridas por el ser humano (**Olivera Carrión et al., 2009**).

Tabla 16. Análisis Bromatológico de la barra energética (Tratamiento 4)

Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteína (%)	Fibra total (%)	Grasa (%)	Carbohidratos (%)	Energía (kcal)
8,25%	2,10%	7,73%	11,1%	6,71%	64,11%	347,75 kcal

Elaborado por: Erika Viviana Bombón A.

3.1.5. Análisis Microbiológico

Con respecto a los análisis microbiológicos, estos se realizaron en el Laboratorio de Control y Análisis de Alimentos LACONAL, los mismos que se evaluaron para verificar la calidad microbiana en la que se elaboró la barra de cereal a base de *D. empetrifolium*, En la tabla 17, se muestra los resultados del análisis microbiológico del Tratamiento 4 (20% de fruta deshidratada de *D. empetrifolium* y 15% de miel de panel), donde los parámetros analizados fueron: coliformes totales, *E. coli*, mohos y levaduras.

Respecto a los coliformes totales y *E. coli* en el producto fueron determinados mediante placas de Compact Dry a 30°C por 24 horas, donde se obtuvo un valor menor a 10 UFC/g para coliformes totales y para *E. coli*. Ambos valores indicando que no hay presencia de microorganismos en el producto (Ver Tabla 17). Al no ver crecimiento de microorganismos, es debido al buen manejo de las buenas prácticas de manufactura en el momento de la elaboración del producto y las condiciones en las que fueron sometidas los diferentes cereales durante su almacenamiento (**Borjas, 2012**). Por otra parte, estos microorganismos al ser termo sensibles se destruyen fácilmente con el calor mayor a 75°C mediante procesos de cocción, tostado y horneado del producto durante la preparación (**Morales, 2016**).

Por otra parte, los mohos y levaduras son los indicadores de calidad. En la investigación se obtuvo un valor inferior de 10 UFC/g (Ver Tabla 17), valor que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la normativa **NTE INEN 2595 (2011)**, que como máximo permitido para ser un producto de calidad debe ser hasta 10^3 . De acuerdo con **Silva Saquina (2020)** la estabilidad del producto está relacionada con la humedad, donde el crecimiento de microorganismos (mohos y levaduras), es debido a la mayor cantidad de humedad presente en el producto, a comparación de una baja humedad.

Tabla 17. Análisis Microbiológicos de la barra energética (Tratamiento 4)

Tratamiento 4	Unidades	Cantidad
Coliformes Totales	UFC/g	<10
<i>E. coli</i>	UFC/g	<10
Mohos y Levaduras	UFC/g	<10

**Los resultados expresados por LACONAL

Elaborado por: Erika Viviana Bombón A.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinó que el chirimote (*Disterigma empetrifolium* Kunth Drude), es un fruto de color blanco verdoso transparente posee importantes fuentes de macro y micro nutrientes, componentes que favorecen a la seguridad alimentaria y como alternativa para la agroindustria y por otro lado, se elaboró barras de cereales con el chirimote.
- La composición fisicoquímica del fruto *D. empetrifolium* mostró un contenido de: $87,98 \pm 0,04\%$ de humedad, $7,03 \pm 0,17\%$ de sólidos solubles, $0,85 \pm 0,003\%$ de acidez (expresado en ácido cítrico) y $3,72 \pm 0,01$ de pH, indicando que estos componentes son representativos de una fruto fresco, medio ácido, idónea para ser procesada y al vez ser de consumo diario por la persona.
- Asimismo los resultados de la composición nutricional en 100 g de fruto chirimote (b.h.) sobresalen el potasio, calcio, fósforo conteniendo 73,49 mg, 49,70 mg, 13,04 mg, respectivamente. Asimismo, vitamina C 14,17 mg, azúcares totales 3,73 mg, proteína 0,52% y fibra cruda 5,89%, los mismos que constituyen una dieta sana en el ser humano.
- Se determinó mediante análisis sensorial la aceptabilidad de los 6 tratamientos de barras de cereales, evaluando los atributos de sabor, aroma, color, textura y aceptabilidad, estableciendo que el tratamiento 4 presentó un mayor grado de aceptabilidad por los 10 catadores obteniendo un puntaje entre 4,2 a 4,7, valores que en la escala hedónica significa que “me gusta, en comparación con los demás tratamientos 1, 2, 3, 5 y 6.
- Asimismo, se determinó como el mejor el Tratamiento 4, el mismo que esta formulado por el 20% de fruta deshidratada de chirimote y 15% de miel de panela, con ayuda del ANOVA y la prueba de Tukey (múltiples rangos)”, se mostró que la mejor aceptabilidad no hay diferencia significativa, ya que, el valor de $p > 0,05$ respecto a la mejor formulación de una barra de cereal.
- Para finalizar, el Tratamiento 4 como el mejor se realizó el análisis proximal indicando valores de humedad 8,25%, ceniza 2,10%, proteína 7,73%, fibra total 11,1%, grasa 6,71%, carbohidratos 64,11% y una energía calórica de 347,75 kcal.

Por otra, los resultados del análisis microbiológico de la barra energética a base de *D. empetrifolium* (Tratamiento 4) que según la NTE INEN 2595 de granolas. Requisitos., está dentro de los límites permitidos en cuanto al recuento de mohos, levaduras, coliformes totales y *E. coli*, además, considerando que la barra de cereal es un producto de buena calidad y que aporta con la nutrición de la persona.

