

**Elaboración y caracterización nutricional de una barra energética a base de pulpa de
chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado**

Hugo Nelson Espinosa Burbano

Asesora

PhD. Ginna Alejandra Ordoñez Narváez

Coasesora

PhD. Magda Piedad Valdés Restrepo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Maestría en Biotecnología Alimentaria

2025

PhD. Ginna Alejandra Ordoñez Narváez

PhD. Magda Piedad Valdés Restrepo

Jurado

Jurado

Declaración de derechos de propiedad intelectual

El autor de la presente propuesta manifiesta que conoce el contenido del Acuerdo 06 de 2008, Estatuto de Propiedad Intelectual de la UNAD, Artículo 39 referente a la cesión voluntaria y libre de los derechos de propiedad intelectual de los productos generados a partir de la presente propuesta. Asimismo, conoce el contenido del Artículo 40 del mismo Acuerdo, relacionado con la autorización de uso del trabajo para fines de consulta y mención en los catálogos bibliográficos de la UNAD.

Hugo Nelson Espinosa Burbano

Dedicatoria

A mi mamá, mis hermanos, mi novia y mi bebe, por su comprensión y paciencia.

Agradecimientos

A mi mayor inspiración, DIOS que es mi Padre, Maestro, Guía y la luz de mi vida.

A mi mamá por todo su apoyo, incentivo y principalmente por la certeza de victoria en todos los momentos de mi vida.

A las doctoras Ginna Alejandra Ordoñez Narváez y Magda Piedad Valdés Restrepo, por su orientación y por todas sus ideas importantes para la realización de este trabajo, contribuyendo así a una visión más clara de los objetivos a ser alcanzados.

A los jurados evaluadores por el tiempo dedicado a la revisión del presente trabajo de grado, y por sus orientaciones y sugerencias para el mejoramiento del documento final.

A Amanda Martínez, Cristopher Delgado y a mi bebe, Andy, por todo su apoyo, amor y toda su comprensión en los momentos más difíciles de mi vida.

A Wilmer López, Cristian Mideros, Juan Carlos Jiménez, Giovanny Burbano y Mario Cabrera por su amistad incondicional y los buenos momentos compartidos con la música.

A David Arturo Perdomo, por todos sus conocimientos y aportes en el desarrollo de esta investigación.

A los docentes de la Maestría en Biotecnología Alimentaria, en especial a las profesoras PhD. María del Pilar García y PhD. Liliana Londoño.

A la Universidad Mariana por haberme facilitado la realización de mi trabajo de grado en sus laboratorios.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por aportar a mi desarrollo integral y conocimiento espiritual.

Y finalmente a todos los que colaboraron directa e indirectamente para la realización de este trabajo.

Resumen

El chontaduro (*Bactris gasipaes*) es considerado un alimento balanceado, por su alto contenido de ácidos grasos insaturados, vitaminas, minerales, antioxidantes y aminoácidos esenciales. En la presente investigación se elaboró cuatro barras energéticas a partir de pulpa de chontaduro liofilizado, evaluando las propiedades nutricionales de los macronutrientes (agua, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos), fibra alimentaria, micronutrientes (vitaminas y minerales) y energía bruta, mediante técnicas analíticas instrumentales tales como: deshidratación, calcinación, Kjeldahl, Soxhlet, cromatografía líquida (HPLC), espectrofotometría de absorción atómica (EAA) y calorímetro. En el análisis bromatológico de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro liofilizado se obtuvieron los siguientes resultados promedio: humedad (7,61 %), cenizas (1,70 %), proteínas (11,95 %), lípidos (25,49 %), carbohidratos (53,24 %), fibra alimentaria (7,16 %), vitaminas (A: 6,26 mg/100 g, B1: 0,11 mg/100 g, B2: 0,03 mg/100 g, B3: 2,50 mg/ 100 g, C: 32,33 mg/100 g y E: 23,14 mg/100 g), minerales (sodio: 15,77 mg/100 g, potasio: 285,52 mg/100 g, calcio: 44,90 mg/100 g, magnesio: 140,49 mg/100 g, manganeso: 1,14 mg/100 g, hierro: 0,95 mg/100 g y zinc: 0,73 mg/100 g) y calorías (470,41 kcal/100 g). Se encontró que al comparar las propiedades nutricionales de la barra energética de pulpa de chontaduro liofilizado con otras barras energéticas a base de cereales (maíz, quinua, avena, amaranto, arroz y soya), reportadas por la bibliografía, el contenido de proteínas (11,95 %), lípidos (25,49 %) y calorías (470,41 kcal/100 g), fue superior al de las barras energéticas de maíz (9,56 %, 3,10 % y 385 kcal), quinua (10,84 %, 6,76 % y 380 kcal) avena (11,17 %, 3,80 % y 369 kcal) y arroz (7,20 %, 10,70 % y 421 kcal), pero inferior a las barras energéticas de amaranto (15,90 %, 28,30 % y 515 kcal) y soya (13,60 %, 29,70 % y 478 kcal). En el análisis microbiológico (aerobios mesófilos, hongos y coliformes) de las cuatro

barras energéticas a base de chontaduro liofilizado, se determinó que los resultados fueron menores a 10 UFC/g en todas las pruebas, por lo tanto, este producto alimenticio cumple con la Resolución 1407 de 2022, y además se confirma que hubo buenas condiciones higiénicas y sanitarias en la fabricación del producto. En las pruebas de aceptabilidad para las cuatro barras energéticas a base de pulpa del chontaduro liofilizado realizado por 20 estudiantes panelistas de la Universidad Mariana, se determinó que la barra energética 1 obtuvo un 70 % de aceptabilidad, ya que obtuvo la calificación más alta (4,75) según la escala hedónica de cinco puntos, donde la mayoría de las características organolépticas (color, olor, sabor, dulzor y textura) estuvo entre “muy agradable” y “agradable”, por lo que se permite deducir que este producto alimenticio posiblemente puede comercializarse en el mercado nacional y podría convertirse como una alternativa y posible solución a las problemáticas alimentarias de los programas de asistencia social alimentaria en Colombia, además se demostró que las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado son un alimento funcional con un alto contenido nutricional y propiedades funcionales que traen beneficios para la salud y el bienestar del consumidor.

Palabras claves: análisis, bromatológico, nutrientes, fruto.

Abstract

Chontaduro (*Bactris gasipaes*) is considered a balanced food due to its high content of unsaturated fatty acids, vitamins, minerals, antioxidants and essential amino acids. In the present research, four energy bars were made from freeze-dried chontaduro pulp, evaluating the nutritional properties of macronutrients (water, ash, proteins, lipids and carbohydrates), crude fiber, micronutrients (vitamins and minerals) and raw energy, using instrumental analytical techniques such as: dehydration, calcination, Kjeldahl, Soxhlet, liquid chromatography (HPLC), atomic absorption spectrophotometry (AAS) and calorimeter. In the bromatological analysis of the four energy bars based on freeze-dried chontaduro pulp, the following average results were obtained: moisture (7.61%), ash (1.70%), proteins (11.95%), lipids (25.49%), carbohydrates (53.24%), crude fiber (7.16%), vitamins (A: 6.26 mg/100 g, B1: 0.11 mg/100 g, B2: 0.03 mg/100 g, B3: 2.50 mg/100 g, C: 32.33 mg/100 g and E: 23.14 mg/100 g), minerals (sodium: 15.77 mg/100 g, potassium: 285.52 mg/100 g, calcium: 44.90 mg/100 g, magnesium: 140.49 mg/100 g, manganese: 1.14 mg/100 g, iron: 0.95 mg/100 g and zinc: 0.73 mg/100 g) and calories (470.41 kcal/100 g). It was found that when comparing the nutritional properties of the freeze-dried chontaduro pulp energy bar with other cereal-based energy bars (corn, quinoa, oats, amaranth, rice and soy), reported by the literature, the protein content (11.95%), lipids (25.49%) and calories (470.41 kcal/100 g), was higher than that of the energy bars made of corn (9.56%, 3.10% and 385 kcal), quinoa (10.84%, 6.76% and 380 kcal) oats (11.17%, 3.80% and 369 kcal) and rice (7.20%, 10.70% and 421 kcal), but lower than the energy bars made of amaranth (15.90%, 28.30% and 515 kcal) and soy (13.60%, 29.70% and 478 kcal). In the microbiological analysis (mesophilic aerobes, fungi and coliforms) of the four energy bars based on freeze-dried chontaduro, it was determined that the results were less than 10 CFU/g in all tests, therefore, this

food product complies with Resolution 1407 of 2022, and it is also confirmed that there were good hygienic and sanitary conditions in the manufacture of the product. In the acceptability tests for the four energy bars based on freeze-dried chontaduro pulp carried out by 20 student panelists from the Universidad Mariana, it was determined that energy bar 1 obtained 70% acceptability, since it obtained the highest rating (4.75) according to the five-point hedonic scale, where most of the organoleptic characteristics (color, smell, flavor, sweetness and texture) were between "very pleasant" and "pleasant", which allows us to deduce that this food product can possibly be marketed in the national market and could become an alternative and possible solution to the food problems of food social assistance programs in Colombia, in addition it was shown that energy bars based on freeze-dried chontaduro (*Bactris gasipaes*) are a functional food with a high nutritional content and functional properties that bring benefits to the health and well-being of the consumer.

Keywords: analysis, bromatological, nutrients, fruit.

Contenido

Resumen.....	6
Abstract	8
Introducción	25
Planteamiento del problema.....	31
Justificación	37
Objetivos	40
Objetivo general	40
Objetivos específicos	40
Marco teórico	41
Producción de chontaduro a nivel mundial	41
Producción de chontaduro en Colombia	42
El chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>)	43
Usos del chontaduro	44
Propiedades nutricionales del chontaduro	45
Análisis bromatológico	47
Humedad	48
Cenizas	48
Proteínas	49
Lípidos	49
Carbohidratos	50
Vitaminas	50
Minerales.....	50

Fibra	51
Energía bruta	51
Análisis microbiológico	52
Aerobios mesófilos	53
Hongos y levaduras	54
Coliformes	55
Liofilización	57
Alimentos funcionales.....	58
Barras energéticas	59
Prueba de aceptabilidad de un producto alimenticio.....	60
Prueba hedónica	60
Prueba sensorial	62
Metodología	65
Localización	65
Recolección y acondicionamiento de la materia prima.....	67
Liofilización del chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>)	68
Formulación de la barra energética de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>)	70
Evaluación de las propiedades nutricionales de la barra energética a base de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado	72
Determinación de humedad.....	73
Determinación de cenizas	73
Determinación de proteínas.....	74
Determinación de lípidos (grasas y aceites).....	75

Determinación de carbohidratos totales	77
Determinación de vitaminas.....	77
Determinación de minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn)	80
Determinación de fibra.....	82
Determinación de energía bruta	84
Evaluación microbiológica de la barra energética a base de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado	85
Determinación de aerobios mesófilos	85
Determinación de hongos y levaduras	86
Determinación de coliformes totales.....	86
Determinación de la aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado mediante un test de aceptabilidad.....	86
Análisis estadístico.....	87
Análisis y discusión de los resultados.....	90
Caracterización fisicoquímica de materia prima.....	90
Formulación de la barra energética a base de pulpa del chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado	95
Evaluación de las propiedades nutricionales (macro y micronutrientes) de la barra energética a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado	97
Evaluación de los análisis microbiológicos de la barra energética a base de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado	118
Determinación de la aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado	120

Conclusiones	133
Recomendaciones	134
Referencias bibliográficas.....	135
Apéndices.....	159

Lista de tablas

Tabla 1.	Propiedades nutricionales del chontaduro.	46
Tabla 2.	Formulación inicial de las barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.....	70
Tabla 3.	Curva de calibración para minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn).	81
Tabla 4.	Datos previos del diseño factorial para la evaluación de las variables respuesta.	88
Tabla 5.	Descripción de los tratamientos a evaluar.	89
Tabla 6.	Valores promedio de los macro y micronutrientes de la pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) crudo.	91
Tabla 7.	Valores promedio de los macro y micronutrientes de la pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	92
Tabla 8.	Formulación de las barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.....	95
Tabla 9.	Características fisicoquímicas de las barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.	96
Tabla 10.	Valores promedio de las propiedades nutricionales de los macronutrientes de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.....	97
Tabla 11.	Valores promedio de las propiedades nutricionales de los micronutrientes de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.....	98
Tabla 12.	Valores promedio de fibra y energía bruta de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.	99
Tabla 13.	Valores promedio total de las propiedades nutricionales de los macro y micronutrientes de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.	101
Tabla 14.	ANOVA para la variable humedad de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.	104

Tabla 15.	ANOVA para la variable cenizas de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.	104
Tabla 16.	ANOVA para la variable proteínas de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.	104
Tabla 17.	ANOVA para la variable lípidos de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.	105
Tabla 18.	ANOVA para la variable carbohidratos de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.	105
Tabla 19.	Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; S = 0,04034; Error = 0,0002; gl = 8), con variable respuesta humedad.	108
Tabla 20.	Prueba de Tukey para el factor 2 (alfa = 0,05; DMS = 0,02054; Error = 0,0002; gl = 8), con variable respuesta humedad.	108
Tabla 21.	Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; DMS = 0,05712; Error = 0,0002; gl = 8), con variable respuesta cenizas.	108
Tabla 22.	Prueba de Tukey para el factor 2 (alfa = 0,05; DMS = 0,02908; Error = 0,0002; gl = 8), con variable respuesta cenizas.	109
Tabla 23.	Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; DMS = 0,10022; Error = 0,0015; gl = 8), con variable respuesta proteínas.	109
Tabla 24.	Prueba de Tukey para el factor 2 (alfa = 0,05; DMS = 0,05103; Error = 0,0015; gl = 8), con variable respuesta proteínas.	109
Tabla 25.	Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; DMS = 0,08997; Error = 0,0012; gl = 8), con variable respuesta lípidos.	110

Tabla 26.	Prueba de Tukey para el factor 2 ($\alpha = 0,05$; DMS = 0,04581; Error = 0,0012; gl = 8), con variable respuesta lípidos.....	110
Tabla 27.	Prueba de Tukey para el factor 1 ($\alpha = 0,05$; DMS = 0,17428; Error = 0,0044; gl = 8), con variable respuesta carbohidratos.....	110
Tabla 28.	Prueba de Tukey para el factor 2 ($\alpha = 0,05$; DMS = 0,08874; Error = 0,0044; gl = 8), con variable respuesta carbohidratos.....	111
Tabla 29.	Comparación de las propiedades nutricionales de los macronutrientes de la barra energética de chontaduro con otras barras energéticas de cereales.	112
Tabla 30.	Comparación de las propiedades nutricionales de los micronutrientes (vitaminas) de la barra energética de chontaduro con otras barras energéticas de cereales.	115
Tabla 31.	Comparación de las propiedades nutricionales de los micronutrientes (minerales) de la barra energética de chontaduro con otras barras energéticas de cereales.	115
Tabla 32.	Comparación de fibra y energía bruta de la barra energética de chontaduro y otras barras energéticas de cereales.	117
Tabla 33.	Cuantificación de microorganismos en la barra energética de chontaduro a base de chontaduro.	119
Tabla 34.	Caracterización de la población panelista para la prueba de aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	121
Tabla 35.	Resultados de la prueba hedónica de cinco puntos para las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.	131

Lista de figuras

Figura 1.	Cultivo de chontaduro en América Latina.	41
Figura 2.	Palma de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>).....	44
Figura 3.	Placa de crecimiento de aerobios mesófilos en agar PCA.	53
Figura 4.	Placa de crecimiento de hongos y levaduras en agar SDCA.	55
Figura 5.	Placa de crecimiento de coliformes en agar EMB.	56
Figura 6.	Escala hedónica para aceptabilidad de un producto alimenticio.	61
Figura 7.	Comuna cinco, San Juan de Pasto (Nariño).....	65
Figura 8.	Municipio de Tumaco – Nariño.....	66
Figura 9.	Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) maduro.	67
Figura 10.	Cocción y pelado de los chontaduros.....	68
Figura 11.	Liofilización de la pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>).	69
Figura 12.	Elaboración de las barras energéticas a base de pulpa de chontaduro.....	72
Figura 13.	Balanza de humedad Radwag.	73
Figura 14.	Mufla Terrigeno.....	74
Figura 15.	Digestor (A) y destilador (B) Kjeldahl Raypa.	75
Figura 16.	Extractor Soxhlet E&Q.	76
Figura 17.	Cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC) Thermo Scientific.....	78
Figura 18.	Espectrofotómetro de absorción atómica (EAA) Thermo Scientific.....	82
Figura 19.	Analizador de fibra Hanon.....	83
Figura 20.	Calorímetro IKA C200 (bomba calorimétrica y crisol metálico).	84
Figura 21.	Incubadora (A) y cuenta colonias (B).....	85
Figura 22.	Prueba hedónica de cinco puntos.....	86

Figura 23.	Harina de pulpa de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	90
Figura 24.	Formulaciones de las barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.....	96
Figura 25.	Cultivo de microorganismo en medios PCA, SDCA y EMB.	119
Figura 26.	Cromatograma del estándar de vitamina A (Ref. PHR1235).	162
Figura 27.	Cromatograma del estándar de vitamina B1 (Ref. 47858).	162
Figura 28.	Cromatograma del estándar de vitamina B2 (Ref. 47861).	163
Figura 29.	Cromatograma del estándar de vitamina B3 (Ref. 47864).	163
Figura 30.	Cromatograma del estándar de vitamina C (Ref. 47863).	164
Figura 31.	Cromatograma del estándar de vitamina E (Ref. T3251).	164
Figura 32.	Curva de calibración de los estándares de sodio (Ref. 313192).	165
Figura 33.	Curva de calibración de los estándares de potasio (Ref. 313190).	165
Figura 34.	Curva de calibración de los estándares de calcio (Ref. 313176).	166
Figura 35.	Curva de calibración de los estándares de magnesio (Ref. 313184).....	166
Figura 36.	Curva de calibración de los estándares de manganeso (Ref. 766052).	167
Figura 37.	Curva de calibración de los estándares de hierro (Ref. 313182).	167
Figura 38.	Curva de calibración de los estándares de zinc (Ref. 766058).	168

Lista de gráficas

Gráfica 1. Porcentaje de aceptación del color de las barras energéticas a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	122
Gráfica 2. Porcentaje de aceptación del aroma de las barras energéticas a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	123
Gráfica 3. Porcentaje de aceptación del sabor de las barras energéticas a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	124
Gráfica 4. Porcentaje de aceptación del dulzor de las barras energéticas a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	126
Gráfica 5. Porcentaje de aceptación de la textura de las barras energéticas a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	127
Gráfica 6. Porcentaje de preferencia de las barras energéticas a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	128
Gráfica 7. Porcentaje de decisión de compra de las barras energéticas a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	129
Gráfica 8. Porcentaje del valor de compra de las barras energéticas a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	130

Lista de ecuaciones

Ecuación 1.	Porcentaje de cenizas.	74
Ecuación 2.	Porcentaje de proteínas.....	75
Ecuación 3.	Porcentaje de grasas y aceites.	76
Ecuación 4.	Porcentaje de carbohidratos totales.	77
Ecuación 5.	Porcentaje de fibra.....	83

Lista de apéndices

Apéndice A.	Test de aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	159
Apéndice B.	Pruebas de aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>) liofilizado.....	161
Apéndice C.	Cromatogramas de los estándares de las vitaminas (Ref. Sigma-Aldrich).	162
Apéndice D.	Curva de calibración de los estándares de minerales (Ref. PanReac AppliChem).	

Lista de abreviaturas

AA:	Aminoácidos.
Ala:	Alanina.
Ara:	Arabinosa.
Asp:	Ácido aspártico.
ASTM:	American Society for Testing and Materials.
Bar:	Bares.
°C:	Grados centígrados.
Ca:	Calcio.
CHO:	Carbohidratos.
cm:	Centímetros.
EMB:	Eosina y azul de metileno.
Fe:	Hierro.
g:	Gramos.
Glc:	Glucosa.
Glu:	Ácido glutámico.
Gly:	Glicina.
h:	Hora.
ha:	Hectárea.
Ile:	Isoleucina.
K:	Potasio.
kg:	Kilogramo.
kcal:	Kilocalorías.

kJ:	Kilojoules.
Leu:	Leucina.
Lys:	Lisina.
J:	Joule.
m:	Metros.
mA:	Miliamperios.
Met:	Metionina.
mg:	Miligramos.
Mg:	Magnesio.
min:	Minutos.
mL:	Mililitro.
Mn:	Manganeso.
msnm:	Metros sobre el nivel del mar.
nm:	Nanómetros.
N:	Newton.
Na:	Sodio.
N ₂ O:	Óxido nitroso.
OPA:	o-ftalaldehído.
PCA:	Plate Count Agar.
Pf:	Peso final.
Phe:	Fenilalanina.
Pi:	Peso inicial.
Pm:	Peso de la muestra.

ppm:	Partes por millón.
Pro:	Prolina.
Ref.	Referencia.
Sac:	Sacarosa.
SDCA:	Sabouraud dextrosa agar cloranfenicol.
Ser:	Serina.
seg:	Segundos.
Thr:	Treonina.
ton:	Toneladas.
Trp:	Triptófano.
UFC:	Unidades formadoras de colonia.
µg:	Microgramo.
µL:	Microlitro.
Uv-Vis:	Ultravioleta – visible.
Val:	Valina.
Vit:	Vitamina.
Vb:	Volumen del blanco.
Vm:	Volumen de la muestra.
Zn:	Zinc.
<	Menor que.
>	Mayor que.

Introducción

El chontaduro (*Bactris gasipaes*) se cultiva en América del Sur y Central en los países de Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guayana Francesa, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú y Venezuela; además, se encuentra en Hawái, Indonesia y Malasia. Los nombres más comunes de *Bactris gasipaes* son: pupunha (Brasil), pejibaye (Costa Rica y Nicaragua), pijuayo (Perú), perapon (Guyana), chontaduro (Colombia y Ecuador) y peach palm (en países de habla inglesa) (Kramer et al., 2023).

La palma de chontaduro (*Bactris gasipaes*) es una palma nativa del Amazonas, que ha sido domesticado desde la época precolombina y se utiliza para preparar diversos alimentos, por ejemplo, la transformación de la pulpa de chontaduro en harina se utiliza desde mediados del siglo XIX en tortas, galletas y pan, además, por su alto contenido en almidón, es utilizada para preparar bebidas alcohólicas por diferentes comunidades indígenas de la región amazónica (López, 2023). La palma de chontaduro se cultiva comercialmente por su palmito y su fruto, los cuales son exportados a USA y la Unión Europea. El fruto de la palma de chontaduro es una drupa con un exocarpio fibroso de color rojo, naranja o amarillo, y un mesocarpio almidonado y aceitoso, el tamaño y forma del fruto varía considerablemente entre las numerosas variedades locales del cultivo que existen. La fruta se cocina en agua caliente, para preparar diversos platos gastronómicos en toda América Latina; esta fruta es rica en energía debido a la presencia de almidones y aceites. Las frutas se conservan secándolas o ahumándolas y también se enlatan y se pueden convertir en harina, también proporcionan aceites para cocinar y harina para los animales de granja y la acuicultura (Llumiyinga, 2021).

El chontaduro presenta un alto valor nutritivo, ya que la pulpa es una fuente rica en aminoácidos esenciales, principalmente lisina, metionina, cisteína, treonina y triptófano, además, tiene un alto contenido de fibra dietética, vitaminas (A, B, C, D y E), minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cr y Zn), compuestos antioxidantes (β -caroteno) y ácidos grasos insaturados (ácido palmitoleico, linoleico y linolénico) (Soares et al., 2022).

Debido al alto contenido de nutrientes esenciales (aminoácidos, vitaminas y ácidos grasos insaturados), la presencia de compuestos bioactivos (antioxidantes) y el bajo contenido de sal, azúcar y colesterol (Costa et al., 2022), el chontaduro se consume en fresco o se utiliza como materia prima para la elaboración de alimentos funcionales (barras energéticas). Los alimentos funcionales son alimentos que ofrecen beneficios para la salud, que se extienden más allá de su valor nutricional, ya que contienen suplementos u otros ingredientes adicionales diseñados para mejorar la salud, por ejemplo, algunos incluyen alimentos fortificados con vitaminas, minerales, probióticos, prebióticos y fibra; también los ingredientes ricos en nutrientes como frutas, verduras, semillas y granos, se consideran alimentos funcionales (Arias et al., 2018). Los alimentos funcionales están asociados con varios beneficios potenciales para la salud, entre ellos tenemos (Aguirre, 2019):

- Pueden prevenir las deficiencias de nutrientes.
- Pueden proteger contra enfermedades.
- Pueden promover el crecimiento y desarrollo adecuado.

En el mercado nacional se encuentra una amplia variedad de productos elaborados a base de chontaduro, entre los que destacan harinas, mermeladas, conservas, pasabocas, encurtidos,

jugos, galletas, etc.; estos productos no solo conservan el sabor distintivo y exótico del fruto, sino que también aprovechan al máximo sus valiosas propiedades nutricionales, ya que el chontaduro es reconocido como una excelente fuente de energía, gracias a su alto contenido de carbohidratos complejos, proteínas, grasas saludables, fibra y antioxidantes fenólicos, lo que lo convierte en un ingrediente funcional y de gran valor nutritivo; además, su perfil nutricional lo posiciona como un complemento calórico de alta calidad, ideal para diversas dietas, desde aquellas orientadas al bienestar general hasta las que buscan incorporar alimentos innovadores y sostenibles. Estos productos derivados del chontaduro reflejan un renovado interés por los sabores autóctonos, así como un cambio en los hábitos alimenticios de los consumidores, cada vez más inclinados hacia opciones saludables, originales y que enriquecen la gastronomía local. Este fenómeno también evidencia un movimiento más amplio en favor de la recuperación y promoción de la biodiversidad alimentaria, con un impacto positivo en la economía local, al valorar y comercializar el chontaduro, se fortalece la economía regional y se preservan tradiciones gastronómicas ancestrales, generando una sinergia entre nutrición, innovación culinaria y sostenibilidad cultural (Aponte, 2022).

Las barras energéticas son alimentos funcionales que a menudo se fabrican con una base de cereales como avena, arroz, maíz o proteínas (proteínas lácteas, soja o suero de leche) y contienen frutos secos, además se enriquecen con vitaminas, minerales, fibra, probióticos y prebióticos. Los ingredientes que se usan en las barras energéticas son cuidadosamente seleccionados, ya que estos no poseen aditivos ni pesticidas, por lo que son alimentos funcionales seguros y de alta calidad (Morla et al., 2020).

En los últimos años ha crecido significativamente la demanda de barras energéticas ricas en proteínas por parte de las personas que practican actividades físicas y deportes, además de las personas que realizan dieta. Estas barras son refrigerios que brindan una alternativa saludable a los refrigerios convencionales debido a su alto contenido de proteína y otros ingredientes nutricionalmente beneficiosos, los deportistas de alto rendimientos consumen estas barras con el propósito de sustituir comidas balanceadas. Las barras energéticas son una opción cómoda y saludable para el desayuno o la merienda, son fáciles de transportar y se pueden comer sobre la marcha (Bravo & Livaque, 2021).

El desarrollo de diversos tipos de barras energéticas ha sido causado por la tendencia a comer alimentos más nutritivos en vez de productos dulces, dado que el consumo de cereales se extiende más allá del desayuno en cualquier momento del día, por lo tanto, los cereales se han convertido en un excelente vehículo para aportar ingredientes a los alimentos funcionales del mercado. Los cereales tienen un papel cada vez más importante en el estilo de vida moderno debido a las formas convenientes que pueden usar, como productos alimenticios listos para comer (Li & Palacios, 2020). Cada día las personas están más interesadas en obtener alimentos saludables y mantener una buena forma física, por lo que han cambiado sus hábitos alimenticios, lo que ha promovido un crecimiento en el mercado de las barras energéticas, por lo tanto, las barras energéticas pueden considerarse una fuente confiable de proteínas, fibra, vitaminas, minerales, probióticos y prebióticos de alta calidad (Dias et al., 2020).

El consumo de barras de cereal está aumentando en varios países, incluidos India, USA, Canadá, la Unión Europea, Reino Unido, China, Japón, Corea, Brasil y otros países

latinoamericanos, debido a su capacidad para cumplir con diversos requisitos dietéticos, como un bajo o nulo contenido de azúcar, niveles bajos de colesterol y bajo contenido de sal. Se espera que el mercado mundial de barras energéticas continúe creciendo a medida que más consumidores se den cuenta de los beneficios de comer estas barras (Klerks et al., 2022). Actualmente el consumo de barras energéticas va incrementado día a día, por tanto, la mayoría de las empresas dedicadas a la fabricación de estas barras, piensan en el impacto ambiental que se está generando con los envases y envolturas de dichas barras, por tanto, se están utilizando materiales 100 % biodegradables (Roldán et al., 2022).

En Colombia el mercado de barras energéticas está creciendo con rapidez, debido al aumento de la demanda en alimentos altamente nutritivos, cambios en los hábitos alimenticios de las personas, mayor conciencia en los productos de etiqueta limpia, la preferencia por los alimentos naturales, la tendencia de asistencia al gimnasio y el creciente interés en las actividades deportivas; entre los jóvenes ha aumentado la demanda de barras energéticas, impulsando aún más el mercado de los alimentos funcionales. En el 2023, el mercado colombiano de barras energéticas experimentó un notable crecimiento, alcanzando un valor de ventas de 75 millones de dólares; se espera que para el 2032 este mercado alcance un valor de 106,67 millones de dólares. Este aumento refleja una creciente demanda de productos saludables y prácticos entre los consumidores, impulsada por el aumento de la conciencia sobre la nutrición y el estilo de vida activo. Las barras energéticas se han consolidado como una opción popular entre deportistas y personas fitness, lo que ha llevado a un incremento en la oferta y diversidad de marcas en el mercado (Claight Corp., 2023).

La fabricación de barras de energéticas a base de chontaduro son una alternativa a las barras energéticas comerciales a base de cereales, por lo tanto en la presente investigación se elaboró una barra energética a partir de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado, con el propósito de aprovechar todas las propiedades nutricionales del chontaduro; además mediante los resultados conseguidos se quiere demostrar que a futuro se podría comercializar la barra energética a base de chontaduro liofilizado, realizando un estudio previo de mercado.

Planteamiento del problema

El chontaduro (*Bactris gasipaes*) es una fruta nativa de los bosques húmedos de América Latina, específicamente de Brasil, Costa Rica, Panamá, Perú, Venezuela, Ecuador y Colombia (Hernández, 2009). Brasil es el mayor exportador de chontaduro en el mundo, seguido de Costa Rica y Colombia (Sánchez et al., 2019); Colombia posee 13.312 ha sembradas de chontaduro que arrojaron una producción de 73.701 ton durante el año 2022, y se cultiva en los departamentos de Cauca (38,34 %), Putumayo (23,35 %), Guaviare (11,68 %), Choco (11,43 %), Meta (6,18 %), Caquetá (2,95 %), Valle del Cauca (1,95 %), Caldas (1,50 %), Nariño (1,31 %), Amazonas (1,14 %), Vaupés (0,08%), Risaralda (0,07 %), Quindío (0,02 %), Guainía (0,015 %) y Boyacá (0,01) (Agronet, 2024). En el departamento de Nariño, Tumaco es el municipio de mayor producción de chontaduro (*Bactris gasipaes*), el cual reportó 474 ton de este fruto durante enero y febrero del 2019 (Alcaldía de Tumaco, 2020).

El chontaduro es apetecido por su agradable sabor y propiedades nutricionales, además es un alimento exótico de temporada (diciembre a marzo) que se consume cocido o en bebidas (Daza et al., 2015). Por lo general el chontaduro se consume de inmediato, ya que una vez cocido o frito su vida útil es de 2 a 4 días; si se refrigera su duración es de 10 días, y si se congela dura 2 meses (García, 2017). Desde el punto de vista nutricional, el chontaduro es un fruto muy energético, porque contiene una alta concentración de aminoácidos, ácidos grasos polinsaturados y carbohidratos, por lo que este alimento debe consumirse fresco, para poder aprovechar todos sus nutrientes (Ávila et al., 2019); además el chontaduro se destaca por sus propiedades funcionales, tales como (Costa et al., 2022; Soares et al., 2022):

- Alto contenido de nutrientes: es un alimento rico en carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales.
- Antioxidantes: contiene una gran cantidad de compuestos antioxidantes que protegen a la célula del estrés oxidativo.
- Antiinflamatorio: posee propiedades antiinflamatorias.
- Beneficios en la digestión: en los procesos fisiológicos y biodigestivos ayuda a regular el tránsito intestinal, por su alto contenido de fibra.
- Energía: es una buena fuente de energía rápida y efectiva, por su gran contenido de carbohidratos.
- Calorías: es un alimento bajo en calorías, por lo que es ideal para las personas que buscan mantener o perder peso.

El chontaduro es un alimento muy valioso por sus propiedades funcionales ya que trae beneficios para la nutrición y la salud del consumidor (Costa et al., 2022; Soares et al., 2022). El chontaduro es considerado como el “huevo vegetal” (Latorre, 2022), por su gran valor nutritivo ya que posee altos contenidos de ácidos grasos insaturados (ácido palmitoleico, linoleico y ácido linolénico), vitaminas (A, B, C, D y E), antioxidantes (β -caroteno), aminoácidos esenciales (Leu, Phe, Lys, Val, Ile, Thr, Met, Trp, Pro, Asp, Ser, Glu, Gly y Ala) y bajo contenido de sodio y azúcares (Riasco, 2018).

En relación al perfil nutricional de la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizada, se puede valorar como un alimento rico en nutrientes y una buena fuente de aminoácidos esenciales, ácidos grasos polinsaturados, antioxidantes, vitaminas, minerales y fibra, por lo que

estos nutrientes pueden fácilmente utilizados para la formulación de un alimento energéticamente denso como alimentos funcionales tales como barras energéticas, batidos, etc.; de esta manera se puede formular un producto alimenticio a base de chontaduro liofilizado que no solo sea energético, sino también equilibrado desde el punto de vista nutricional y funcional, por lo que estos productos alimenticios son ideales para personas que realizan actividad física o con necesidades nutricionales específicas (Araujo et al., 2021).

La biotecnología alimentaria posee los mecanismos para desarrollar métodos y técnicas de conservación que potencien las propiedades bioactivas de la pulpa de chontaduro liofilizada, como la preservación de antioxidantes, la microencapsulación y la modificación enzimática, con el fin de mejorar la digestibilidad de los consumidores. En este sentido, la tecnología de microencapsulación, la preservación de antioxidantes y la modificación enzimática ha surgido como una solución eficaz en la industria alimentaria y la investigación para proteger los compuestos bioactivos y prevenir su degradación de condiciones desfavorables. Estas biotecnologías tienen un impacto significativo en la biodisponibilidad de los compuestos bioactivos, ya que los protege de los procesos digestivos y mejora su liberación en sitios específicos del organismo; por ello, estas biotecnologías ofrecen una vía prometedora para el desarrollo de productos saludables y nutritivos (Calderón & Ponce, 2022; Khan et al., 2021; Bangar et al., 2022).