4.2. Recomendaciones

- En próximas investigaciones se debería iniciar con el estudio sobre la extracción y microencapsulación de antocianinas en el chirimote.
- Desarrollar otros tipos de productos innovadores que beneficien a la humanidad.
- Para elaborar las barras de cereales, se aconseja utilizar cantidades adecuadas y de buena calidad la materia prima, esto ayudara a obtener un mejor rendimiento en la barra de cereal y el aporte nutricional necesario para contribuir al organismo.
- Se recomienda utilizar maquinaria especializada y moldes desarmables para la elaboración de barras de cereales, con el fin de obtener un producto de mejor calidad y que la producción sea más eficiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, D. (2010). *Las ericáceas con frutos comestibles del altiplano cundiboyacense* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias: Carrera de Biología]. Recuperado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33645547325%7B&%7DpartnerID=40%7B&%7Dmd5=5c937a0c35f8be4ce16cb392381256da>
- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 30(2), 113–120.
- Adel, K., Mitchman, E., & Crisoto, C. (2011). *Postharvest Technology: Nueces y Frutos secos*. Recuperado de http://postharvest.ucdavis.edu/frutasymelones/Nueces_y_Frutas_Secas/
- Alimentarius, C. (2007). Cereales, legumbres, leguminosas y productos proteínicos vegetales (Primera Ed). Roma, Italia: Organización Mundial de la Salud. <https://www.fao.org/3/a1392s/a1392s.pdf>
- Alimentarius, C. (2015). Codex Stan 192, 1995. *Norme générale Codex pour les additifs alimentaires*.
- Anaya, J. D. (2017). *Cambios en el peso de grano afectados por la manipulación fuente –demanda en variedades de avena (Avena sativa L.) para valles altos*. [Tesis de grado, Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad Agropecuarias y Recursos Naturales]. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11799/71040>
- AOAC 2003.06. (2003). Crude Fat in Feeds, Cereal Grains, and Forages. *Official Method of Analysis*.
- AOAC 991.20. (1994). Nitrogen (Total) in Milk - Kjeldahl Methods. *Official Method of Analysis*.
- AOAC 999.10. (2005). Lead, Cadmium, Zinc, Copper, and Iron in Foods - Atomic Absorption Spectrophotometry after Microwave Digestion. *Official Method of Analysis*.
- Arevalos, S. (2017). *Agua en los Alimentos* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Industrias Alimentarias]. Recuperado de http://www.qo.fcen.uba.ar/quimor/wp-content/uploads/12-8_EL_AGUA_EN_LOS

ALIMENTOS.pdf

- Arias, D. B. (2019). Niveles de miel de abeja en la elaboración de barras energéticas Ccon polen, como alimento funcional. *Journal of Tropical Ecology*, 17–18. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3810/1/T-UTEQ-0069.pdf>
- Astiasaran, I., & Martinez, J. (2003). *Alimentos Composición y Propiedades* (Segunda ed). Editorial McGraw-Hill - Interamericana de España S.A.,.
- Ficha Técnica de Hojuela de Avena. (2011). Grano Entero. *Austral Granos S.A.* Recuperado de [https://www.australgranos.cl/archivos/FICHA_04_HOJUELA_DE_AVENA_GRA NO_ENTERO.pdf](https://www.australgranos.cl/archivos/FICHA_04_HOJUELA_DE_AVENA_GRA_NO_ENTERO.pdf)
- Azeez, M., Adubi, A., Nazareno, M., & Viturro, C. (2018). Landraces and Crop Genetic Improvement. In. I. Oscar Grillo (Series Ed.). In *Rediscovery of Landraces as a Resource for the Future*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.75944>
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de alimentos* (Tercera Ed). México, Pearson Education.
- Badui, S. (2013). *Química de los alimentos* (Quinta Ed). México, Pearson Education.
- Bautista, M., & Pico, L. (2009). *Determinar la factibilidad de producir y comercializar una bebida de amaranto con sabor a chocolate en Bucaramanga y su área metropolitana* [Tesis de grado, Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad De Administración y Ciencias Básicas]. Recuperado de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/576/digital_18049.pdf?sequence=1
- Beltramino, N., Di Lillo, G., Pincioli, M., Hasperue, J., & Rodríguez, M. (2019). Caracterización en contenido de fenoles y azúcares totales en distintas variedades de arándanos cultivados en la Plata. *Revista III Jornadas de Jóvenes Investigadores Del CICaV - La Plata*, 6(2), 44.
- Borjas, G. (2012). *Desarrollo de una barra de cereal con miel y polen destinada para el mercado infantil* [Tesis de Pregrado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Facultad de Agroindustria Alimentaria]. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f1f5eb2d-1883-400b-9a92-8f58fe1ec872/content>

- Cajamarca, H. M. (2017). *Elaboración de una bebida fermentada baja en calorías a partir del suero dulce obtenido como subproducto en la elaboración de queso fresco con Bifidum Bacterium saborizada con durazno* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas]. Recuperado de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26410/1/Trabajo de Titulación.pdf>
- Campaña, J. C. (2020). *Caracterización fisicoquímica de un suelo agrícola del cantón Quero, influenciado por las cenizas volcánicas del volcán Tungurahua*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología]. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31589/1/BQ%20236.pdf>
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez, L., & Pedreschi, R. (2018). Chapter Eight - Bioactive Potential of Andean Fruits, Seeds, and Tubers. In F. Toldrá (Ed.). *Advances in Food and Nutrition Research*, 84, 287–343. Recuperado de <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Capdevila, L., Ángela, A., García, I., Orueta, J. F., & Zilletti, B. (2006). Definición De Especie Exótica Invasora Y Criterios Para Su Identificación. In *ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS: Diagnóstico y bases para la prevención y el manejo* (Capítulo 1). Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/edit_libro_04_01_tcm30-100254.pdf
- Carvajal, G. (2012). *Evaluación de las pérdidas poscosecha tanto físicas y de calidad en el sistema de producción agrícola del cadet. Tumbaco, Pichincha* [Tesis de grado, Universidad Central Del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas]. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/966/1/T-UCE-0004-4 .pdf>
- Casaubon-garcín, P., Lamshing-salinas, P., Isoard-acosta, F., Lemen-meyer, S. C., Delgado-franco, D., & Pérez-lizaur, A. B. (2018). pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con refl ujo gastroesofágico? *Revista Mexicana de Pediatría*, 85(3), 89–94. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2018/sp183c.pdf>
- Caspersen, S., Svensson, B., Hakansson, T., Winter, C., Khaill, S., & Asp, H. (2016). Blueberry-Soil interactions from an organic perspective. *Scientia Horticulturae*,