En las investigaciones relacionadas sobre las propiedades nutricionales y funcionales de productos alimenticios derivados del fruto de chontaduro en los últimos siete años se destacan, las investigaciones realizadas por García (2017) y Montealegre (2020), donde, se estudiaron las

propiedades nutricionales de la pulpa del chontaduro, para elaborar una conserva y un pasaboca; utilizando el escaldado, el desecado y la pasteurización como métodos de conservación (García, 2017; Montealegre, 2020). En los estudios de Martínez y colaboradores (2017), Brito (2018), Riasco (2018), Dussán y colaboradores (2019), Rodríguez y Quiñones (2019), Lizcano y Samboni (2019), analizaron las propiedades nutricionales de la harina de chontaduro utilizando la liofilización como el proceso de obtención de la harina de este fruto; en todas estas investigaciones se analizaron las propiedades nutricionales del chontaduro tales como: humedad, cenizas, proteínas, extracto etéreo, fibra y carbohidratos, con el objetivo de elaborar y fabricar un producto alimenticio tales como: conservas, mermeladas, galletas, pasabocas, etc. (Bruto, 2018; Dussán et al., 2019; Liscano & Samboni, 2019; Martínez & Ordóñez, 2016; Riasco, 2018; Rodríguez & Quiñones, 2019). En la investigación de Reyes (2019) se utilizó el epicarpio del chontaduro para extraer compuestos fenólicos, que luego fueron añadidos al yogurt con el fin de aumentar la actividad antioxidante en este producto (Reyes, 2019); en el estudio realizado por González y colaboradores (2021) se elaboró una pasta emulsionada a partir del epicarpio del chontaduro, con el objetivo de utilizar este producto como ingrediente para la elaboración de alimentos procesados o platos tradicionales (González et al., 2021); en las investigaciones de Cola (2020), Lima (2019), Calapucha y Utrera (2019) se fabricó una bebida fermentada a partir de pulpa de chontaduro con bajo contenido alcohólico, utilizando levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el proceso de fermentación (Cola, 2020; Calapucha y Utrera, 2019; Lima, 2019).

En las investigaciones que se relacionan con la elaboración de barras energéticas a base de chontaduro se destacan los estudios realizado por Veloz (2015), donde se realizó una fermentación en estado sólido de la cáscara de chontaduro como ingrediente principal para la

elaboración de barras energéticas (Veloz, 2015); en la investigación de Morales (2016), se fabricó y evaluó las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una barra de cereal con adición de harina de chontaduro (Morales, 2016); y en la publicación de Castaño (2020) se realizó un estudio de factibilidad para la comercialización de barras energéticas (borojó, coco, chontaduro y naidi) en la ciudad de Cali (Castaño, 2020).

El chontaduro presenta una baja disponibilidad en determinadas épocas del año debido a la estacionalidad de su cultivo, lo que dificulta su acceso; además, su alta perecibilidad y degradabilidad natural representan un reto adicional. Por ello, se hace necesaria la búsqueda y desarrollo de tecnologías innovadoras que no solo garanticen la conservación de las propiedades nutricionales del chontaduro, sino que también optimicen su vida útil y faciliten su comercialización en mercados locales e internacionales. Estas tecnologías deben abordar los desafíos de la alta perecibilidad del fruto, protegiendo sus nutrientes esenciales como las proteínas, vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes; asimismo, es fundamental que dichas soluciones sean sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, minimizando el uso de químicos o procesos invasivos que puedan afectar la calidad del producto final y la salud de los consumidores.

En todas las investigaciones mencionadas anteriormente, no hay ninguna en la que se destaque la elaboración de alimentos funcionales como la de las barras energéticas a base de pulpa del chontaduro liofilizado, por lo tanto, para la presente investigación, se formuló la siguiente pregunta: ¿qué características nutricionales y energéticas de la pulpa de chontaduro

(*Bactris gasipaes*) se conservan durante la elaboración de una barra energética que utiliza pulpa liofilizada como ingrediente principal?

Justificación

La creciente demanda de chontaduro (*Bactris gasipaes*) en el mercado nacional ha llevado a aumentos significativos en la producción de este alimento, debido a que el chontaduro es uno de los alimentos de mayor consumo en la región pacífica de Colombia, por su sabor y aportes nutritivos (Ramírez & Triana, 2020). Teniendo en cuenta el valor nutritivo que este fruto posee, es importante generar nuevo conocimiento, que permita validar la pertinencia del proceso de liofilización como un método emergente para la conservación de las propiedades nutricionales del chontaduro, que garantice la preservación de su valor nutritivo, sus propiedades organolépticas y su sabor original en la elaboración de una barra energética a partir de la pulpa de chontaduro liofilizado (Costa et al., 2022).

Existen antecedentes de investigación sobre las propiedades nutricionales del chontaduro, como por ejemplo en la investigación realizada por Dussán y colaboradores (2019), donde analizaron el perfil de los aminoácidos en la harina del chontaduro (Dussán et al., 2019); en la investigación hecha por Martínez y Ordoñez (2016) se determinó la concentración de pigmentos carotenoides en harina de chontaduro (Martínez & Ordoñez, 2016); en la investigación realizada por Girón, Santos y Rodríguez (2019) se extrajeron y evaluaron los carotenoides totales del chontaduro (Girón et al., 2019). Por lo anterior, los antecedentes de investigación sobre las propiedades del chontaduro son limitadas ya que se evalúan una o dos propiedades nutricionales por separado bajo diversos métodos de conservación de alimentos diferentes a la liofilización.

El chontaduro puede ser un componente valioso de la dieta, principalmente debido al contenido aminoácidos esenciales, ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas, minerales y

antioxidantes; estos nutrientes son necesarios para el crecimiento y desarrollo físico adecuados, así como para el mantenimiento de una buena salud y la prevención de ciertas enfermedades; por lo tanto este alimento es considerado un alimento funcional por el contenido de nutrientes bioactivos. Al liofilizar la pulpa de chontaduro, se deshidrata el fruto y se conservan y concentran los nutrientes funcionales del chontaduro que luego pueden utilizarse en la industria alimentaria en como un suplemento rico en fibra dietética y junto con la pulpa liofilizada, podría agregarse a productos como jugos, yogur y mermeladas, entre otros, con un potencial efecto prebiótico debido a su contenido en fructooligosacárido (Costa et al., 2022; Dias et al., 2022; Dussán et al., 2019). El potencial de impacto de la presente investigación es tener información de base sobre el liofilizado como método de conservación de las propiedades nutricionales y funcionales del chontaduro (*Bactris gasipaes*) en la elaboración de una barra energética como alimento funcional, que permita a futuro la utilización de los resultados obtenidos en esta investigación, para la fabricación y comercialización de barras energéticas de pulpa de chontaduro en el mercado nacional e internacional (Montealegre, 2020).

La principal diferencia de esta investigación en comparación con estudios previos sobre la elaboración de productos a base de chontaduro radica en su enfoque integral y detallado para el análisis de los componentes de las barras energéticas elaboradas con este fruto; mientras que investigaciones anteriores se han centrado en aspectos básicos de la composición del chontaduro, este estudio llevará a cabo un análisis exhaustivo de los macronutrientes (agua, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos), micronutrientes (vitaminas y minerales), fibra, energía bruta y un análisis microbiológico, que incluirá la evaluación de aerobios mesófilos, hongos y coliformes al producto final. Para realizar estos análisis, se emplearán técnicas instrumentales de

alta precisión, lo que garantizará resultados confiables y detallados, además, este estudio no solo se enfoca en las propiedades nutricionales ya documentadas en la literatura, sino que también explora otros aspectos relevantes para la salud y el bienestar, lo que podría generar nuevos conocimientos sobre las potenciales aplicaciones nutricionales del chontaduro liofilizado en la formulación de barras energéticas (Orellana & Rodríguez, 2022).

La elaboración de productos funcionales como las barras energéticas representa una oportunidad innovadora para diversificar el uso del chontaduro, especialmente si se emplea su pulpa liofilizada. Este proceso de deshidratación por congelación permite preservar compuestos sensibles al calor y mantener en gran medida el perfil nutricional original del fruto; no obstante, es crucial identificar qué componentes nutricionales y energéticos del chontaduro se conservan tras la liofilización y durante el procesamiento posterior de las barras. Esta investigación es relevante porque aporta conocimiento técnico para el desarrollo de alimentos funcionales a base de productos autóctonos, fomenta el aprovechamiento agroindustrial del chontaduro, y responde a la creciente demanda del mercado por productos saludables, energéticos y de origen natural. Además, puede contribuir a la dinamización económica de regiones productoras y a la promoción de hábitos alimenticios más sostenibles y nutritivos.

Por lo anterior, es necesario evaluar las propiedades nutricionales y energéticas de la barra energética a base de pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado, con el propósito de establecer la mejor formulación para la elaboración de este producto alimenticio. Esta evaluación no solo permitirá optimizar su valor funcional, sino también contribuir al desarrollo de alimentos innovadores que promuevan el aprovechamiento sostenible de recursos locales.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar las propiedades nutricionales, microbiológicas y sensoriales de una barra energética elaborada con pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizada, para determinar su calidad y potencial como producto alimenticio funcional.

Objetivos específicos

Caracterizar la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) antes y después del proceso de liofilización, para determinar su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas de sus componentes bioactivos y nutricionales.

Desarrollar una barra energética a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizada, optimizando la formulación para obtener un producto funcional y nutritivo.

Evaluar la calidad de la barra energética a base de pulpa chontaduro (*Bactris gasipaes*), mediante análisis microbiológicos, nutricionales y sensoriales, para garantizar su seguridad, valor nutritivo y aceptación por parte de los consumidores.

Marco teórico

Producción de chontaduro a nivel mundial

El chontaduro (*Bactris gasipaes*) es un fruto que se cultivaba comúnmente en América Latina tropical, desde México hasta Paraguay (Figura 1) (CABI, 2019; González et al., 2022).

Figura 1. Cultivo de chontaduro en América Latina.



Fuente: (CABI, 2019).

Brasil es el mayor productor y exportador de chontaduro en el mundo, seguido de Costa Rica, Colombia y Perú (Sánchez et al., 2019). En la Amazonia brasileña es la zona donde se cultiva la mayor cantidad de chontaduro, en el 2021 se produjeron 110.778 ton de racimos de fruta fresca (IBGE, 2022). La producción costarricense se estimó en 100.500 ton de chontaduro en 2021, dividida entre las tierras bajas del Atlántico y el Pacífico húmedo (MAG, 2023). Colombia produjo 73.701 ton en el 2022, que provienen de las regiones pacífica, andina y amazónica (Agronet, 2024). Perú cultiva chontaduro en sus tierras bajas costeras del Pacífico, produciendo 43.000 ton en el 2020 (MDAR, 2023).

Producción de chontaduro en Colombia

En Colombia, el chontaduro se encuentra en lugares desde los 100 a 800 msnm, con un rango de precipitación que va desde los 1.500 hasta los 2.500 mm/año y una temperatura que varía entre 18 y 21 °C (Velásquez et al., 2016). En Colombia la producción de chontaduro proviene de los siguientes departamentos: Cauca (38,34 %), Putumayo (23,35 %), Guaviare (11,68 %), Choco (11,43 %), Meta (6,18 %), Caquetá (2,95 %), Valle del Cauca (1,95 %), Caldas (1,50 %), Nariño (1,31 %), Amazonas (1,14 %), Vaupés (0,08%), Risaralda (0,07 %), Quindío (0,02 %), Guainía (0,015 %) y Boyacá (0,01) (Agronet, 2024). Los cinco primeros departamentos son los mayores productores de chontaduro en Colombia, y en el 2022 generaron 67.055 ton de un total de 73.701 ton (Agronet, 2024). Casi el 70 % de la producción de chontaduro se consume en las plazas de mercado y ventas ambulantes, el 30 % se lo aprovecha para fabricar productos agroindustriales tales como harinas, mermeladas, salsas, conservas, salmueras y snacks (Montaño & Collazos, 2019). De acuerdo con Legiscomex, el 50 % de los productos agroindustriales del chontaduro exportados son los de conserva (Serrano & Guaran,

2019). Debido a su versatilidad y producción de frutos, el chontaduro juega un papel vital en la seguridad alimentaria y los ingresos de los agricultores en las regiones donde se cultiva (Brito, 2018), además de ser un delicioso plato típico, el chontaduro se usa como alimento para animales y para la industria cosmetológica y farmacéutica, asimismo la palma se utiliza en la industria maderera (Córdoba, 2016).

El chontaduro (*Bactris gasipaes*)

El chontaduro es una fruta que crece en las zonas amazónicas de América del Sur. La fruta, también llamada pejibaye, pupunha, pijuayo y perapon; crece en palmeras en regiones tropicales de México, Costa Rica, Brasil, Panamá, Perú, Venezuela, Ecuador y Colombia (Chacón et al., 2016).

La palma de chontaduro (Figura 2) es reconocida por sus largas hojas, con racimos de frutas de color naranja brillantes que cuelgan en la parte superior de la planta (Mora et al., 2005). Cada parte de la planta es valiosa: las hojas, los frutos, las semillas y el tronco pueden proporcionar pulpa, que se puede usar en aceite de cocina, harina y alimentos (Torres et al., 2020). La palma del chontaduro tiene un troco de 2 a 18 m de alto, con un diámetro de 8 a 25 cm, este tronco está cubierto de espinas negras de 5 a 15 cm de largo; la corona de la palma está cubierta por hojas arqueadas de 2 a 5 m de largo. Los frutos están dispuestos en racimos, y son drupas de tamaño y forma variable, de esféricos a ovoides, (de 2,5 a 5 cm de diámetro), y de colores diversos (amarillo, anaranjado y rojo) de acuerdo con su estado de madurez; el peso de este fruto fresco varía entre 17 y 70 g, y en seco de 9 a 32 g (Valencia et al., 2013).

Figura 2. Palma de chontaduro (*Bactris gasipaes*).



Fuente: (Valencia et al., 2013).

Usos del chontaduro

La pulpa de chontaduro junto con otras frutas y verduras se utilizan en cientos de recetas de la cocina colombiana para crear comidas nutritivas y deliciosas, por ejemplo: batidos, jugos, ensaladas, mermeladas, pasteles, postres, galletas, snacks, sopas, salsas, aderezos, rellenos y empanadas, etc. (Aguilar, 2015).

La cáscara de chontaduro se utiliza como ingrediente para la fabricación de concentrado para el engorde de pollos, vacas y cerdos (Campo et al., 2017; Márquez, 2014), además para la producción de biodiesel (Córdoba, 2016) y polímeros (Valencia, 2014).

La semilla de chontaduro se usa para la extracción de aceites y como materia prima para la elaboración de jabones y ceras (Ortega & Valderrama, 2020; Quilligana, 2015).

Propiedades nutricionales del chontaduro

Las propiedades nutricionales de los alimentos son fundamentales y puede estar relacionado con aspectos de nutrición, toxicología alimentaria, microbiología y psicología de los consumidores, por tanto, las propiedades nutricionales de los alimentos incorporan diversas áreas que incluyen el análisis químico, físico, biológico y organoléptico del alimento en su totalidad (Madrid, 2021).

El chontaduro (*Bactris gasipaes*) es una fuente de energía para humanos y animales, ya que es un alimento rico en carbohidratos, lípidos, proteínas y minerales. Las propiedades nutricionales del chontaduro varían dependiendo del ecotipo y región geográfica debido a las condiciones de cultivo, clima y suelo de la región, que presentan gran influencia en el crecimiento y desarrollo de los frutos (Llumiquinga, 2021). En la Tabla 1 se presentan de manera detallada las propiedades nutricionales del chontaduro; en esta tabla se recopila información relevante sobre el contenido de macronutrientes, como carbohidratos, proteínas y grasas, así como de micronutrientes esenciales, tales como vitaminas, minerales y fibra dietética.

Tabla 1. Propiedades nutricionales del chontaduro.

Propiedad nutricional	Valor				
	Yuyama, 2003	Llumiquinga, 2021	Peixoto, 2021	Costa, 2022	Dos Santos, 2022
Humedad (%)	53	50,70	62,43	43,90	61,80
Cenizas (%)	0,60	1,50	2,64	2,54	0,70
Proteína (%)	2,30	6,30	3,90	6,47	2,60
Lípidos (%)	7,70	5,80	18,73	8,25	2,20
Carbohidratos (%)	36,40	35,70	62,28	38,84	32,70
Fibra total (g/100 g)	6,60	1,30	2,20	3,40	1,90
Calcio (mg/100 g)	24,70	14	21,80	21,80	15
Potasio (mg/100 g)	289,30	-	289,30	206,40	311
Sodio (mg/100 g)	12,60	-	0,20	12,60	25,10
Magnesio (mg/100 g)	17,60	-	16,90	17,60	81,58
Manganeso (µg/100 g)	115,10	-	0,08	82,60	720
Zinc (µg/100 g)	278,30	-	277,70	278,30	4530
Selenio (µg/100 g)	11,40	-	-	11,40	7,62
Hierro (µg/100 g)	739,30	1000	565,60	739,30	2300
Cromo (µg/100 g)	13,90	-	8,20	13,90	-
Vitamina A (mg/100 g)	-	867	-	-	-
Vitamina B1 (mg/100 g)	-	0,05	-	-	-
Vitamina B2 (mg/100 g)	-	0,16	-	-	-
Vitamina B3 (mg/100 g)	-	1,40	-	-	-
Vitamina C (mg/100 g)	-	3,50	14	-	-
Fenilalanina (mg/100 g)	2,01	1,30	-	2,40	-
Histidina (mg/100 g)	1,01	2,01	-	1,11	-
Isoleucina (mg/100 g)	2,30	1,70	-	1,70	-
Leucina (mg/100 g)	3,60	2,60	-	3,14	-
Lisina (mg/100 g)	4,30	4,60	-	1,67	-
Metionina (mg/100 g)	1,50	1,30	-	0,80	-
Treonina (mg/100 g)	3,01	2,50	-	2,71	-
Triptófano (mg/100 g)	0,90	0,13	-	0,45	-
Valina (mg/100 g)	3,10	2,70	-	2,83	-
Almidón	59,50	58,13	53,17	44,32	47,54

Fuente: (Costa et al., 2022; Dos Santos et al., 2022; Llumiquinga, 2021; Peixoto Araujo et al., 2021; Yuyama et al., 2003).

El chontaduro contiene una alta concentración de lípidos (ácidos grasos esenciales), minerales, vitaminas (hidrosolubles y liposolubles) y aminoácidos esenciales (Tabla 1), por lo que este alimento es considerado un fruto de excelente valor nutritivo; además, la ausencia de

gluten y la riqueza en almidón hacen que esta materia prima sea interesante para el desarrollo de nuevos productos alimenticios (Ferrari et al., 2020).

El chontaduro (*Bactris gasipaes*) al igual que el maíz, tiene un alto contenido de almidón, lo que lo convierte en un excelente sustituto o adición a otros alimentos (Campo et al., 2017). Este alimento ofrece una gran cantidad de nutrientes que son beneficiosos para la salud, ya que puede ayudar a disminuir los niveles de colesterol, enfermedades cardíacas, diabetes, problemas de visión e incluso cáncer (Muñoz, 2020). El chontaduro es alimento rico en fibra, vitaminas, minerales, antioxidantes, aminoácidos, carotenoides y ácidos grasos insaturados, que al incluirlo en la dieta diaria puede brindarle los siguientes beneficios: fuente de vitaminas (A, B1, B2, B3 y C) y minerales (Ca, K, Na, Mg, Mn, Zn, Se, Fe y Cr), mejora la apariencia de la piel, brinda energía adicional y restaura los músculos y huesos (Montealegre, 2020). Los antioxidantes y carotenoides del chontaduro lo convierten en una excelente herramienta para reducir el riesgo de enfermedades potencialmente mortales como el cáncer (Forero et al., 2005).

Análisis bromatológico

El análisis bromatológico consiste en el estudio de los alimentos, a través del cual se puede determinar la composición fisicoquímica de los alimentos. El análisis bromatológico permite y facilita desarrollar productos alimenticios convencionales, alimentos para animales, alimentos funcionales, nutraceuticos, dietas especializadas, aditivos alimentarios y alimentos envasados (Chiang, 2015).

Mediante el análisis bromatológico de los alimentos se puede determinar los macronutrientes (nutrientes que se encuentran en mayor proporción en el alimento) y los

micronutrientes (nutrientes que se encuentran en menor proporción en el alimento) y son: agua (humedad), cenizas, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales; además existen otros tipos de análisis bromatológico importantes tales como la fibra y la energía bruta (Madrid, 2021).

Humedad

Es el contenido de agua en los alimentos, y se puede presentar en dos formas: agua ligada o agua libre. El agua ligada está unida a los nutrientes del alimento (aminoácidos, carbohidratos, sales, etc.), y el agua libre es la que se encuentra disponible para el crecimiento microbiano. El contenido de humedad en los alimentos puede tener un impacto significativo en factores como el sabor, el color, la forma, la textura, la apariencia, la forma y el peso del producto, además de factores que afectan la vida útil del producto tales como la frescura, calidad y resistencia a la contaminación bacteriana (Bell, 2020).

Cenizas

Son los minerales y las sales inorgánicas que se encuentran en los alimentos, después de calcinarlos a altas temperaturas. Los minerales y sales inorgánicas más comunes son el calcio, magnesio, sodio y potasio, pero en menores cantidades también puede haber trazas de zinc, hierro, manganeso y otros elementos. El contenido de cenizas en los alimentos puede ser un índice del procesamiento que se le ha realizado al alimento, ya que los alimentos naturales tienen un menor contenido de cenizas en comparación con los alimentos más procesados (Czaja et al., 2020).

Proteínas

Son macromoléculas que están constituidas por aminoácidos y se encuentran en todos los organismos vivos, además son un nutriente importante que se requiere para funciones críticas en las células, tejidos, órganos y sistemas. Nuestros alimentos se derivan de tejidos animales y vegetales, por lo que, por defecto, las proteínas de estos tejidos se convierten en proteínas alimentarias. Las proteínas en los alimentos aportan características especiales tales como: apariencia (color, tamaño y forma), sabor (aroma, olor y gusto) y textura (áspero, liso y rugoso); por lo tanto, las proteínas proporcionan atributos de calidad a los productos alimenticios (Day et al., 2022).

Lípidos

Son macromoléculas que se encuentran compuestas por ácidos grasos y se hallan en la mayoría de los seres vivos. Los lípidos son componentes estructurales y funcionales de los alimentos, y tienen un efecto significativo sobre la calidad de este, incluso cuando se encuentran en poca cantidad. Los principales componentes lipídicos de los alimentos son los triacilgliceroles y comúnmente se les conoce como grasas y aceites. No sólo contribuyen al sabor, olor, color y textura, sino que también confieren sensación de saciedad y palatabilidad a los alimentos. Nutricionalmente, los lípidos proporcionan una fuente concentrada de calorías que es aproximadamente dos veces mayor que los carbohidratos o las proteínas, también proporcionan nutrientes esenciales, como ácido linoleico, ácido linolénico y vitaminas liposolubles (Shahidi & Hossain, 2022).

Carbohidratos

Son macromoléculas que están formadas por monosacáridos y son las sustancias orgánicas más abundantes y extendidas en la naturaleza y son constituyentes esenciales de todos los seres vivos, además son la fuente de energía más importante para el funcionamiento de las células, estos proporcionan 4 kcal (17 kJ) por gramo consumido. Los carbohidratos se encuentran principalmente en los vegetales, frutas y productos lácteos, y se encuentran en los alimentos en diversas formas tales como: fibra, azúcares y almidón, estos carbohidratos les confieren el sabor, aroma, color y textura a los alimentos (Niaz et al., 2020).

Vitaminas

Son sustancias orgánicas que se encuentran en pequeñas cantidades en los alimentos y son necesarias para el desarrollo y crecimiento celular óptimo, así como para innumerables funciones y procesos metabólicos. Las células no fabrican vitaminas y algunas son difíciles de almacenar, por lo tanto, se depende la dieta diaria, excepto la vitamina D, que la obtenemos principalmente de la luz solar. Las vitaminas se clasifican en liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (A y B), y se encuentran en la mayoría de frutas, verduras, granos, cereales y productos lácteos (Ofoedu et al., 2021).

Minerales

Son sustancias inorgánicas que se hallan en pequeñas concentraciones en los alimentos y son de gran importancia para el desarrollo y funcionamiento de la célula. Los minerales se dividen en macrominerales (Na, Ca, Cl, Mg, P, K y S) y microminerales (Fe, Zn, Cr, Cu, F, I y Mn, Mo y Se), al igual que las vitaminas, los minerales no contienen calorías, pero algunos

intervienen en la producción de energía. Las principales fuentes de minerales son en alimentos de origen animal y vegetal (Drago, 2017).

Fibra

La fibra se encuentra principalmente en verduras, frutas, cereales y legumbres, tiene una serie de beneficios para la salud; existen dos tipos de fibra: la fibra y la fibra dietética. La fibra es el residuo de los alimentos vegetales que queda después de la extracción con ácido diluido seguido de álcali diluido, además es una medida de la cantidad de celulosa, pentosanos, lignina y otros componentes de este tipo no digeribles en los alimentos presentes. La fibra dietética es el residuo de alimentos vegetales resistentes a la hidrólisis enzimática humana y animal, y este tipo de fibra está compuesta por polisacáridos, oligosacáridos, hemicelulosa, lignina y sustancias vegetales asociadas (Dai & Chau, 2017).

Energía bruta

Es la energía química total medida a partir de la combustión completa del alimento en una bomba calorimétrica y es la máxima cantidad de energía que se puede extraer; además la energía bruta de los alimentos es producida por los tres macronutrientes: proteínas, carbohidratos y lípidos. No toda la energía contenida en los alimentos está disponible para ser utilizada por la célula, ya que no todos los macronutrientes productos de la digestión se digieren y se absorben por completo, porque todas las macromoléculas no se oxidan por completo y por lo tanto la energía se pierde en la orina y en las heces en forma de compuestos hidrocarbonados y nitrogenados (Cornil et al., 2020).

Análisis microbiológico

El análisis microbiológico de alimentos es el uso de métodos biológicos, bioquímicos, moleculares o químicos para la detección, identificación y cuantificación de microorganismos presentes en una muestra del producto alimenticio (Green & Goldman, 2021). El análisis microbiológico de alimentos forma parte de la gestión de la seguridad alimentaria y de las pruebas de conformidad que definen criterios microbiológicos o evalúan el desempeño de estrategias de control basadas en el análisis de peligros y puntos críticos de control. En productos en los que los microorganismos pueden sobrevivir y crecer, el análisis microbiológico de rutina es importante para confirmar que los mecanismos de control de fabricación son efectivos; también es necesario para comprobar la calidad de la materia prima, por ejemplo, para confirmar que están dentro de las especificaciones o para investigar las quejas de los consumidores (Doyle et al., 2019).

Para las pruebas microbiológicas de los alimentos se pueden utilizar métodos rápidos y convencionales. Los métodos convencionales se llaman así porque fueron desarrollados hace muchos años y se han utilizado desde entonces como métodos oficiales en la mayoría de los laboratorios de microbiología de alimentos; en cambio los métodos rápidos permiten una estimación rápida de los parámetros microbiológicos que permiten a los fabricantes de alimentos tomar medidas correctivas inmediatamente durante el proceso de producción (Green & Goldman, 2021).

Dentro de los análisis microbiológicos más comunes que se realizan a los alimentos se encuentran: aerobios mesófilos, hongos y coliformes (totales y fecales).

Aerobios mesófilos

Son microorganismos que crecen y prosperan en rangos de temperatura entre 20 y 45 °C, su temperatura óptima de crecimiento es de 37 °C, que es la temperatura corporal de los humanos y animales de sangre caliente; el punto de muerte térmica de las bacterias mesófilas es de 50 a 65 °C. Los mesófilos pueden reproducirse y replicarse por división celular mediante mitosis, por lo que pueden duplicar su número en aproximadamente 30 minutos a la temperatura, pH y salinidad óptima (Rabbani et al., 2023; Vincent & Charette, 2022).

Generalmente los aerobios mesófilos se cultivan en agar PCA, que es un medio no selectivo y rico en nutrientes (levadura, tripteína y glucosa) que promueve el crecimiento de la mayoría de las bacterias. El agar PCA es un medio de color amarillo translucido, por lo que es muy fácil identificar y diferenciar las colonias que ahí crecen (Figura 3) (Babacan, 2021).

Figura 3. Placa de crecimiento de aerobios mesófilos en agar PCA.



Fuente: (Bioser, 2024).

Los mesófilos son uno de los indicadores microbiológicos más generales y extensivos de la calidad de los alimentos, que indica la idoneidad del control de temperatura y saneamiento durante el procesamiento, transporte y almacenamiento, y revela fuentes de contaminación durante la fabricación (Rabbani et al., 2023; Vincent & Charette, 2022).

Hongos y levaduras

Son organismos unicelulares o multicelulares muy complejos, que se hallan en todos los ecosistemas, pero la gran mayoría se encuentran en el suelo, las plantas y aguas dulces y saladas. En general, los hongos descomponen el material vegetal muerto y cumplen un papel fundamental en el ciclo del carbono y otros elementos. Un cierto grupo de hongos son parásitos y producen enfermedades en sus huéspedes (plantas, animales y seres humanos) (Rúa, 2023).

Las levaduras son un tipo de hongos unicelulares y se hallan en suelos y en plantas, especialmente en el néctar de flores y frutas. Hay cientos de variedades de levaduras ascomicetas de importancia económica, los tipos comúnmente utilizados en la producción de pan, cerveza y vino son cepas seleccionadas de *Saccharomyces cerevisiae*. Algunas levaduras son patógenas de leves a peligrosos para los humanos y otros animales (Barzee et al., 2021).

Para el cultivo y aislamiento de hongos y levaduras se utiliza el agar SDCA, especialmente cuando las muestras están contaminadas con bacterias. Este agar contiene dextrosa y peptona, además tiene cloranfenicol que inhibe el crecimiento de una amplia gama de bacterias Gram positivas y Gram negativas. La identificación de hongos se realiza mediante la observación microscópica teniendo en cuenta las características y morfología de la colonia, la tasa de

crecimiento y la fuente de la muestra. Las levaduras crecen en colonias de color blanco (Figura 4), en cambio los mohos crecen en colonias filamentosas de varios colores (Zepeda et al., 2023).

Figura 4. Placa de crecimiento de hongos y levaduras en agar SDCA.



Fuente: (PNG-EGG, 2024).

Los hongos producen micotoxinas que se encuentran presentes en la mayoría de los alimentos, estas micotoxinas son metabolitos secundarios de bajo peso que causan daños conocidos como micotoxicosis en los animales y los seres humanos, por tanto, la importancia de la presencia de hongos en los alimentos y bebidas mediante análisis microbiológicos (Ayofemi, 2020).

Coliformes

Son bacterias Gram negativas con forma de bastón, no formadoras de esporas y móviles, se encuentran en el tracto digestivo y en los desechos de los animales y los seres humanos; también se encuentran en plantas y en el suelo. La mayoría de las bacterias coliformes no causan

enfermedades, sin embargo, algunas cepas raras de *E. coli*, en particular la cepa 0157:H7, pueden causar enfermedades graves (Alves et al., 2021).

Los coliformes se siembran en agar EMB, el cual es un medio microbiológico diferencial que inhibe ligeramente el crecimiento de bacterias Gram positivas y proporciona un indicador de color que distingue entre organismos que fermentan la lactosa, por ejemplo, *E. coli*; y aquellos que no, por ejemplo, *Salmonella* y *Shigella*. El agar EMB contiene péptidos, fosfato dipotásico, lactosa, sacarosa, azul de metileno y eosina Y; las bacterias Gram negativas producen ácido el cual hace que el pH disminuya y por ende cambia la coloración del medio, por lo tanto, las colonias se vuelvan de color púrpura oscuro (Figura 5), además, las bacterias fermentadoras de lactosa producen colonias planas y oscuras con un brillo metálico verde (Budiarso et al., 2021).

Figura 5. Placa de crecimiento de coliformes en agar EMB.



Fuente: (Stores-online, 2024).

Las bacterias coliformes son un indicador comúnmente utilizado de la calidad sanitaria de los alimentos y el agua; como resultado, las pruebas de coliformes pueden ser una indicación razonable de si hay otras bacterias patógenas presentes (Erkmen, 2022).

Liofilización

La liofilización es un proceso tecnológico mediante el cual se elimina agua a condiciones de vacío del producto congelado; durante este procedimiento, se obliga al agua congelada dentro del alimento a sublimarse directamente a gas, sin pasar por el proceso de condensación (Ramírez et al., 2019). En el caso de la liofilización de frutas, su proceso consiste en colocar los trozos de fruta en una cámara de vacío a una temperatura bajo cero; las moléculas de agua sólidas en la fruta se convierten en gas, dejando la fruta intacta. Una vez procesada, la fruta liofilizada debe envasarse herméticamente libre de humedad para conservar su frescura y propiedades naturales (Mitsagga et al., 2021); dicho proceso de conservación de frutas tiene como objetivo preservar su perfil nutricional, además, de que estas sean más estables y duren mucho más tiempo sin conservantes (Muñoz et al., 2018).

Algunas investigaciones han demostrado que las frutas liofilizadas conservan su forma y color mucho mejor que con los métodos de secado convencionales (secado por horno) (Estrada et al., 2018); además, se ha encontrado que las vitaminas y otros ingredientes valiosos también se conservan gracias a la sublimación (Reale et al., 2019). Las frutas liofilizadas son alimentos muy estables en almacenamiento, las cuales sin abrir puede durar de 25 a 30 años, solo si se almacena en condiciones ideales (Dziki, 2020), generando gran cantidad de usos como por ejemplo en

productos horneados, aditivo para postres y platos salados, batidos y licuados, conservas y harinas (Bhatta et al., 2020).

Alimentos funcionales

Son alimentos que contienen además de nutrientes, otros componentes que pueden ser beneficiosos para la salud, por lo que estos alimentos tienen un efecto potencialmente positivo en la salud más allá de la nutrición básica. Los alimentos funcionales incluyen la mayoría de los alimentos saludables (pescado, frutas, vegetales, cereales integrales, semillas, etc.), así como los alimentos fortificados y enriquecidos; pero excluye a solo una pequeña minoría de alimentos, como las bebidas azucaradas y las bebidas alcohólicas (Temple, 2022).

Los alimentos funcionales son alimentos nuevos que se han formulado de manera que contengan sustancias o microorganismos vivos que puedan tener un valor beneficioso para la salud o prevenir enfermedades, y en una concentración que sea segura y lo suficientemente alta para lograr el beneficio deseado. Las sustancias añadidas pueden ser nutrientes, fibra dietética, fitoquímicos o probióticos (Singh, 2019).

Los alimentos funcionales son alimentos novedosos que han sido formulados de modo que contengan sustancias o microorganismos vivos en una concentración que sea segura y suficientemente alta para lograr el beneficio deseado, como por ejemplo las barras energéticas, son alimentos que contienen un grupo diverso de ingredientes ricos en muchos compuestos bioactivos (Alongi & Anese, 2021).

Barras energéticas

Las barras energéticas son alimentos funcionales que a menudo se fabrican con una base de cereales como avena, arroz, maíz o proteínas (proteínas lácteas de leche, soja o suero de leche) y contienen frutos secos, además se enriquecen con vitaminas, minerales, fibra, probióticos y prebióticos (Morla et al., 2020). Las barras energéticas son productos alimenticios listos para comer que son versátiles, portátiles y convenientes, se pueden consumir mientras se viaja, se realizan otras tareas y permiten saltarse comidas (Gill & Meena, 2020).