- 208, 78–91. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.04.002%0D>
- Castro, K. (2011). *Tecnología de Alimentos* (1ra. Ed). Ediciones de la U.
- Cervera, P. (1988). *Alimentación y dietoterapia* (Primera). Elmasa Interamericana.
- CHEMISTS, A. A. O. C. (2001). *The definition of dietary fiber* (M. AACC (ed.)).
- Chow, N. M. (2019). El amaranto : un aliado clave para la seguridad alimentaria de la población nicaraguense. *Researchgate*, 1(1). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/332233676_el_amaranto_un_aliado_clave_para_la_seguridad_alimentaria_de_la_poblacion_nicaraguense?enrichid=rgreq-41c6f5c299a8c130c8a37c3f102a1a2f-xxx&enrichsource=y292zxjywdlozmzmjizmy3njtbuzo3ndq0mzkwmtqyndayntza
- CODEX STAN. (1995). *NORMA GENERAL DEL CODEX PARA LOS CONTAMINANTES Y LAS TOXINAS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y PIENSOS*. Recuperado de https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/livestockgov/documents/CXS_193s.pdf
- Cohen, S., Itkin, M., Yeselson, Y., Tzuri, G., Portnoy, V., Harel-Baja, R., Lev, S., Saâ Ar, U., Davidovitz-Rikanati, R., Baranes, N., Bar, E., Wolf, D., Petreikov, M., Shen, S., Ben-Dor, S., Rogachev, I., Aharoni, A., Ast, T., Schuldiner, M., ... Schaffer, A. A. (2014). The PH gene determines fruit acidity and contributes to the evolution of sweet melons. *Nature Communications*, 5(May), 1–9. Recuperado de <https://doi.org/10.1038/ncomms5026>
- Corzo Barragan, D., & Torres Cárcamo, M. (2011). Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las áreas rurales del Distrito Capital. *Subdirección Científica. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá DC*.
- Costell, E. (2001). La aceptabilidad de los alimentos: Nutrición y placer. *Arbor CLXVIII*, 168(661), 65–85. Recuperado de <https://doi.org/10.3989/arbor.2001.i661.823>
- Cuellar, N. (2008). *Ciencia, Tecnología e Industria de Alimento* (1ª ed). Latino.
- Cuichán, C. (2013). *Elaboración de néctar de uvilla (Physalis peruviana l.) con adición de L-Carnitina y análisis de su estabilidad como producto comercial* [Tesis de Pregrado, Universidad Central Del Ecuador. Facultad de Ciencias Químicas].

Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2137/1/T-UCE-0008-12.pdf>

Cutti, Y. (2019). “Evaluación del contenido de antocianina y sus características físicoquímicas de la pulpa concentrada de arándano silvestre” [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional De Huancavelica. Facultad de Ciencias Agrarias]. Recuperado de https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2875/TESIS-2019-ING.AGROINDUSTRIAL-CUTTI_TAIPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Dávila, D. (2001). Reseña de “Las Ericáceas en la web: Neotropical Blueberries; The Plant Family Ericaceae.” *Biota Colombiana*, 2(3), 291–293. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49120307>

De la Torre, L., Navarrete, P., Muriel, M., & Balslev, H. (2008). Resultados. En L. De la Torre, H. Navarrete, P. Muriel, M. Macía, & H. Balslev (Eds.), *Enciclopedia del Ecuador*. (pp. 8-12). Quito y Aarhus: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Bilógicas de Aarhus (Aarhus).

De Michelis, A., & Ohaco, E. (2012). *Deshidratacion y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala* (INTA). Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_cartilla_secado.pdf

Díaz, L. C. (2018). Guías de plantas alto pita. *FONAG*. REcuperado de <http://www.fonag.org.ec/web/imagenes/paginas/fondoeditorial/27.pdf>

Durán Agüero, S., Reyes García, S., & Gaete, M. (2013). Aporte de vitaminas y minerales por grupo de alimentos en estudiantes universitarios chilenos. *Nutricion Hospitalaria*, 28(3), 830–838. Recuperado de <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.3.6397>

Escudero, E., & González, P. (2006). La fibra dietética. *Nutr. Hosp*, 21(2), 61–72. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/s1516-93322005000400015>

Esparza, M., Garcia, H., & Jesus, G. (1990). De la humedad de equilibrio en panela. *Agronomia Colombiana*, 7, 70–75. Recuperado de [https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/download/21010/21948/71155#:~:text=El Contenido de Humedad de Equilibrio \(CHE\) es el](https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/download/21010/21948/71155#:~:text=El Contenido de Humedad de Equilibrio (CHE) es el)

contenido, temperatura y humedad del aire.

- Fernández-Fernández, D., Freire M., E., Peñafiel C., M., Romero, G., Tello, F., & Toapanta, E. (2015). Catálogo de especímenes tipo del Herbario Nacional del Ecuador (QCNE), Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. *ACI Avances En Ciencias e Ingenierías*, 7(1), B39–B87. Recuperado de <https://doi.org/10.18272/aci.v7i1.227>
- Fernández, S. (2022). *¿Son de verdad saludables las frutas deshidratadas?* Alimento. Recuperado de https://www.alimento.elconfidencial.com/nutricion/2022-01-25/son-saludables-frutas-deshidratadas_2131399/
- Fernández Solís, T. N., & Fariño Rosero, M. V. (2011). *Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil. Facultad Ingeniería Química]. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2062/1/1063.pdf>
- Ferrer, M. (2017). *Confusión sobre las barras energéticas*. El Target. Recuperado de <http://eltarget.com/>
- Ferrer, Y. (2020). *Efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible a base de almidón de cidrayota (Sechium edule) de la variedad virens levis en la calidad y vida útil de la fresa (Fragaria ananassa)* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología]. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31413/1/AL751.pdf>
- Fiallos, M. (2017). *Cuantificación de metales pesados y calidad microbiológica de frutas y vegetales que se expenden en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato - Ecuador* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología]. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25296/1/BQ111.pdf>
- García, L. (2017). La mantequilla de maní. *Heladería Panadería Latinoamericana N° 218*, 46–48. Recuperado de <http://www.publitec.com.ar/contenido/objetos/Lamantequillademan.pdf>
- García, O., Infante, R., & Rivera, C. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria. *An Venez Nutr*, 21(1), 25–30. Recuperado de