En los últimos años ha crecido significativamente la demanda de barras energéticas ricas en proteínas por parte de las personas que practican actividades físicas y deportes, además de las personas que realizan dieta (Bravo & Livaque, 2021). Los investigadores han utilizado diversas combinaciones de ingredientes alimentarios para desarrollar barras especiales destinadas al consumo de tripulaciones espaciales y militares, además se han desarrollado y probado varias formulaciones específicas para enfermedades (Gill et al., 2022).

La barra energética a base de chontaduro liofilizado contiene una gran cantidad de carbohidratos (monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos) que aportan energía de calidad. La presencia de aminoácidos esenciales, vitaminas, y minerales proporcionan los nutrientes necesarios para la salud; además, esta barra es una fuente rica en ácidos grasos insaturados que aportan omega 3 y 6 (Campo et al., 2017).

Prueba de aceptabilidad de un producto alimenticio

La aceptabilidad de los alimentos se ve afectada por muchos factores, que pueden estar relacionados con el individuo, el alimento o el entorno en el que se consume el alimento. La aceptabilidad es una medida subjetiva basada en la hedonicidad (placer), que a su vez está relacionada con la percepción de los atributos gustativos, olfativos, de textura, visuales, auditivos, térmicos y otros de los alimentos; los estudios de aceptabilidad de un producto alimenticio se ocupan de las reacciones evaluativas de las personas hacia un alimento al calificar sus propiedades organolépticas en una escala de agrado o desagrado mediante una encuesta, y luego estos resultados son analizados estadísticamente (Mihafu et al., 2020).

La aceptabilidad de los alimentos está influenciada por las propiedades sensoriales del alimento, la exposición previa al mismo y las expectativas posteriores, los factores contextuales, la cultura de un individuo, el estado fisiológico (hambre y sed) y muchas otras variables. Las pruebas de aceptabilidad de un producto alimenticio son una herramienta valiosa para evaluar las preferencias de los consumidores, y además son una forma de analizar y estimar todos los factores que pueden contribuir al éxito o fracaso de un producto alimenticio en el mercado (Ayobami et al., 2023).

Prueba hedónica

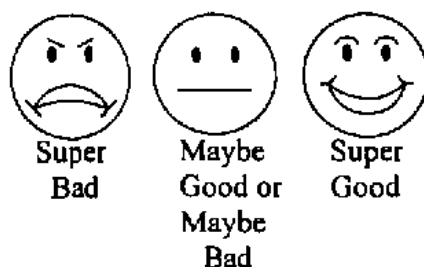
Describe el grado de aceptación y satisfacción del consumidor respecto a los atributos del producto alimenticio; sus resultados muestran la aceptación general de un producto y de sus competidores, así como la aceptación y la valoración de cada atributo (Addo et al., 2023). La prueba hedónica se realiza para obtener información cuantificada sobre, por ejemplo, cuánto le

gusta a la gente un producto o cuánto prefiere un nuevo prototipo sobre otros; se llevan a cabo con muestras representativas de la población y comprenden tanto pruebas de preferencia como de aceptabilidad (Otterbring et al., 2023).

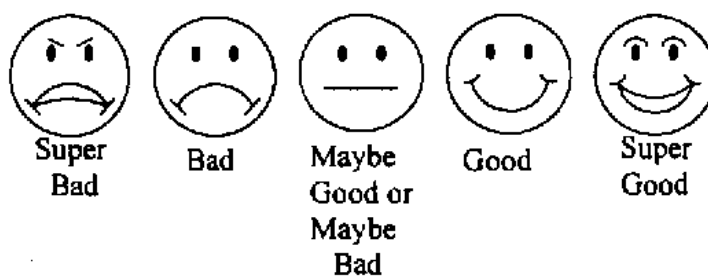
Para determinar el grado de aceptación de un producto alimenticio se hace uso de las escalas hedónicas (3, 5 y 7 puntos), en las cuales se utilizan imágenes (a menudo caras) y palabras para evaluar o calificar las preferencias de los consumidores hacia un producto (Figura 6) (Zhou et al., 2021).

Figura 6. Escala hedónica para aceptabilidad de un producto alimenticio.

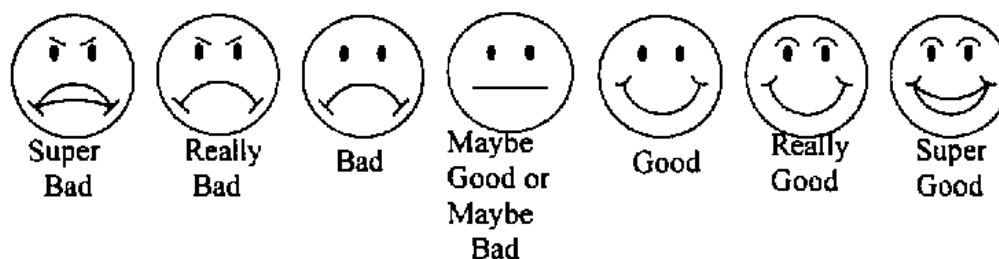
3-point scale



5-point scale



7-point scale



Fuente: (Chen et al., 1996).

Prueba sensorial

Es un método científico utilizado para medir, analizar y deducir la reacción a las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de los alimentos, al ser percibidos y apreciados a través de los sentidos humanos (vista, gusto, olfato, oído y tacto). En las pruebas sensoriales es necesario la participación de panelistas que evalúan y califican los productos alimenticios, mediante un cuestionario (Stone, 2023). Mediante las pruebas sensoriales de un producto alimenticio, se determina la calidad del alimento y la aceptación o rechazo por parte del consumidor en el mercado. En la prueba sensorial de alimentos se evalúa el color, olor (aroma), sabor, dulzor, textura, etc. (Thomareis & Dimitreli, 2022).

Color. Es la propiedad que posee un objeto de producir diferentes sensaciones en el ojo como resultado de la forma en que refleja o emite luz (Oxford University, 2024). El color es uno de los aspectos sensoriales más importantes de los alimentos y las bebidas, además indica su probable frescura y sabor, también puede influir en la elección y el disfrute del producto por parte del consumidor (Dey & Nagababu, 2022).

Olor. Es la facultad o poder de percibir olores o aromas mediante estímulos que afectan a los nervios olfativos (Oxford University, 2024). Los olores de los alimentos ayudan a identificar las fuentes adecuadas de alimentos para el consumo y estimula el deseo de comer; los olores son fundamentales para moldear nuestros recuerdos de los alimentos y bebidas consumidos y recordar sus efectos saciantes (Morquecho et al., 2020).

Sabor. Es la mezcla de sensaciones gustativas y olfativas evocadas por una sustancia, especialmente un alimento o una bebida en la boca (Oxford University, 2024). El sabor (gusto y aroma) es una de las cualidades más importantes de los alimentos y es un factor determinante para las decisiones de compra de alimentos; el desarrollo de sabores en los alimentos es un proceso complejo que involucra numerosas moléculas químicas (volátiles, no volátiles, proteínas, carbohidratos, lípidos, etc.) derivadas de una gran variedad de fuentes. Los sabores se dividen en tres categorías principales: sabores artificiales, especias y sabores naturales; estas categorías de sabores conforman los alimentos y bebidas que consumimos (Chen et al., 2023).

Dulzor. Es un sabor que se percibe al comer alimentos ricos en azúcares (Oxford University, 2024); los alimentos y bebidas que activan el sabor dulce suelen ser carbohidratos simples o azúcares en forma de glucosa, fructosa y sacarosa (Forde & De Graaf, 2023). El dulzor es una característica importante y fácilmente identificable, que da una sensación placentera que hace que los alimentos sean más sabrosos, y se cree que es placentero porque señala la presencia de calorías y, por lo tanto, actúa como un refuerzo psicológico para que los organismos hambrientos coman (Helstad, 2019).

Textura. Es la sensación física de las características y apariencia visual o táctil de la superficie (suave, áspera, difusa, viscosa, etc.) (Oxford University, 2024). La textura en alimentos se refiere a las cualidades que se pueden sentir con los dedos, la lengua, el paladar o los dientes; los alimentos tienen diferentes texturas, como las papas fritas crujientes, el apio crocante, los caramelos duros, los filetes tiernos, las mermeladas pegajosas, etc. (Hadde & Chen, 2021).

La textura también es un índice de la calidad de los alimentos, y esta puede cambiar a medida que se almacenan, además la textura es uno de los principales criterios que utilizan los consumidores para juzgar la calidad y frescura de los alimentos, porque cuando un alimento produce una sensación física en la boca (duro, blando, crujiente, húmedo, seco, etc.), el consumidor tiene una base para determinar la calidad del alimento (fresco, rancio, tierno, maduro, etc.), por lo tanto, la textura es el aspecto principal del alimento y el principal factor de su aceptabilidad (Wong et al., 2023).

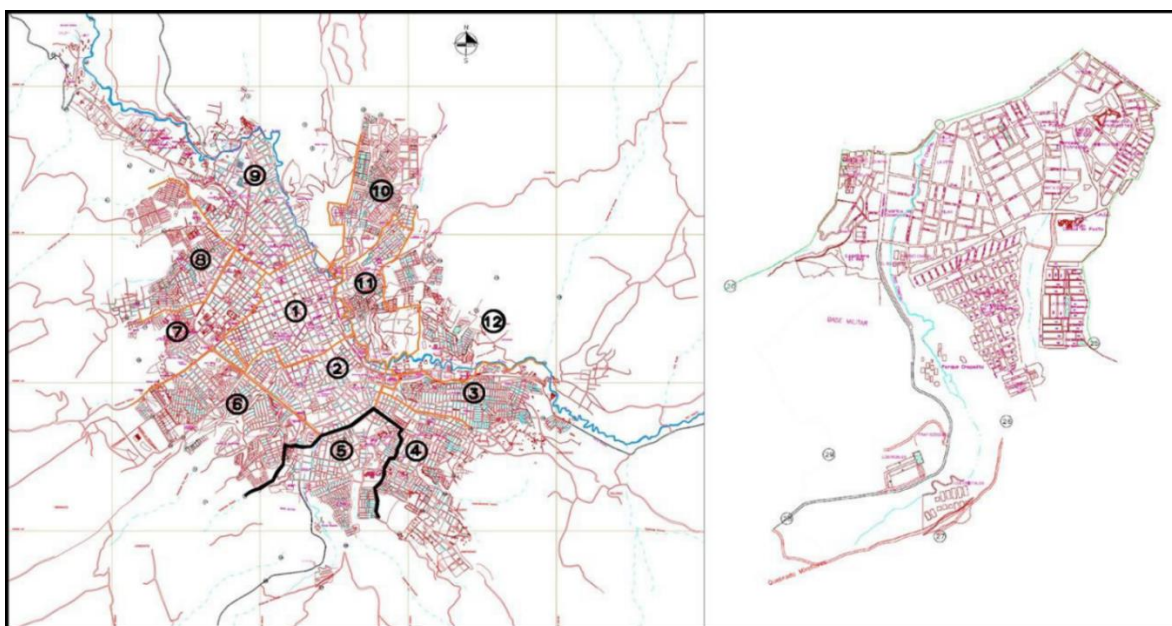
La textura de los alimentos se evalúa a través de su capacidad para fluir, doblarse, estirarse o romperse, aspectos que son fundamentales para la percepción sensorial de los consumidores. Estos términos de textura están intrínsecamente relacionados con propiedades físicas clave como la densidad, la viscosidad, la tensión superficial y otras características de los productos alimenticios, las cuales influyen de manera significativa en la experiencia sensorial del comensal. En muchos casos, esta evaluación se realiza de forma inconsciente por parte del consumidor, quien percibe y reacciona ante estas características a través del tacto y la masticación. Desde un enfoque sensorial, la textura no solo es apreciada visualmente, sino que se experimenta de manera directa al palpar, morder y triturar los alimentos, lo que determina en gran medida su aceptación y disfrute; esta interacción con la textura también influye en la percepción del sabor y la calidad del producto, haciendo que la experiencia alimentaria sea más compleja y multifacética (Seisun & Zalesny, 2021).

Metodología

Localización

Los chontaduros (*Bactris gasipaes*) fueron adquiridos en la plaza de mercado El Potrerillo (1°11'46" N – 77°16'14" W), que se encuentra ubicada en la comuna cinco de la ciudad de Pasto – Nariño, entre las calles 15 A y 15 D, y las carreras 5 A y 7 A (Figura 7) (IGAC, 2023).

Figura 7. Comuna cinco, San Juan de Pasto (Nariño).

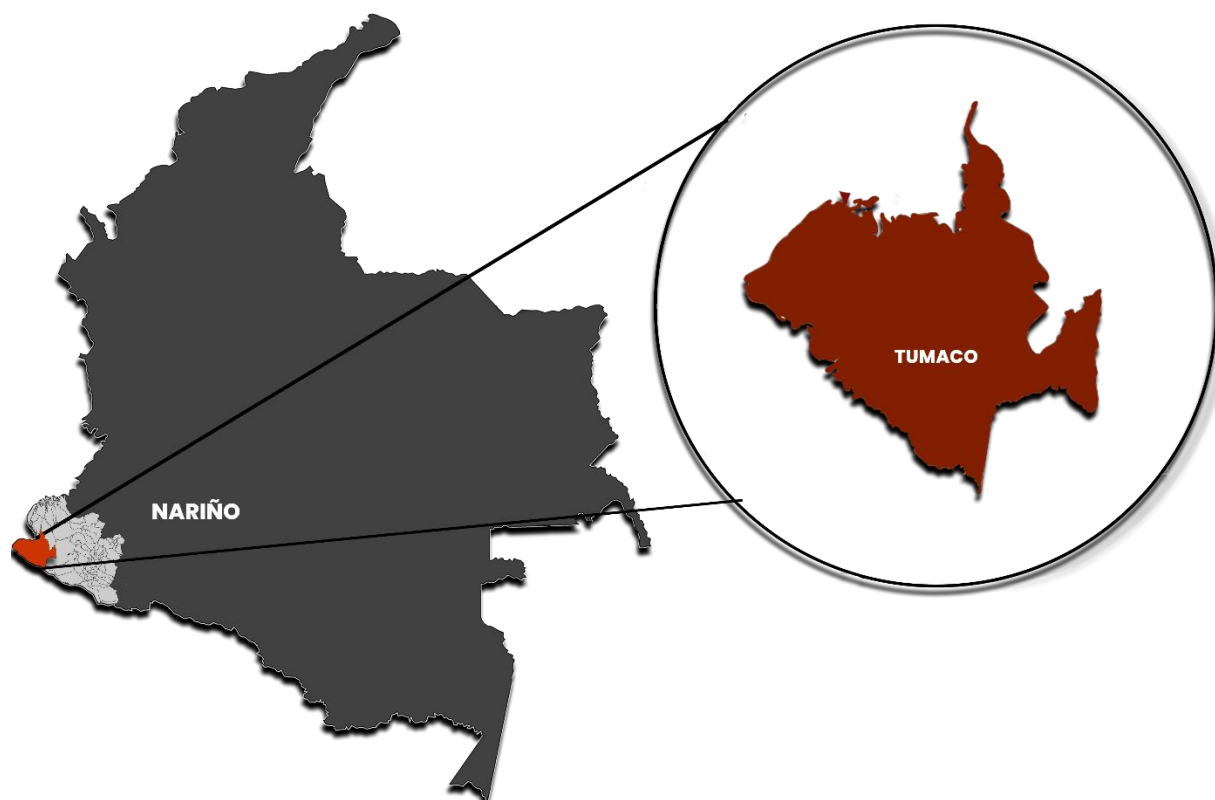


Fuente: (Pasto, 2024).

El chontaduro recolectado proviene del municipio de Tumaco (Figura 8) que se encuentra ubicado al extremo sur occidental de Colombia, en el departamento de Nariño, limita al occidente con el Océano Pacífico y al sur con la República del Ecuador. Este municipio tiene una extensión de 3.760 km², con una altitud de 3 m.s.n.m., una temperatura promedio anual de 26 a 28 °C y una precipitación promedio anual de 3.050 mm; la cabecera municipal se encuentra a

01°48'29" de latitud norte y 78°46'52" de longitud oeste, a 300 km de Pasto (IGAC, 2023). El puerto marítimo de Tumaco es considerado el tercero más importante del país y el segundo de la costa pacífica colombiana; la economía tumaqueña se basa principalmente en la agricultura, la pesca y el turismo (Alcaldía de Tumaco, 2020).

Figura 8. Municipio de Tumaco – Nariño.



Fuente: (Comisión de la verdad, 2024).

Los análisis bromatológicos del chontaduro fueron realizados en los laboratorios de química y análisis instrumental de la Universidad Mariana, sede Alvernia en la ciudad de Pasto – Nariño (77° 17' 54.2" N – 1° 13' 11.1" W) a 2.682 m.s.n.m., que se encuentra ubicada a 800 metros del Hospital San Pedro, vía al corregimiento de Mapachico (Pasto, 2024).

Recolección y acondicionamiento de la materia prima

Los chontaduros (*Bactris gasipaes*) seleccionados para la presente investigación, son de color rojo – naranja (Figura 9), con un grado de maduración fisiológico de 4, ya que el fruto posee un color rojo anaranjado brillante y la pulpa es blanda y de textura suave, de acuerdo con la escala de color de madurez fisiológica reportada por Montealegre (2020). El chontaduro presenta una forma ovoide, con 6 cm de diámetro mayor y 4 cm de diámetro menor, con un peso promedio de 45 g (Montealegre, 2020).

Figura 9. Chontaduro (*Bactris gasipaes*) maduro.



Fuente: el autor, 2025.