- http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522008000100005
- Garrido, V. (2014). Arándano rojo I (*Vaccinium macrocarpon* Ait.). *Reduca (Biología). Serie Botánica*, 7(2), 100–112. Recuperado de <http://eol.org>.
- Gaspar, P., & Quintana, A. (2017). *Elaboración de barra energética funcional con harina desengrasada de sacha inchi (Plukenetia vollubilis) y jarabe de yacón (Smallanthus sonchifolius)* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion. Facultad de Ciencias Agropecuarias]. Recuperado de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1013>
- Girona, J. (2006). Frutos secos. *Badali*, 27(January 2006), 1–8. Recuperado de http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_DYC/DYC_2000_50_71_72.pdf <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-frutos-secos-analisis-sus-beneficios-13120524>
- González-Cortés, N., Silos-Espino, H., Carlos Estrada Cabral, J., Archivaldo Chávez-Muñoz, J., & Tejero Jiménez, L. (2016). Characteristics and properties of maize (*Zea mays* L.) grown in native Aguascalientes, Mexico. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 7(3), 669–680. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263145554016.pdf>
- Guacho, E. (2014). “*Caracterización agro-morfológica del maíz (zea mays l.) de la localidad san José de Chazo.*” [Tesis de Pregrado, Ecualea Superior Politécnica De Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronomía]. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3455/1/13T0793.pdf>
- Gürbilek, N. (2013). Valro Nutricional De Panela. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Gutiérrez, E. L., Medina, G. B., Roman, M. O., Flórez, O., & Martínez, O. L. (2002). Obtención y cualificación de fibra dietaria a partir de residuos de algunas frutas comunes en Colombia. *Vitae, Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*, 9(1), 5–14. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169818118001.pdf>
- Harris, G., & Marshall, M. (2017). Ash Analysis. En S. Nielsen (Ed.). In *Food Analysis* (Fifth Edit). Springer. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5>
- Hurtado, M., Sánchez, M., & Torija, M. (2008). *Frutas y Verduras Fuentes de salud*

- (Nueva Impr). Universidad Complutense de Madrid.
- ICONTEC. (2009). NTC 1311. Productos Agrícolas. Panela. *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1311 2009-08-19*. Recuperado de <https://pdfslide.net/documents/ntc-1311-panela.html>
- Janick, P. (2008). *The encyclopedia of fruits & nuts* (Primera Ed). CAB international. Londres.
- Jiménez-Bonilla, V., & Abdelnour-Esquivel, A. (2012). Identificación y valor nutricional de algunos materiales nativos de arándano (*Vaccinium spp*). *Revista Tecnología En Marcha*, 26(2), 3–8. Recuperado de <https://doi.org/10.18845/tm.v26i2.1398>
- Jiménez, E. (2017). “*Caracterización morfológica, física y fenológica de cuatro variedades de amaranto (amaranthus sp.) para las condiciones meteorológicas del cantón cevallos*” [Tesis de Pregrado, Universidad técnica de ambato. Facultad De Ciencias Agropecuarias]. Recuperado de [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25899/1/Tesis-162 Ingeniería Agronómica -CD 490.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25899/1/Tesis-162%20Ingeniería%20Agronómica-CD%20490.pdf)
- Jivaja, D. (2016). “*Análisis etnobotánico de las principales plantas usadas en la alimentación de los habitantes del cantón sigchos, 2015.*” [Tesis de grado, Universidas Católica del Ecuador. Facultad de Enfermería: Carrera de Nutrición Humana]. Recuperado de [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10948/DISERTACIÓN DEBIE JIVAJA.pdf?sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10948/DISERTACIÓN%20DEBIE%20JIVAJA.pdf?sequence=1)
- Lagos-Burbano, T. C., Ordóñez-Jurado, H., Criollo-Escobar, H., Burbano, S., & Martínez, Y. (2011). Descripción de frutales nativos de la familia Ericaceae en el altiplano de Pasto, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 4(1), 9–18. Recuperado de <https://doi.org/10.17584/rcch.2010v4i1.1221>
- Lascano, A. (2013). Aprovechamiento de los Residuos Industriales de Uvilla (*Physalis peruviana*) para la Elaboración de Barras Energéticas en la Asociación Artesanal Tierra Productiva. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos]. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8586/1/MSc.28.pdf>
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., & Ulloa, C. (1991). Libro rojo de

- las plantas endémicas del Ecuador. In *Review of Palaeobotany and Palynology* (2^a, Vol. 69, Issues 1–3). Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica de Ecuador. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0034-6667\(91\)90066-C](https://doi.org/10.1016/0034-6667(91)90066-C)
- Luna, P. (2021). “*Barras energéticas a base de cereales*” [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias]. Recuperado de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/15527/1/27T00480.pdf>
- Luteyn, J. (1985). Clave para los géneros de Ericáceas en el Ecuador. *Publ. Mu. Ecuat. Ci. Nat*, 4, 5–8.
- Luteyn, J. (2021). The Plant Family Ericaceae (“blueberries”) in Ecuador : Ecology , Diversity , Economic Importance , and Conservation. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas*, 42(2), 79–98. Recuperado de <https://doi.org/10.26807/remcb.v42i2.911>
- Madueño, F. (2017). *Determinación de metales pesados (plomo y cadmio) en lechuga (Lactuca sativa) en mercados del Cono Norte , Centro y Cono Sur de Lima Metropolitana* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica]. Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/7349/Madueño_vf.pdf?sequence=3
- Maia, L. C., Nano, R. M. W., Santos, W. P. C. dos, de Oliveira, F. S., Barros, C. O., & de Souza Miranda, K. E. (2021). Evaluation of the nutritional quality of cereal bars made with pulse flours using desirability functions. *Food Science and Technology International*, 27(8), 1–10. <https://doi.org/10.1177/1082013220983080>
- Marques, T. R., Corrêa, A. D., de Carvalho Alves, A. P., Simão, A. A., Marques, A. C. M., & de Oliveira Ramos, V. (2014). Cereal bars enriched with antioxidant substances and rich in fiber, prepared with flours of acerola residues. *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1585-2>
- Márquez, L., & Pretell, C. (2018). Evaluación de características de calidad en barras de cereales con alto contenido de fibra y proteína. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2), 1–25. Recuperado de

<http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v16n2.101>

Márquez, M. B. (2014). *Cenizas y grasas* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad De Ingeniería De Procesos]. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4188/IAmasibm024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57–66. Recuperado de <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>

Matute, L., & Tirado, B. (2013). *Análisis bromatológico de Vasconcellea pulchra V.M. Badillo y Vasconcellea x heibornii V.M.. Badillo procedentes de la provincia Bolívar, Ecuador* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Facultad de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales]. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Medina, M. (2006). *Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (Phaseolus vulgaris)* [Tesis de grado, Universidad de Honduras. Facultad de Ingeniería Agroindustrial]. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/741/1/AGI-2006-T024.pdf>

Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución número CC4506. (2013). *Niveles máximos de contaminantes en los alimentos destinados al consumo humano.*

MOBOT. (2022). *Disterigma empetrifolium (Kunth) Drude; Ericaceae.* MOBOT. Recuperado de [http://www.mobot.org/mobot/ParamoCajas/results.aspx?taxname=Disterigma empetrifolium](http://www.mobot.org/mobot/ParamoCajas/results.aspx?taxname=Disterigma+empetrifolium)

Montenegro, H. (2012). El Amaranto: prodigioso alimento para la longevidad y la vida. *Tendencias Gastronomicas*, 17.

Montero, A. (2018). *Compuestos Funcionales Y Aprovechamiento Agroindustrial De Frutas Nativas Amazónicas* [Tesis de grado, Benemérita Universidad Autónoma De Puebla. Facultad De Ciencias Químicas]. Recuperado de <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/7755/492718T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Morales, A. del C. (2016). *Estudio de la adición de harina de chontaduro en barras de cereales* [Tesis de Pregrado, Universidad tecnológica equinoccial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería de Industrias]. Recuperado de http://192.188.51.77/bitstream/123456789/14329/1/65580_1.pdf
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., & Cuadrado, C. (2013). *Tablas de Composición de Alimentos. Guía de prácticas* (Pirámide). Recuperado de https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-1-tablas_de_composicion_de_alimentos.pdf
- Neill, D. A. (2014). ¿Cuántas especies nativas de plantas vasculares hay en Ecuador? *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 5(2), 40–51.
- NMX-F-066-S-. (1978). NMX-F-066-S-1978 Determinación De Cenizas En Alimentos. *Colpos.Mx*, 3–6. Recuperado de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-038-2002.PDF>
- NTE INEN 1 235. (1987). Granos Y Cereales. Determinación Del Contenido De Humedad. *Instituto Ecuatoriano De Normalización*, 1–7. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1235.pdf>
- NTE INEN 1 334-2. (2011). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado Nutricional. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 22. Recuperado de <http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/1334-1-4.pdf>
- NTE INEN 2595. (2011). Granolas Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 003, 8. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2595.pdf>
- NTE INEN 380. (1985). Conservass Vegetales. Determinación De Sólidos Solubles. Metodo Refractometrico. *Instituto Ecuatoriano De Normalización*, 1–9. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/380.pdf>
- NTE INEN 389. (1985). Conservas vegetales. Determinación de ion hidrogeno (pH). *Instituto Ecuatoriano De Normalización*, 1–5. Recuperado de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/389.pdf>
- NTE INEN 520. (1981). Harinas de Origen Vegetal. Determinación de la Ceniza. In *Instituto Ecuatoriano De Normalización*. Recuperado de

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/520.pdf>

NTE INEN 522. (1980a). Harina de origen vegetal. Determinación de la fibra cruda. *Official Method of Analysis*.

Obregón-La Rosa, A. J., Augusto-Peñañiel, C. C., Contreras-López, E., Arias-Arroyo, G. C., & Bracamonte-Romero, M. (2021). Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 23(1), 17–25. Recuperado de <https://doi.org/10.18271/ria.2021.202>

Ochoa, C. (2012). Formulación, Elaboración y Control de Calidad de Barras Energéticas a Base de Miel y Avena para la Empresa APICARE (tesis de bioquímico farmacéutico) [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias]. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2577>

Olivera Carrión, M., Giacomino, S. ., Pellegrino, N., & Sambucetti, M. (2009). Composición y perfil nutricional de barras de cereales comerciales. *Actualización En Nutrición*, 10(4), 275–284.