Los chontaduros se lavaron y desinfectaron con una solución acuosa de hipoclorito de sodio (100 ppm) por inmersión de 5 min y fueron secados con toallas absorbentes (Esparza & Cuero, 2013; García, 2017). Se utilizaron 2.000 g de chontaduro, los cuales fueron cocinados a 120 °C durante 2 horas en una olla presión (Figura 10); luego, la epidermis y la semilla del chontaduro fueron retiradas con la ayuda de un cuchillo de cocina (García, 2017).

Figura 10. Cocción y pelado de los chontaduros.



Fuente: el autor, 2025.

Liofilización del chontaduro (*Bactris gasipaes*)

Se utilizaron un total de 1.500 g de pulpa de chontaduro para la liofilización y elaboración de barras energéticas; la pulpa de chontaduro sin epidermis y sin semilla fue cortada en rodajas de 3 a 5 mm con la ayuda de un rayador de papas, la cual fue deposita en las seis bandejas del liofilizador, aproximadamente 250 g en cada bandeja (Figura 11); las seis bandejas fueron congeladas a -10 °C, durante 24 horas (Montealegre, 2020). Luego, las bandejas se

introdujeron en el liofilizador (Coolvacuum Ref. LM-LYOMICRON85) bajo las siguientes condiciones de operación: vacío 0,095 mbar, temperatura del producto $-26,3^{\circ}\text{C}$, temperatura del condensador $-73,2^{\circ}\text{C}$, tiempo 48 horas (Surco et al., 2017).

Figura 11. Liofilización de la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*).



Fuente: el autor, 2025.

Después del proceso de liofilización, la pulpa de chontaduro liofilizada fue sometida a una maceración cuidadosa en un mortero de porcelana, con el fin de obtener una consistencia homogénea; posteriormente, la mezcla resultante fue tamizada utilizando un tamiz de malla No. 10 ($\emptyset$ del poro de 2 mm - ASTM), para separar cualquier impureza o fragmento de mayor tamaño, garantizando así una textura más fina y uniforme para su posterior uso (Aponte, 2022).

Formulación de la barra energética de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*)

Para establecer los porcentajes de formulación de la barra energética a base de chontaduro liofilizado se elaboró la Tabla 2, teniendo en cuenta la información nutricional de los ingredientes (ICBF, 2018) para que las mezclas preparadas teóricamente presenten más del 10 % de proteína y que todos los ingredientes se encuentran totalmente balanceados, proporcionando el mejor aporte calórico y nutricional de acuerdo a los requerimientos nutricionales que establece la norma Codex Stan 074 de 1981 (FAO, 2024). Mediante la hoja de cálculo Excel 2019 – opción Solver (Microsoft Office, 2023), se ingresaron los datos de la información nutricional de cada ingrediente y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 2. Formulación inicial de las barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Ingredientes	Cantidad (%)							
	Número de barras energéticas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Pulpa de chontaduro liofilizado	50	30	45	25	30	25	50	45
Miel	20	40	20	40	20	20	40	40
Uvas pasas	10	10	15	15	10	10	15	15
Aceite de oliva	5	5	5	5	5	5	5	5
Pasta de maní	3	3	3	3	3	3	3	3
Fresas	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: (Aponte, 2022; Chancays & Villacis, 2016).

La elaboración de las barras energética a base de chontaduro liofilizado se realizó teniendo en cuenta el procedimiento reportado por Aponte (2022) y Chancays & Villacis (2016), donde se especifica las cantidades de los ingredientes para la preparación de barras energéticas a partir de cereales, con el fin de garantizar una buena homogeneidad y consistencia en la mezcla. En las formulaciones de barras energéticas se mantuvieron por igual los porcentajes de aceite de oliva, pasta de maní y fresas, y se variaron las cantidades en porcentajes de uvas pasas, miel y pulpa de chontaduro liofilizado, que fue el ingrediente objeto de estudio en la presente investigación. Se realizó la formulación de las barras energéticas en base a 100 g como peso final y 470 kcal/100 g (Aponte, 2022; Chancays & Villacis, 2016).

Para la preparación de las barras energéticas a base de pulpa de chontaduro liofilizado, se inició con el pesaje exacto de todos los ingredientes, de acuerdo con la información detallada en la Tabla 2. A continuación, se procedió a mezclar el aceite de oliva, la miel y la mantequilla de maní en un recipiente adecuado, calentando la mezcla a una temperatura de 70 °C, este paso fue fundamental para garantizar que todos los ingredientes se disolvieran de manera uniforme y se integraran correctamente. Una vez lograda esta disolución, se incorporaron las fresas, las uvas pasas y la pulpa de chontaduro liofilizada, agitando cuidadosamente hasta obtener una masa homogénea y compacta, lo que aseguraba una distribución equilibrada de los componentes en cada barra. Luego, la mezcla caliente fue vertida en moldes de acrílico, con unas dimensiones precisas de 12 x 4 x 2 cm (Figura 12), para darle forma a las barras, este paso fue crucial para obtener barras de tamaño uniforme y consistente. Una vez vertida la mezcla en los moldes, se permitió que las barras se enfriaran a temperatura ambiente, alrededor de 12 °C, durante un periodo de 12 horas, asegurando que se solidificaran adecuadamente y alcanzaran la textura

deseada. Finalmente, las barras energéticas se desmoldaron con cuidado, y se empacaron de manera hermética para preservar su frescura y propiedades nutricionales. Además, se les colocó una etiqueta de identificación que incluía información relevante sobre el producto, de acuerdo con los estándares de etiquetado establecidos (Morales, 2016).

Figura 12. Elaboración de las barras energéticas a base de pulpa de chontaduro.



Fuente: el autor, 2025.

Evaluación de las propiedades nutricionales de la barra energética a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado

Para llevar a cabo las diversas pruebas bromatológicas, que incluyeron la determinación de humedad, cenizas, proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas (A, B1, B2, B3, C y E), minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn), fibra y energía bruta, se utilizaron 50 g de cada barra energética elaborada con pulpa de chontaduro liofilizado. Cada una de las pruebas se realizó por triplicado para asegurar la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos. Este enfoque garantizó mediciones consistentes y representativas, permitiendo un análisis exhaustivo de la composición nutricional del producto y asegurando la validez de los datos para su evaluación y posterior aplicación.

Determinación de humedad

Para la determinación de humedad se procedió de acuerdo con el método gravimétrico de secado con balanza de humedad (Figura 13) AOAC 964.22 (A. O. A. C., 2019), depositando 1 g de muestra en el platillo de la balanza y presionando la tecla de inicio para determinar el porcentaje de humedad automático y directamente. Este proceso duro aproximadamente 1 hora.

Figura 13. Balanza de humedad Radwag.



Fuente: el autor, 2025.

Determinación de cenizas

Para la determinación de cenizas se realizó de acuerdo con el método gravimétrico de incineración completa con mufla (Figura 14) AOAC 923.03 (A. O. A. C., 2019), depositando 1 g de muestra en un crisol previamente pesado; luego se incinero en una mufla a 550 °C durante 1 hora y finalmente se pesó el crisol y las cenizas. El cálculo de porcentaje de cenizas se realizó con la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Porcentaje de cenizas.

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{(P_i - P_f)}{P_m} \times 100$$

Figura 14. Mufla Terrigeno.



Fuente: el autor, 2025.

Determinación de proteínas

Para la determinación de proteínas se procedió según el método volumétrico de digestión Kjeldahl AOAC 976.05 (A. O. A. C., 2019), depositando en un tubo Kjeldahl 1 g de muestra y 10 mL del reactivo de digestión de nitrógeno. Posteriormente, se llevó el tubo al digestor Kjeldahl (Figura 15 A) y se calentó la mezcla a 420 °C durante 90 min; luego, se dejó enfriar el tubo a temperatura ambiente y se procedió a destilar (Figura 15 B), utilizando reactivo de Tashiro e hidróxido de sodio (10 % m/V). Finalmente se tituló el destilado con una solución de ácido clorhídrico (0,0912 N) y se registró el volumen gastado. El porcentaje de proteína se calculó utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 2. Porcentaje de proteínas.

$$\text{Proteína (\%)} = \frac{1400 \times (v_m - v_b) \times 6.25}{P_m \times 1000}$$

Figura 15. Digestor (A) y destilador (B) Kjeldahl Raypa.



A



B

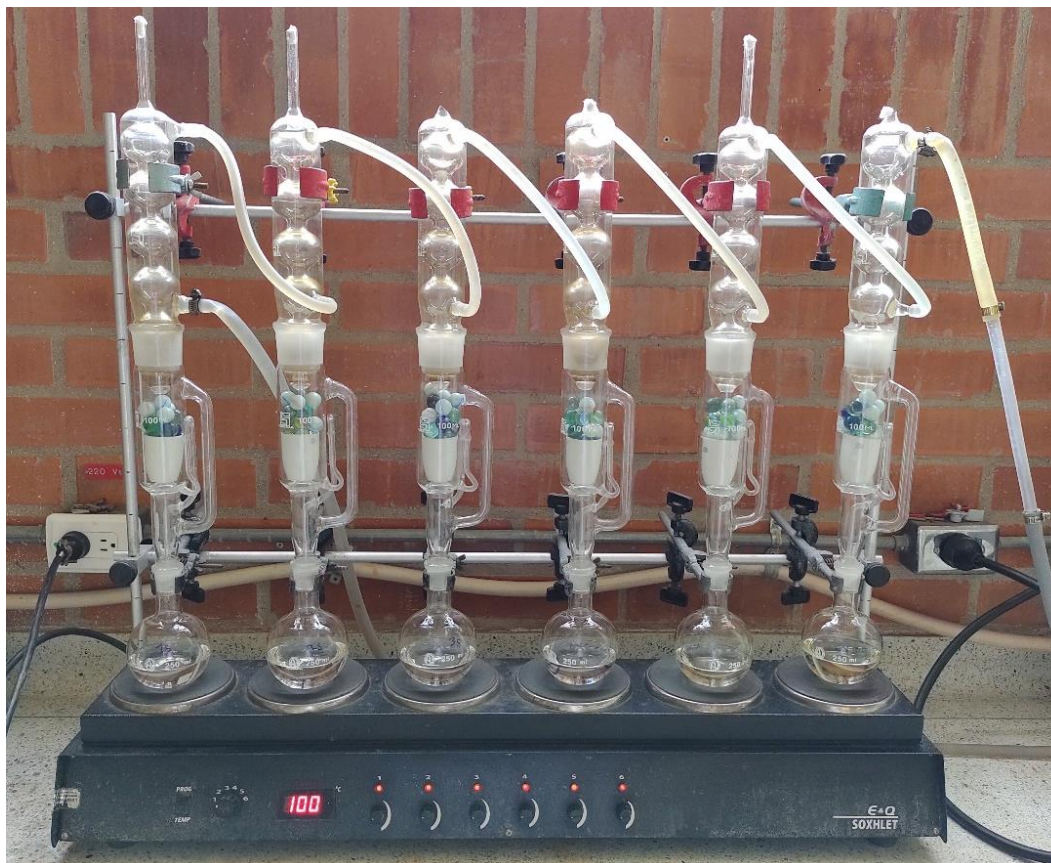
Fuente: el autor, 2025.

Determinación de lípidos (grasas y aceites)

Para la cuantificación de lípidos (grasas y aceites) se usó el método de extracción Soxhlet AOAC 991.36 (A. O. A. C., 2019). Las muestras fueron previamente secadas en un horno a 105 °C, para luego depositar 5 g de muestra en un dedal de celulosa, a continuación, se registró el peso de un matraz Soxhlet de 250 mL y se realizó el montaje del sistema Soxhlet (Figura 16).

Inmediatamente se adicionó 100 mL de hexano y se realizó la extracción a 100 °C durante 8 h, luego, se llevó el matraz Soxhlet a rotaevaporación, y a continuación se deseco el matraz Soxhlet en el desecador durante 30 min y finalmente se registró el peso final del matraz Soxhlet.

Figura 16. Extractor Soxhlet E&Q.



Fuente: el autor, 2025.

Para calcular el porcentaje de grasas y aceites se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 3. Porcentaje de grasas y aceites.

$$\text{Grasas y aceites (\%)} = \frac{(P_f - P_i)}{P_m} \times 100$$

Determinación de carbohidratos totales

La cuantificación de carbohidratos totales se realizó por diferencia, es decir los carbohidratos totales se determinaron a partir del porcentaje remanente de la cuantificación de los principales componentes del alimento (Iturbe & Sandoval, 2011). Se calculó el porcentaje de carbohidratos totales con la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Porcentaje de carbohidratos totales.

$$\text{Carbohidratos (\%)} = 100 - (\% \text{ humedad} + \% \text{ cenizas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lípidos})$$

Determinación de vitaminas

Para la determinación de las vitaminas A, B, C y E, se empleó el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con detector ultravioleta-visible (UV-Vis) (Figura 17). Esta técnica analítica avanzada se caracteriza por su alta sensibilidad y precisión, permitiendo no solo la identificación, sino también la cuantificación exacta de estas vitaminas en una amplia variedad de muestras, que incluyen alimentos, suplementos dietéticos o fluidos biológicos (Skoog et al., 2022). La selección de los parámetros experimentales, tales como la columna cromatográfica (fase normal o de fase inversa), la fase móvil (metanol, buffer fosfato y agua tipo 1) y las condiciones del detector UV-Vis (longitudes de onda → vitamina A: 250 – 350 nm, vitamina B: 230 – 460 nm, vitamina C: 245 – 265 nm y vitamina E: 250 – 300 nm), fueron optimizadas para cada vitamina para garantizar la máxima eficiencia en la separación e identificación de los analitos. Adicionalmente, se emplearon patrones de referencia certificados de Sigma-Aldrich para calibrar el sistema y asegurar la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos (Chirkin et al., 2013; Sami et al., 2014; Xiuping et al., 2008).

Figura 17. Cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC) Thermo Scientific.



Fuente: el autor, 2025.

Determinación de vitaminas A y E. En un matraz reflujo de 100 mL, se depositaron 2 g de muestra, 4 mL de etanol absoluto y 1 mL de una solución de ácido gálico (10 % m/v), posteriormente, se sometió a saponificación con 15 mL de KOH (50 % m/v) a 80 °C durante 30 min. En seguida, se dejó enfriar la mezcla en baño de hielo durante 10 min y luego se adicionaron 2 mL de agua tipo 1 y 6 mL de etanol absoluto; inmediatamente, se transfirió la mezcla a tubos Falcón y se centrifugó a 4.000 rpm durante 5 min; a continuación, el sobrenadante se transfirió a un embudo de separación de 100 mL y se adicionaron 5 mL de cloruro de sodio (10 % m/v) y se agitó la mezcla, luego se realizó la extracción con 10 mL de n-hexano grado HPLC por triplicado y la fase orgánica se rotaevaporó y se reconstituyó con 2 mL de metanol grado HPLC. Finalmente, las muestras se filtraron en Nylon (filtro de jeringa PVDF hidrófilo 0,45 μ m y 13 mm) y se transfirieron a viales ámbar para su análisis por HPLC (Chirkin et al., 2013; Sami et al., 2014; Xiuping et al., 2008).

Para la cuantificación de vitaminas A y E se realizó una curva de calibración para cada vitamina utilizando patrones Sigma-Aldrich [vitamina A palmitato (Ref. PHR1235) y α -tocoferol (Ref. T3251)], a concentraciones de 2 – 10 mg/mL (vitamina A) y 5 – 25 mg/mL (vitamina E) respectivamente. Las condiciones del HPLC fueron las siguientes: columna Zorbax Eclipse Plus C18, 5 μ m (Agilent) con detección 293 nm (vitamina A) y 284 nm (vitamina E) a una temperatura de 25 °C a un flujo de 1 mL/min, con un volumen de inyección de 50 μ L, utilizando como fase móvil metanol/agua (96:4) (Chirkin et al., 2013; Sami et al., 2014; Xiuping et al., 2008).

Determinación de vitamina B. En un tubo Falcón se depositaron 2 g de muestra, 5 mL de bicarbonato de sodio (1 % m/v) y 5 mL de ácido clorhídrico (1 M); a continuación, se agitó en frío a 200 rpm durante 30 min, luego se centrifugó a 4.000 rpm durante 20 min y posteriormente se extrajo el sobrenadante y se aforó a 25 mL con agua tipo 1. Finalmente, las muestras se filtraron en Nylon (filtro de jeringa PVDF hidrófilo 0.45 μ m y 13 mm) y se transfirieron a viales ámbar para su análisis por HPLC (Sami et al., 2014).

Para la cuantificación de vitaminas B (B1, B2 y B3) se realizó una curva de calibración para cada vitamina utilizando patrones Sigma-Aldrich [clorhidrato de tiamina (B1) (Ref. 47858), riboflavina (B2) (Ref. 47861) y ácido nicotínico (B3) (Ref. 47864)], a concentraciones de 0,1 – 0,5 mg/mL (vitamina B1), 0,01 – 0,05 mg/mL (vitamina B2) y 1 – 5 mg/mL (vitamina B3). Las condiciones del HPLC fueron las siguientes: columna Zorbax Eclipse Plus C18, 5 μ m (Agilent) con detección 245 nm (vitamina B1), 267 nm (vitamina B2) y 261 nm (vitamina B3), a una temperatura de 25 °C a un flujo de 0,5 mL/min, con un volumen de inyección de 10 μ L,

utilizando una fase móvil de metanol/buffer fosfato (0,023M, pH = 3.54) (33:67) (Sami et al., 2014).

Determinación de vitamina C. En un tubo Falcón se depositó 1 g de muestra y 5 mL de ácido fosfórico (0,05 N), inmediatamente se agito en frío a 200 rpm durante 30 min, luego se centrifugó a 4.000 rpm durante 20 min. Finalmente, las muestras se filtraron en Nylon (filtro de jeringa PVDF hidrófilo 0.45 μ m y 13 mm) y se transfirieron a viales ámbar para su análisis por HPLC (Sami et al., 2014).

Para la cuantificación se realizó una curva de calibración utilizando un estándar de vitamina C Sigma-Aldrich [L-ácido ascórbico (Ref. 47863)], a concentraciones de 20 – 100 mg/mL en agua tipo 1. Las condiciones del HPLC fueron: las siguientes: Hi-Plex Ca – 300 x 7,7 mm (Agilent) con detección por UV a 254 nm a una temperatura de 25 °C a un flujo de 0,6 mL/min, con un volumen de inyección de 10 μ L, utilizando una fase móvil de 100 % agua tipo 1 (Sami et al., 2014).

Determinación de minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn)

Para la determinación de minerales se utilizó el método de espectrofotometría de absorción atómica AOAC 999.11 (A. O. A. C., 2019), que es una técnica analítica que se basa en la absorción de luz por átomos en estado gaseoso; cuando una muestra se atomiza, los átomos en su estado gaseoso absorben luz a longitudes de onda específicas que corresponden a las transiciones electrónicas entre niveles de energía; la cantidad de luz absorbida es directamente proporcional a la concentración del elemento en la muestra (Skoog et al., 2022). En un crisol de

porcelana se depositaron 2 g de muestra y se llevaron a mufla a 450 °C durante 8 horas, luego, se enfrió a temperatura ambiente y se añadió a cada crisol 3 mL de agua desionizada y se llevaron los crisoles a mufla a 450 °C durante 2 horas. A continuación, se enfrió a temperatura ambiente y se adicionaron a cada crisol 5 mL de ácido clorhídrico (6 N) y se mezcló, inmediatamente se filtró la mezcla y el filtrado se transvasó a un matraz aforado de 25 mL, y finalmente se leyó la absorbancia de cada metal de acuerdo con la longitud de onda que se describe en la Tabla 3 (Afzal et al., 2022; Dos Santos et al., 2022; Orozco & Cañas, 2017).

Tabla 3. Curva de calibración para minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn).

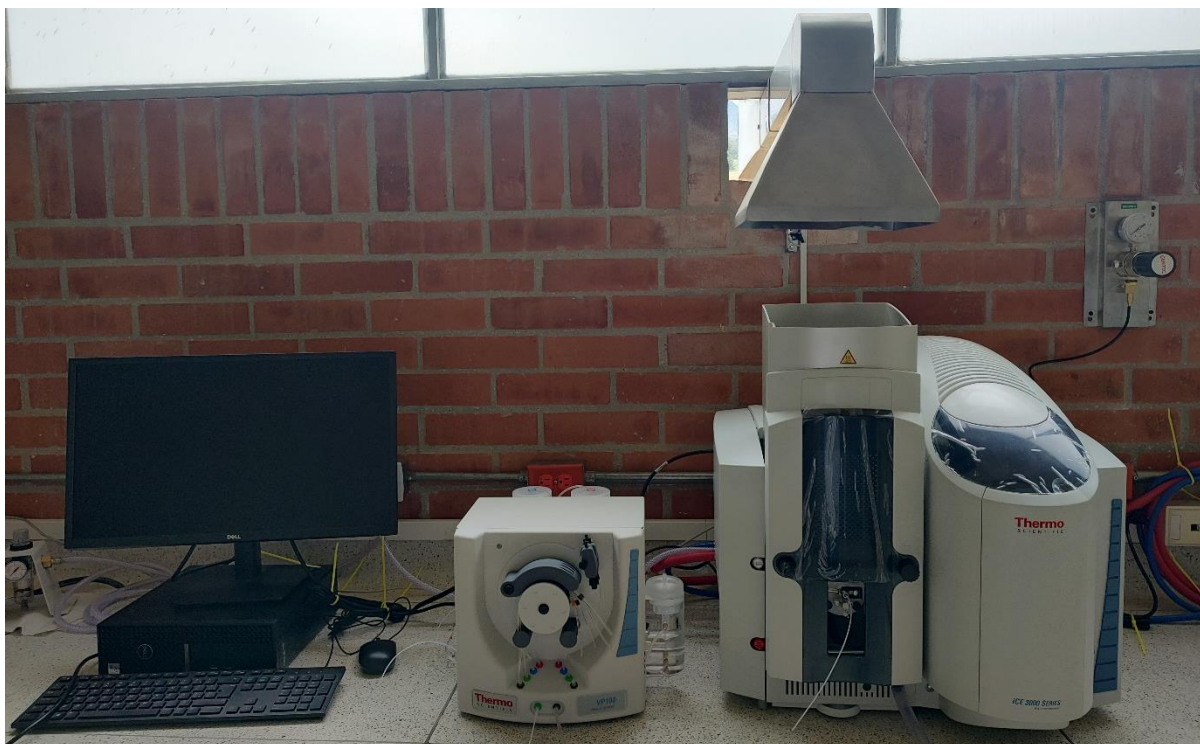
Mineral	Concentración de los estándares (mg/L)	Longitud de onda (nm)	Tipo de llama
Sodio	5 a 25	589,0	Acetileno/Aire
Potasio	150 a 350	766,5	Acetileno/Aire
Calcio	10 a 50	422,7	Acetileno/N ₂ O
Magnesio	50 a 250	285,2	Acetileno/Aire
Manganeso	0,5 a 2,5	279,5	Acetileno/N ₂ O
Hierro	0,5 a 2,5	248,3	Acetileno/Aire
Zinc	0,2 a 1,0	213,9	Acetileno/Aire

Fuente: (Afzal et al., 2022; Dos Santos et al., 2022; Orozco & Cañas, 2017).

Para la cuantificación de cada metal se realizó una curva de calibración utilizando estándares PanReac AppliChem (1.000 mg/L) [sodio (Ref. 313192), potasio (Ref. 313190), calcio (Ref. 313176), magnesio (Ref. 313184), manganeso (Ref. 766052), hierro (Ref. 313182) y zinc (Ref. 766058)]; con su respectiva lámpara de cátodo hueco (Thermo Scientific) de acuerdo como se indica en la Tabla 3. Las condiciones del espectrofotómetro de absorción atómica (EAA) (Figura 18) fueron: corriente de la lámpara de 8 a 15 mA, ancho de banda de 0,2 nm,

flujo de gas 2,2 L/min, tipo de llama acetileno/aire y acetileno/óxido nitroso, altura del quemador 10 nm (Afzal et al., 2022; Dos Santos et al., 2022; Orozco & Cañas, 2017).

Figura 18. Espectrofotómetro de absorción atómica (EAA) Thermo Scientific.



Fuente: el autor, 2025.

Determinación de fibra

Para la cuantificación de fibra se utilizó el método de hidrolisis ácida y alcalina AOAC 978.10 (A. O. A. C., 2019). En un vaso de 150 mL del analizador de fibra Hanon (Figura 19) se depositaron 1 g de muestra desengrasada y 100 mL de ácido sulfúrico (0,25 N) e inmediatamente se calentó la muestra a 200 °C durante 25 min, luego se filtró la mezcla automáticamente; posteriormente se adicionaron 100 mL de hidróxido de sodio (0,25 N) y se sometió a calentamiento la muestra a 200 °C durante 25 min, luego se filtró la mezcla automáticamente.

Finalmente se transfirió el residuo a un crisol previamente pesado y se incinero en una mufla a 550 °C durante 1 hora y finalmente se pesó el crisol y las cenizas.

Figura 19. Analizador de fibra Hanon.



Fuente: el autor, 2025.

Para calcular el porcentaje de fibra se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 5. Porcentaje de fibra

$$\text{Fibra (\%)} = \frac{(P_f - P_i)}{P_m} \times 100$$

Determinación de energía bruta

Para la determinación de calorías se utilizó el método del calorímetro (Fernández, 2016), utilizando un calorímetro IKA C200 (Figura 20), el cual fue calibrado con pastillas de ácido benzoico de poder calorífico de 26.461 J/g (6,32 kcal/g). En un crisol metálico se depositó 1 g de muestra, y se introdujo en la bomba calorimétrica, a la cual se le inyectó oxígeno (99,99 %) a 30 bar durante 30 seg; inmediatamente se llevó la bomba calorimétrica al calorímetro y se inició el proceso de combustión. Finalmente, después de 45 min se registró la lectura que apareció en el display del calorímetro.

Figura 20. Calorímetro IKA C200 (bomba calorimétrica y crisol metálico).



Fuente: el autor, 2025.

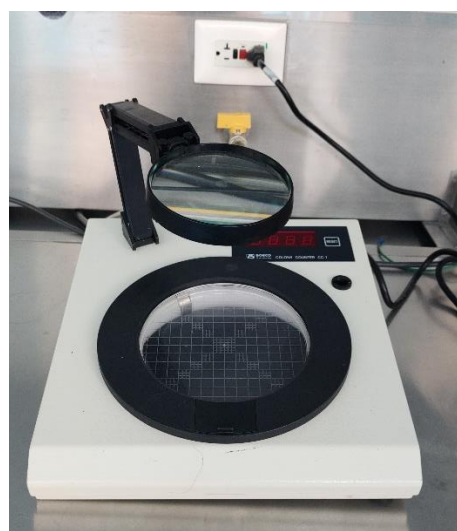
Evaluación microbiológica de la barra energética a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado

Para la cuantificación de microorganismos (aerobios mesófilos, hongos y coliformes) se usó los métodos de recuento y número más probable AOAC 990.12 (A. O. A. C., 2019).

Figura 21. Incubadora (A) y cuenta colonias (B).



A



B

Fuente: el autor, 2025.

Determinación de aerobios mesófilos

En un erlenmeyer de 250 mL se depositó 10 g de muestra y 90 mL de agua peptona tamponada (0,1 % m/V), que corresponde a la dilución madre, a partir de esta disolución se realizan las diluciones seriadas decimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} y 10^{-6}) en tubos de ensayo; posteriormente en doce cajas Petri con agar PCA, se sembró por duplicado las respectivas diluciones; finalmente se introdujeron las cajas Petri en posición invertida en una incubadora (Figura 21 A) a 30 °C por 72 horas. Pasado el tiempo de incubación se hizo el recuento de colonias (Figura 21 B) (Ochoa, 2012).

Determinación de hongos y levaduras

Se repite el procedimiento de determinación de aerobios mesófilos, con la diferencia es que en este método se utiliza agar SDCA (Ochoa, 2012).

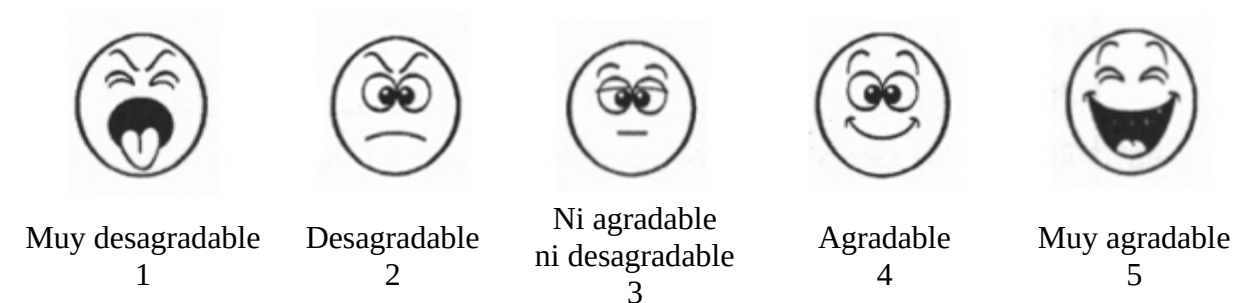
Determinación de coliformes totales

Se repite el procedimiento de determinación de aerobios mesófilos, con la diferencia es que en este método se utiliza agar EMB (Ochoa, 2012).

Determinación de la aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado mediante un test de aceptabilidad

Para determinar la aceptabilidad del producto se realizaron pruebas organolépticas (color, olor, sabor, dulzor y textura) de las cuatro formulaciones (Tabla 2), mediante una prueba hedónica (Apéndice A) cuya escala está estructurada de cinco puntos con sus respectivos puntajes (Figura 22).

Figura 22. Prueba hedónica de cinco puntos.



Fuente: (Tunco, 2018).

En esta prueba de aceptabilidad, se utilizó una escala de categorías para que los participantes califiquen su aceptación, por lo tanto, se les pidió a los panelistas evaluar las barras energéticas a base de chontaduro, codificadas con letras y números: B1, B2, B3 y B4; las barras se presentaron en envolturas plásticas idénticas en porciones de 15 g, para un total de 80 porciones. Esta prueba fue realizada por veinte estudiantes voluntarios (no entrenados) de la Universidad Mariana, para la degustación de las cuatro barras energéticas, los cuales determinaron los atributos de color, olor, sabor, dulzor y textura; se escogieron veinte jueces, con el fin de mejorar la calidad de la evaluación de las barras energéticas, sino que también para asegurar que los resultados sean más precisos y representativos, lo que fue crucial para la toma de decisiones (Tunco, 2018).

Análisis estadístico

Para esta investigación se empleó un diseño factorial 4 x 2 con el objetivo de formular y evaluar distintas barras energéticas (Tabla 4). Este diseño considera dos factores: el Factor 1, correspondiente a la pulpa de chontaduro liofilizada (ingrediente principal por su aporte nutricional), y el Factor 2, que representa la cantidad de miel (utilizada como ingrediente aglutinante). El primer factor incluye cuatro niveles (N1, N2, N3 y N4), mientras que el segundo se compone de dos niveles (n1 y n2); los niveles y tratamientos aplicados se detallan en la Tabla 5. Las variables de respuesta establecidas fueron: composición nutricional, aceptabilidad organoléptica, decisión de compra y valor de compra. Este diseño experimental se aplicó específicamente para evaluar las propiedades nutricionales de los macronutrientes (humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos totales).

Tabla 4. Datos previos del diseño factorial para la evaluación de las variables respuesta.

Ítem	Descripción
Tratamientos	8
Replicas	3
Total de mediciones	24
Modelo	$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$
Hipótesis nula experimental	Los factores cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y cantidad de aglutinante tienen los mismos efectos sobre la composición nutricional y los factores de aceptabilidad organoléptica de la barra energética
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Fuente: el autor, 2025.

Definición de las variables del modelo matemático:

- Y_{ijk} : representa la observación de la k-ésima réplica para la combinación de niveles i y j de los factores 1 y 2, respectivamente.
 $i = 1, 2, 3, 4$ (niveles del factor 1).
 $j = 1, 2$ (niveles del factor 2).
 $k = 1, 2, 3$ (réplicas).
- μ : es el valor medio general.
- α_i : es el efecto del nivel i del Factor 1.
- β_j : es el efecto del nivel j del Factor 2.
- $(\alpha\beta)_{ij}$: es el efecto de la interacción entre los factores 1 y 2 en sus niveles específicos.
- ϵ_{ijk} : es el error aleatorio asociado con cada réplica.

Tabla 5. Descripción de los tratamientos a evaluar.

Número de barra	Tratamiento	Descripción de factores y niveles
Barra 1	T1 = N1, n2	Muy alta cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y baja cantidad de miel
Barra 2	T2 = N3, n1	Media cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y alta cantidad de miel
Barra 3	T3 = N2, n2	Alta cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y baja cantidad de miel
Barra 4	T4 = N4, n1	Baja cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y alta cantidad de miel
Barra 5	T5 = N3, n2	Media cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y baja cantidad de miel
Barra 6	T6 = N2, n1	Alta cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y alta cantidad de miel
Barra 7	T7 = N4, n2	Baja cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y baja cantidad de miel
Barra 8	T8 = N1, n1	Muy alta cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada y alta cantidad de miel

Fuente: el autor, 2025.

Se consideraron ocho combinaciones de factores teniendo en cuenta una formulación con una composición de proteínas mayor al 10 %. Los datos serán analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA), y cuando las diferencias sean significativas ($p < 0,05$), los valores medios se evaluarán mediante la prueba HSD de Tukey. Para cada barra energética de pulpa de chontaduro liofilizado se realizó medición de los parámetros bromatológicos: humedad, cenizas, proteínas, lípidos (grasas y aceites), carbohidratos totales, vitaminas (A, B1, B2, B3, C y E), Minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn), todos estos análisis se realizaron por triplicado y los datos fueron analizados mediante los softwares Excel 2019 (Microsoft Office, 2023), RStudio versión 4.3.1 (Posit Software, 2024) e InfoStat/L (InfoStat, 2024).

Análisis y discusión de los resultados

Caracterización fisicoquímica de materia prima

A partir de 2.000 g de chontaduro (*Bactris gasipaes*) sin procesar, se obtuvieron 930 g de harina de pulpa de chontaduro liofilizada, lo que equivale a un rendimiento del 46,5 %. De los 1.500 g iniciales de pulpa de chontaduro, se logró obtener 930 g de harina liofilizada (Figura 23), lo que indica que el rendimiento del proceso de liofilización fue del 62 %. En consecuencia, se perdió un 38 % de la masa inicial, es decir, 570 g, que corresponde principalmente al contenido de agua libre de la pulpa (Surco et al., 2017). Esta pérdida de agua es inherente al proceso de liofilización, en el que el agua se elimina bajo condiciones de baja temperatura y presión, resultando en un producto seco y estable (Iturbe & Sandoval, 2011).

Figura 23. Harina de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

En las tabla 6 y 7, se registran los resultados de los macro y micronutrientes de la pulpa de chontaduro crudo y liofilizado.

Tabla 6. Valores promedio de los macro y micronutrientes de la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) crudo.