Olivera, M., Ferreyra, V., Giacomino, S., Curia, A., Pellegrino, N., Fournier, M., & Apro, N. (2012). Development of nutritive cereal bars and effect of processing on the protein quality. *Revista Chil Nutr*, 39(12). Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v39n3/art03.pdf>

Ortega Ibarra, E., Hernández Ramírez, G., & Ortega Ibarra, I. H. (2021). Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 7(14), 24–28. Recuperado de <https://doi.org/10.29057/icap.v7i14.7232>

Ortiz, J. (2016). *Análisis proximal y caracterización nutricional de productos de la línea “QATU” del Restaurant Gustu* [Universidad Mayor de San Andrés]. Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18159/M-293.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peñañiel, J. (2015). “Efecto de la utilización de emulsificantes (estearil lactilato de sodio, monoglicérido destilado al 90%) en la textura de barras energéticas de amaranto (*amaranthus caudatus*) reventado variedad *iniap-alegría*” [Tesis de

- Pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos]. Recuperado de http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6571/1/AL_527.pdf
- Pinedo, S. (2018). *Caracterización fisicoquímica y organoléptica de variedades comerciales de arándanos y otras especies del género Vaccinium* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias]. Recuperado de [http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1424/Sandra Karina Pinedo Montoya.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1424/Sandra_Karina_Pinedo_Montoya.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Prosky, L., Georg Asp, N., Furda, I., W Devries, J., Schweizer, T., & Harland, B. F. (1984). Determination of Total Dietary fiber in Foods, Food Products and Diets: Interlaboratory study. *Journal of AOAC International*, 67(6), 1440–1444. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/jaoac/78.6.1440>
- Pujol, L. (2020). *Miel de panela: Miel de caña o piloncillo*. Recuperado de <https://www.laylita.com/recetas/miel-de-panela/>
- Quezada, W. (2007). *Determinación de parámetros óptimos para la producción y aromatización de miel hidrolizada, panela soluble y azúcar* (Vol. 1, Issue 1) [Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/935/1/Miel, panela azúcar.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/935/1/Miel,_panela_azúcar.pdf)
- Quintero, M. E. P., & Jiménez, I. D. A. (2010). Flores y frutos de especies Ornitófilas y Ornitócoras de los estratos bajos del Parque. In *Parada de Alarcón*. Recuperado de <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/4375/1/3559.pdf>
- Ramírez, L., Acosta, S., & Pérez, M. (2015). Análisis proximales y estudio de mercado de las morelianas de avena , alimento funcional de A . Sativa , aplicado en Valle de Santiago, Guanajuato. *Revista de Desarrollo Económico*, 2(2), 177–182. Recuperado de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/250/FIA-170.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos Díaz, M. (2011). *Elaboración de una barra energética con aporte proteico de quinua (chenopodiumquinoa) y amaranto (amaranthusspp), para un grupo de deportistas de aventura de la ciudad de Riobamba* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional De Chimborazo. Facultad de Ingeniería]. Recuperado de

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/383/1/UNACH-EC-IAGRO-2011-0004.pdf>

Ramos, F. (2013). Maíz, trigo y arroz. Los cereales que alimentan al mundo. In *Universidad Autónoma de Nueva León*. Recuperado de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/250128>

Reinoso, K. (2015). *Consumo de alimentos autóctonos en el centro de educación básica "rosario gonzález de murillo" en adolescentes de séptimo y décimo año de educación básica durante el primer quimestre escolar en el período septiembre del 2014 a enero del 2015*. Recuperado de [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10500/Disertacion de Consumo de Alimentos autoctonos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10500/Disertacion%20de%20Consumo%20de%20Alimentos%20autoctonos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rengifo-ruiz, O., Pantoja-díaz, J. D., & Samboni-porras, S. (2021). Crema de maní : elaboración y características nutricionales. *Grupo GIPAB. La Alimentación Latinoamericana* N° 355. Recuperado de [355858720_Crema_de_mani_elaboracion_y_caracteristicas_nutricionales](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10500/Disertacion%20de%20Consumo%20de%20Alimentos%20autoctonos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rios, C. (2014). *Estudio de factibilidad económica para el procesamiento, comercialización de snacks de frutas deshidratadas en el cantón machala*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica De Machala. Facultad de Ciencias Agropecuarias]. Recuperado de http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1041/7/CD308_TESIS.pdf

Romoleroux, K., Cárate, D., Erler, R., & Navarrete, H. (2019). *Disterigma empetrifolium* En: *Plantas vasculares de los bosques de Polylepis en los páramos de Oyacachi*. Version 2019.0. PUCE. Recuperado de [https://bioweb.bio/floraweb/polylepis/FichaEspecie/Disterigma empetrifolium](https://bioweb.bio/floraweb/polylepis/FichaEspecie/Disterigma%20empetrifolium)

Ropero, A. B. (2014). *Minerales*. Recuperado de <http://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/minerales.pdf>

Ropero, A. B. (2016). Frutos secos: Aliados para tus comidas. *Badali*, 7, 114. Recuperado de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/fichaspdf/Ficha_54_Frutos_Secos.pdf

Ruiz Ortega, H. (2011). Desarrollo de un vino de mortiño (Arándanos) en la Corporación

- Gruppo Salinas de Ecuador [Tesis de Pregrado, Universidad Pública de Navarra. Facultad de Ingenieros Agronomos]. Recuperado de <http://academica-e.unavarra.es/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=AyDvLIVzgjURwro9x4B4wa2Ia3cXtxl-Yf5dOU6KfRY>,
- Sanchez, M. (2016). Los minerales. In *CELE, UNAM* (Issue 12). Recuperado de http://www.uacj.mx/ICB/UEB/Documents/Hojas_tecnicas/Minerales.pdf
- Sánchez Ortega, I., & Pérez-Urria Carril, E. (2014). Maíz I (*Zea mays*). *REDUCA Biología*, 7(2), 151–171.
- Santamaría, C., Fernanda, M., Yugsi, E., & Huachi, L. (2012). Estudio etnobotánico del mortiño (*vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja. Revista De Ciencias de La Vida*, 16(2), 5–13. Recuperado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33645547325%7B&%7DpartnerID=40%7B&%7Dmd5=5c937a0c35f8be4ce16cb392381256da>
- Sarmiento, J. (2015). “Valoración nutricional de la harina de tamo de maíz de la zona de tambillo y su respuesta en el crecimiento y engorde de conejos”. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering ASCE*, 120(11), 259.
- Silva, C. (2007). *Caracterización fisicoquímica amaranto (Amaranthus hypochondriacus) cultivado en San Luis Potosí* [Instituto Potosino De Investigación Científica y Tecnológico, A.C.]. Recuperado de <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/767/3/TDIPICYTS5C32007.pdf>
- Silva Saquina, V. P. (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* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología]. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31412/1/AL750.pdf>
- Solís, A. (2003). *Elaboracion de mantequilla de mani (arachis hypogaea) variedad*

- virginia con adición parcial de manteca de palma* [Tesis de Pregrado, Universidad nacional agraria de la selva- Perú. Facultad de Industrias Alimentarias]. Recuperado de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/250/FIA-170.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Surco-laos, F., Torres, Y., Valle, M., & Panay, J. (2017). Lyophilization effects on chemical composition and antioxidant capacity in pulp of four varieties *Mangifera indica*. *Soc Quím Perú.*, 83(4), 412–419.
- Suzanne Nielsen, S. (2003). *Analisis de los alimentos: manual de laboratorio* (3a ed.). Acribia.
- Telenchana, C. (2017). Caracterización físico-química y sensorial de láminas de fruta complementadas con polen. In *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ffbe6bcd-179e-4f72-a144-e0de81c5851b/content>
- Tello, S. (2003). *Evaluación de variedades de amaranto amaranthus sp. para la producción de grano y forraje, en el municipio de chiantla, huehuetenango* [Tesis de grado, Universidad De San Carlos De Guatemala. Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia]. Recuperado de [http://www.repositorio.usac.edu.gt/7466/1/Tesis Lic Zoot Sergio Estuardo Tello Galicia.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/7466/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Sergio%20Estuardo%20Tello%20Galicia.pdf)
- Troxler, S. (2014). ¿Tenemos suficientes minerales y micro-minerales en nuestra dieta? *Revista Food and Drug Protection Division*, 1–5. Recuperado de <https://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/Minerales.pdf>
- Trujillo, C. A. (2011). *Determinación de la fracción indigerible y fibra dietética en frutas y verduras de mayor consumo en México* [Tesis de Pregrado, Instituto Politécnico Nacional. Centro de Desarrollo de Productos bióticos]. Recuperado de [https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13340/Tesis 2011 Cesar Arnulfo Trujillo Hernández.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13340/Tesis%202011%20Cesar%20Arnulfo%20Trujillo%20Hernández.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Turner, R. E., & Dahl, W. J. (2019). Datos sobre la niacina. *National Institutes of Health*, 2. Recuperado de <https://doi.org/10.32473/edis-fy1340-2012>
- UNAN. (2007). *Fundamentos Y tecnicas de análisis de alimentos*. México: s.n

- UPAEP. (2014). Gastronomía: Análisis sensorial. In *Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla*. Recuperado de https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf
- Valencia, R., Pitman, N., León, S., & Jorgensen, P. (2000). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000* (P. U. C. del Ecuador (ed.)). Publicaciones del Herbario QCA.
- Van den Eynden, V., & Cueva, E. (2008). las plantas en la alimentación. In *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador* (Quito & Un, pp. 62–66). Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Vera, G. (2016). *La avena y sus importantes beneficios para la salud*. Cocina y Vino. Recuperado de <https://www.cocinayvino.com/vida-saludable/alimentacion-salud/la-avena-y-sus-beneficios-para-la-salud/>
- Verma, A., Singh, D., & Mitra, A. (2022). Development of gluten free energy bar and its proximate analysis. *The Pharma Innovation Journal*, 11(6), 569–576.
- Villarreal, V. (2011). “Evaluación nutritiva y nutracéutica de la mora de castilla (*Rubus glaucus*) deshidratada a tres potencias por el método de microondas” [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Chimboazo. Facultad de Ciencias]. In *Biomédica* (Vol. 31, Issue sup3.2). Recuperado de <https://doi.org/10.7705/biomedica.v31i0.530>
- WFO. (2021). *WFO Monographs Details - The William & Lynda Steere Herbarium: *Disterigma empetrifolium* (Kunth) Drude*. NYBG Press. Recuperado de <http://sweetgum.nybg.org/science/world-flora/monographs-details/?irn=4419>
- Zenteno Pacheco, S. (2014). Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 58–66. Recuperado de <https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/678>

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de frutos de *D. empetrifolium* (Kunth) Drude



Anexo 2. Deshidratación de los frutos de *D. empetrifolium* (Kunth) Drude



Anexo 3. Caracterización fisicoquímica y nutricional de los frutos (*D. empetrifolium*)



Figura 9. Determinación de Humedad



Figura 10. Determinación de pH



Figura 11. Determinación de °Brix

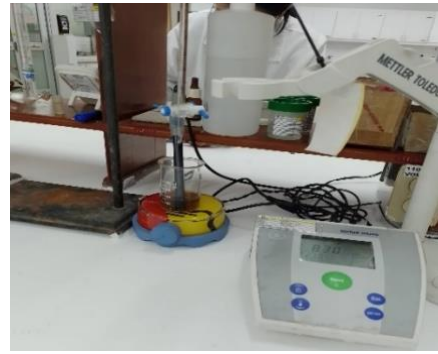


Figura 12. Determinación de acidez



Figura 13. Determinación de grasa



Figura 14. Determinación de cenizas



Figura 15. Determinación de metales pesados

Anexo 4. Proceso de elaboración de las barras de cereales

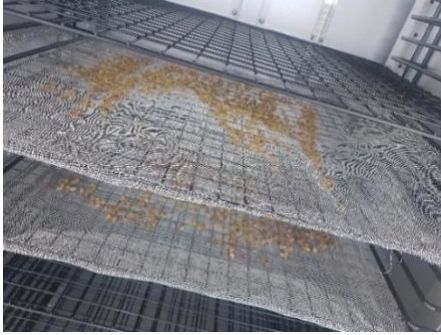


Figura 16. Deshidratación del fruto



Figura 17. Empacado del fruto



Figura 18. Materia prima



Figura 19. Pesado



Figura 20. Troceado



Figura 21. Mezclado



Figura 22. Cocción



Figura 23. Horneado de las barras



Figura 24. Enfriado de las barras



Figura 25. Pesado de la barra



Figura 26. Envasado del producto



Figura 27. Catación de los tratamientos de las barras de cereales



Anexo 5: Análisis Sensorial

Anexo 6. Hoja de Catación



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



CARRERA ALIMENTOS

BARRAS ENERGÉTICAS

Nombre:

Fecha:

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

Características	Alternativas	Muestras					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Sabor	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. No me gusta ni me gusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
Aroma	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. No me gusta ni me gusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
Color	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. No me gusta ni me gusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
Textura	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. No me gusta ni me gusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						
Aceptabilidad	1. Me disgusta mucho						
	2. Me disgusta						
	3. No me gusta ni me gusta						
	4. Me gusta						
	5. Me gusta mucho						

Tabla 18. Análisis de varianza para el Sabor – Suma de Cuadrados tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TRATAMIENTOS	24,95	5	4,99	8,46	0,0000
B: CATADORES	3,35	9	0,372222	0,63	0,7645
Residuo	26,55	45	0,59		
Total (corregido)	54,85	59			

Tabla 19. Pruebas de Múltiple Rangos para el Sabor por Tratamientos

Método: 95,0 porciento Tukey

TRATAMIENTOS	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
6	10	2,7	0,339935	X
1	10	3,3	0,339935	X
2	10	3,5	0,339935	X
5	10	3,8	0,339935	XX
3	10	4,0	0,339935	X
4	10	4,3	0,339935	X

Tabla 20. Análisis de varianza para el Color – Suma de Cuadrados tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TRATAMIENTOS	20,2	5	4,04	7,33	0,0000
B:CATADORES	11,4	9	1,26667	2,30	0,0321
Residuo	24,8	45	0,551111		
Total (corregido)	56,4	59			

Tabla 21. Pruebas de Múltiples Rangos para el Color por tratamientos

Método: 95,0 porciento Tukey

TRATAMIENTOS	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
5	10	2,9	0,234758	X
6	10	3,0	0,234758	XX
3	10	3,4	0,234758	XX
2	10	3,6	0,234758	X
1	10	4,3	0,234758	X
4	10	4,4	0,234758	X

Tabla 22. Análisis de varianza para el Aroma – Suma de Cuadrados tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TRATAMIENTOS	4,28333	5	0,856667	1,82	0,1287
B:CATADORES	12,6833	9	1,40926	2,99	0,0071
Residuo	21,2167	45	0,471481		
Total (corregido)	38,1833	59			

Tabla 23. Pruebas de Múltiples Rangos para el Aroma por Tratamientos

Método: 95,0 porciento Tukey

TRATAMIENTOS	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
6	10	3,4	0,217136	X
2	10	3,5	0,217136	X
3	10	3,5	0,217136	X
5	10	3,5	0,217136	X
1	10	3,6	0,217136	XX
4	10	4,2	0,217136	X

Tabla 24. Análisis de varianza para la Textura – Suma de Cuadrados tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón -F	Valor-P
TRATAMIENTOS	10,2833	5	2,05667	2,90	0,0235
CATADORES	8,81667	9	0,97963	1,38	0,2244
Residuo	31,8833	45	0,708519		
Total (corregido)	50,9833	59			

Tabla 25. Pruebas de Múltiples Rangos para la Textura por Tratamientos

Método: 95,0 porciento Tukey

TRATAMIENTOS	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
5	10	3,2	0,26618	X
6	10	3,2	0,26618	X
2	10	3,3	0,26618	X
1	10	3,5	0,26618	X
3	10	3,5	0,26618	X
4	10	4,4	0,26618	X

Tabla 26. Análisis de varianza para la Aceptabilidad – Suma de Cuadrados tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:TRATAMIENTOS	12,3333	5	4,6667	5,20	0,0007
B:CATADORES	5,06667	9	0,562963	1,19	0,3262
Residuo	21,3333	45	0,474074		
Total (corregido)	38,7333	59			

Tabla 27. Pruebas de Múltiples Rangos para la Aceptabilidad por Tratamientos

Método: 95,0 porciento Tukey

TRATAMIENTOS	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
3	10	3,0	0,217732	X
5	10	3,0	0,217732	X
2	10	3,3	0,217732	XX
6	10	3,3	0,217732	XX
1	10	3,7	0,217732	XX
4	10	4,3	0,217732	X

Anexo 7. Análisis Bromatológico

Ceniza



Figura 29. Calcinación de la muestra **Figura 30.** Incineración de la muestra

Humedad



Figura 31. Balanza de humedad

Materia Gasa



Figura 32. Hidrolisis ácida



Figura 33. Extracción de la grasa



Figura 34. Determinación de la fibra



Figura 35. Determinación de Proteína

Anexo 8. Análisis Microbiológico

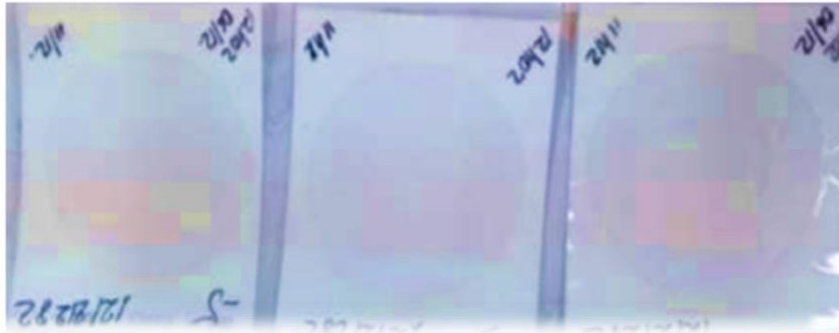


Figura 36. Cuantificación de mohos y levaduras



Figura 37. Cuantificación de coliformes totales y *E. coli*