Parámetro	Crudo	Guazá & Sánchez, 2014	Peixoto et al., 2021	García, 2017
Humedad (%)	45,16 ± 0,01	50,50	62,43	42,76
Cenizas (%)	1,68 ± 0,01	0,80	2,64	1,37
Proteínas (%)	3,73 ± 0,01	2,60	3,90	6,39
Lípidos (%)	7,18 ± 0,03	4,40	18,73	5,61
Carbohidratos totales (%)	42,25 ± 0,03	41,70	12,30	43,87
Vitamina A (mg/100 g)	11,31 ± 0,55	12,51	1,82	-
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,04 ± 0,01	-	0,05	0,04
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,15 ± 0,01	-	0,16	0,11
Vitamina B3 (mg/100 g)	1,17 ± 0,08	-	1,40	0,90
Vitamina C (mg/100 g)	16,90 ± 1,61	17,56	3,50	0,20
Vitamina E (mg/100 g)	46,70 ± 0,46	-	47,01	-
Sodio (mg/100 g)	22,76 ± 0,01	-	0,20	12,60
Potasio (mg/100 g)	302,98 ± 0,02	196,01	289,30	206,40
Calcio (mg/100 g)	146,00 ± 0,01	23,04	21,80	21,80
Magnesio (mg/100 g)	76,85 ± 0,01	20,02	16,90	17,60
Manganeso (µg/100 g)	670 ± 0,01	-	84,30	82,60
Hierro (µg/100 g)	540 ± 0,01	785,40	565,60	739,30
Zinc (µg/100 g)	705 ± 0,01	-	277,70	278,30

Fuente: el autor, 2025.

Al comparar los resultados obtenidos para los macro y micronutrientes presentes en la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) (Tabla 6) con los valores reportados en la literatura científica, se evidencia que las concentraciones halladas se encuentran dentro de los rangos previamente documentados. Esta concordancia sugiere que la composición nutricional determinada en este estudio refleja de manera precisa las características propias de esta especie, tal como han sido descritas en investigaciones anteriores. La similitud con los datos bibliográficos no solo refuerza la validez de los resultados obtenidos, sino que también aporta confianza en la metodología empleada para el análisis; además, esta coherencia con estudios

previos destaca la estabilidad nutricional del chontaduro, lo que puede tener implicaciones importantes tanto para su valoración como alimento funcional como para su potencial aprovechamiento en programas de seguridad alimentaria y nutrición.

Tabla 7. Valores promedio de los macro y micronutrientes de la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

Parámetro	Liofilizado	Dussán et al., 2019	Pires et al., 2019	De Prado et al., 2022
Humedad (%)	4,28 ± 0,01	11,54	12,21	9,60
Cenizas (%)	1,61 ± 0,01	1,01	1,11	1,22
Proteínas (%)	3,65 ± 0,01	2,55	2,62	2,46
Lípidos (%)	7,13 ± 0,02	3,73	3,40	3,95
Carbohidratos totales (%)	83,33 ± 0,04	81,17	80,66	82,77
Vitamina A (mg/100 g)	9,64 ± 0,25	-	-	-
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,03 ± 0,01	-	-	-
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,08 ± 0,04	-	-	-
Vitamina B3 (mg/100 g)	0,89 ± 0,35	-	-	-
Vitamina C (mg/100 g)	12,43 ± 1,10	-	-	8,60
Vitamina E (mg/100 g)	41,89 ± 0,12	-	-	-
Sodio (mg/100 g)	21,22 ± 0,01	-	-	-
Potasio (mg/100 g)	301,70 ± 0,01	-	-	-
Calcio (mg/100 g)	145,31 ± 0,01	-	-	-
Magnesio (mg/100 g)	75,26 ± 0,01	-	-	-
Manganeso (µg/100 g)	590 ± 0,01	-	-	-
Hierro (µg/100 g)	404 ± 0,01	-	-	-
Zinc (µg/100 g)	670 ± 0,01	-	-	-

Fuente: el autor, 2025.

Se realizó una comparación entre los resultados obtenidos para los macro y micronutrientes presentes en la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizada y los reportados para harinas de chontaduro elaboradas mediante procesos convencionales de secado en horno y posterior molienda. Al analizar los datos de composición nutricional (Tabla 7), se

observó que los contenidos de cenizas, proteínas y lípidos en la pulpa liofilizada fueron significativamente superiores a los valores comúnmente reportados en la literatura científica para productos tratados térmicamente, esta diferencia puede atribuirse a que los procesos termomecánicos empleados en el secado por horno tienden a degradar algunos nutrientes sensibles al calor, reduciendo así su concentración final en el producto. En cuanto al contenido de humedad, la pulpa de chontaduro sometida a liofilización presentó valores considerablemente más bajos que los observados en las harinas tradicionales de chontaduro, debido a la naturaleza del proceso de liofilización, que permite una deshidratación más eficiente sin la aplicación directa de altas temperaturas, lo cual favorece la conservación de compuestos nutricionales sensibles. Por otro lado, el contenido de carbohidratos se mantuvo en niveles similares a los reportados en la literatura, lo que sugiere que este componente no se ve significativamente afectado por el tipo de procesamiento. Respecto a los micronutrientes, como vitaminas y minerales, no fue posible realizar una comparación exhaustiva debido a la escasa disponibilidad de datos específicos en la literatura científica sobre estos compuestos presentes en harinas de chontaduro. Sin embargo, se logró comparar el contenido de vitamina C, la cual mostró un valor experimental superior al reportado en estudios previos, ya que la vitamina C es termolábil, por lo que tiende a degradarse en presencia de calor. Al no someter el fruto a temperaturas elevadas durante la liofilización, es posible conservar una mayor proporción de esta vitamina, así como potencialmente otras vitaminas sensibles al calor.

Al realizar una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos sobre la composición nutricional de la pulpa de chontaduro liofilizada, no se hallaron suficientes referencias bibliográficas que permitieran una comparación directa de los valores de macro y

micronutrientes. Esto pone de manifiesto un vacío en la literatura científica y subraya la falta de estudios específicos sobre las propiedades nutricionales de la pulpa de chontaduro sometida a liofilización. En este contexto, la presente investigación cobra relevancia al proporcionar un análisis detallado y completo de la composición nutricional de la pulpa de chontaduro liofilizada.

Según los resultados presentados en las Tablas 6 y 7, se puede observar una diferencia significativa en la cantidad de agua (humedad) y carbohidratos totales entre la pulpa cruda y la pulpa liofilizada, este cambio se debe al proceso de liofilización, que implica una deshidratación profunda del fruto, en el cual, el agua contenida en la pulpa se elimina mediante congelación y posterior sublimación del hielo, lo que reduce drásticamente el contenido de humedad; como resultado, la pulpa liofilizada presenta una concentración más elevada de carbohidratos, en comparación con la pulpa cruda. Esta diferencia es fundamental, ya que la liofilización no solo afecta la cantidad de agua y carbohidratos, sino que también modifica la textura y el sabor del producto (Surco et al., 2017).

De acuerdo con los resultados presentados en las Tablas 6 y 7, los macronutrientes (cenizas, proteínas y lípidos) y micronutrientes (vitaminas y minerales) de la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*), tanto en su estado crudo como liofilizado, se mantienen intactos. Esto sugiere que el proceso de liofilización es un método eficaz de conservación, que no solo extiende la vida útil de la pulpa de chontaduro, sino que también preserva sus nutrientes, sabor y textura original (Surco et al., 2017). En consecuencia, la liofilización de esta pulpa permite aprovechar estas propiedades para el desarrollo de un producto biotecnológico, como una barra energética elaborada a base de pulpa de chontaduro liofilizado.

Formulación de la barra energética a base de pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*)

liofilizado

Al ingresar los datos de la información nutricional de cada ingrediente (pulpa de chontaduro liofilizado, miel, uvas pasas, aceite de oliva, pasta de maní y fresas) en la hoja de cálculo Excel – opción Solver (Microsoft Office, 2023), se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 8. Formulación de las barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Ingredientes	Cantidad (%)							
	Número de barras energéticas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Pulpa de chontaduro liofilizado	50	30	45	25	30	25	50	45
Miel	20	40	20	40	20	20	40	40
Uvas pasas	10	10	15	15	10	10	15	15
Aceite de oliva	5	5	5	5	5	5	5	5
Pasta de maní	3	3	3	3	3	3	3	3
Fresas	12	12	12	12	12	12	12	12
Total (g)	100	100	100	100	80	75	125	120

Fuente: (Aponte, 2022; Chancays & Villacis, 2016).

Al analizar los datos de la Tabla 8, se observa que las barras energéticas 5, 6, 7 y 8 no cumplen con la formulación propuesta, que establece un peso final de 100 g; en el caso de las barras 5 (80 g) y 6 (75 g), el peso es inferior, mientras que las barras 7 (125 g) y 8 (120 g) superan dicho valor. Esta desviación en los valores sugiere inconsistencias en el proceso de formulación o en la dosificación de los ingredientes; en consecuencia, para fines de evaluación y desarrollo del producto, se seleccionaron únicamente las formulaciones correspondientes a las barras energéticas elaboradas con pulpa de chontaduro liofilizado 1, 2, 3 y 4, ya que son las únicas que cumplen con el parámetro establecido de peso final (100 g), garantizando así uniformidad y adherencia a los criterios técnicos definidos en la formulación.

En la Figura 24 y la Tabla 9, se observa y registran las diferentes características fisicoquímicas de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Figura 24. Formulaciones de las barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

Tabla 9. Características fisicoquímicas de las barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Características	Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4
Tamaño (cm)	12 x 4 x 2	12 x 4 x 2	12 x 4 x 2	12 x 4 x 2
Masa (g)	85,16 ± 0,88	86,72 ± 0,88	85,23 ± 0,88	86,52 ± 0,88
Color	Marrón	Marrón	Marrón	Marrón
Olor	Dulce	Más dulce	Dulce	Más dulce
Sabor	Dulce	Muy dulce	Dulce	Muy dulce
Textura (N)	5,13	5,18	7,13	7,15

Fuente: el autor, 2025.

De acuerdo con la Figura 24 y la Tabla 9, las cuatro barras energéticas a base de chontaduro presentan un tamaño y peso similar, un olor agradable (dulce), y un color marrón característico de la pasta de maní. Las barras 2 y 4 son más dulces que las barras 1 y 3, ya que contienen mayor cantidad de miel; y las barras 1 y 2 son más blandas que las barras 3 y 4 debido

a su menor cantidad de uvas pasas, dado que a mayor concentración de sólidos y menor proporción de líquido, mayor será la dureza (Aponte et al., 2023). La textura de las muestras fue media usando un texturómetro Brookfield CT3, equipado con una sonda cilíndrica de 40 mm de diámetro; la prueba se realizó en modo normal, con una carga inicial de 0,05 N, una velocidad de penetración de 2 mm/s y una distancia de desplazamiento de 10 mm (Alba, 2016).

Evaluación de las propiedades nutricionales (macro y micronutrientes) de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado

En la Tabla 10 se registran los resultados del análisis bromatológico de los macronutrientes (humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos) de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Tabla 10. Valores promedio de las propiedades nutricionales de los macronutrientes de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Propiedad nutricional	Barras energéticas			
	1	2	3	4
Humedad (%)	7,13 ± 0,02	8,05 ± 0,00	7,01 ± 0,00	8,23 ± 0,02
Cenizas (%)	1,77 ± 0,03	1,67 ± 0,03	1,73 ± 0,01	1,65 ± 0,01
Proteínas (%)	13,26 ± 0,02	11,12 ± 0,07	12,64 ± 0,03	10,80 ± 0,02
Lípidos (%)	25,93 ± 0,02	25,34 ± 0,04	25,65 ± 0,02	25,05 ± 0,04
Carbohidratos (%)	51,91 ± 0,02	53,82 ± 0,10	52,96 ± 0,04	54,28 ± 0,07

Fuente: el autor, 2025.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 10, se observa que la barra energética 1 contiene mayor cantidad de cenizas, proteínas y lípidos, que las otras tres barras energéticas; en cambio la barra energética 4 posee mayor cantidad de humedad y carbohidratos con respecto a

las otras barras energéticas. En general, las cuatro barras energéticas contienen el siguiente promedio de macronutrientes: humedad 7,61 %, cenizas 1,70 %, proteínas 11,95 %, lípidos 25,49 % y carbohidratos 53,24 %, por lo que se permite afirmar que las cuatro barras energéticas son alimentos funcionales con gran aporte energético y nutricional, debido al alto contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos (Morla et al., 2020); además estas barras energéticas cumplen con los porcentajes adecuados de nutrientes de acuerdo a la Norma Codex Stan 074 de 1981, para alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños pequeños (FAO, 2024).

En la Tabla 11 se presentan los resultados del análisis bromatológico de los micronutrientes (vitaminas: A, B1, B2, B3, C y E; minerales: sodio, potasio, calcio, magnesio, manganeso, hierro, zinc) de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Tabla 11. Valores promedio de las propiedades nutricionales de los micronutrientes de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Propiedad nutricional	Barras energéticas			
	1	2	3	4
Vitamina A (mg/100 g)	7,34 ± 0,01	5,52 ± 0,02	6,47 ± 0,02	5,72 ± 0,01
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,12 ± 0,00	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,04 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,02 ± 0,00
Vitamina B3 (mg/100 g)	2,55 ± 0,01	2,49 ± 0,01	2,51 ± 0,00	2,45 ± 0,00
Vitamina C (mg/100 g)	33,70 ± 0,01	32,02 ± 0,07	32,11 ± 0,10	31,50 ± 0,04
Vitamina E (mg/100 g)	23,38 ± 0,06	23,04 ± 0,03	23,12 ± 0,04	23,02 ± 0,01
Sodio (mg/100 g)	17,38 ± 0,00	14,42 ± 0,00	17,05 ± 0,00	14,22 ± 0,00
Potasio (mg/100 g)	311,36 ± 0,00	260,03 ± 0,00	311,08 ± 0,00	259,62 ± 0,00
Calcio (mg/100 g)	48,32 ± 0,00	41,74 ± 0,00	48,25 ± 0,00	41,30 ± 0,00
Magnesio (mg/100 g)	161,51 ± 0,00	133,69 ± 0,00	147,28 ± 0,00	119,46 ± 0,00
Manganeso (mg/100 g)	1,25 ± 0,00	1,12 ± 0,00	1,16 ± 0,00	1,02 ± 0,00
Hierro (mg/100 g)	0,95 ± 0,00	0,94 ± 0,00	0,94 ± 0,00	0,95 ± 0,00
Zinc (mg/100 g)	0,77 ± 0,00	0,72 ± 0,00	0,75 ± 0,00	0,70 ± 0,00

Fuente: el autor, 2025.

En relación con los resultados presentados en la Tabla 11, se puede observar que la barra energética 1 contiene una mayor cantidad de vitaminas (A, B3, C y E) y minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn) en comparación con las demás, seguida por la barra energética 3, luego la barra 2 y finalmente la barra 4. No obstante, en cuanto a las vitaminas B1 y B2, la barra energética 1 presenta una cantidad similar a la de la barra energética 2. En general, las cuatro barras energéticas contienen el siguiente promedio vitaminas y minerales: vitamina A 6,26 mg/100 g, vitamina B1 0,11 mg/100 g, vitamina B2 0,03 mg/100 g, vitamina B3 2,50 mg/100 g, vitamina C 32,33 mg/100 g, vitamina E 23,14 mg/100 g, sodio 15,77 mg/100 g, potasio 285,52 mg/100 g, calcio 44,90 mg/100 g, magnesio 140,49 mg/100 g, manganeso 1,14 mg/100 g, hierro 0,95 mg/100 g y zinc 0,73 mg/100 g, por lo cual se puede decir que las barras energéticas a base de chontaduro son un producto alimenticio rico en nutrientes esenciales para el cuerpo humano, por su alto contenido de minerales y vitaminas (Aponte, 2022).

En la tabla 12 se registran los resultados de fibra y energía bruta de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

Tabla 12. Valores promedio de fibra y energía bruta de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Propiedad nutricional	Barras energéticas			
	1	2	3	4
Fibra (%)	6,55 ± 0,03	7,32 ± 0,01	6,93 ± 0,03	7,83 ± 0,04
Energía bruta (kcal/100 g)	475,08 ± 0,04	468,75 ± 0,06	471,19 ± 0,05	466,60 ± 0,03

Fuente: el autor, 2025.

Según los resultados de la tabla 12, la barra energética 4 posee mayor contenido de fibra (7,83 %), ya que esta barra contiene mayor cantidad de carbohidratos (54,28 %) que las otras barras energéticas. La barra energética 1 tiene más energía bruta (475,08 kcal/100 g) que las otras barras, debido a que esta barra tiene mayor contenido proteínas y lípidos (Veloz, 2015).

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico de las cuatro barras energéticas (Tablas 10, 11 y 12) evidencian que este producto alimenticio cumple con los requisitos nutricionales necesarios para una dieta balanceada y saludable; en este sentido, las barras energéticas podrían representar una opción viable y prometedora para abordar las problemáticas alimentarias en Colombia, particularmente dentro de los programas de asistencia social y seguridad alimentaria (Aponte, 2022). Además de ser una fuente significativa de proteínas, estas barras contienen una variedad de aminoácidos esenciales, fundamentales para el correcto funcionamiento del organismo, asimismo, su contenido en ácidos grasos polinsaturados contribuye al mantenimiento de una salud cardiovascular adecuada; por otro lado, las vitaminas y minerales presentes en las barras energéticas desempeñan un papel crucial en la prevención de deficiencias nutricionales, mientras que los antioxidantes ayudan a combatir el daño celular causado por los radicales libres. La fibra contenida en el producto también favorece la salud digestiva, promoviendo la regularidad intestinal y contribuyendo al bienestar general del consumidor. En conclusión, estos nutrientes bioactivos no solo proporcionan energía sostenida, sino que también potencian el rendimiento físico y cognitivo, lo que convierte a las barras energéticas de pulpa de chontaduro en un alimento funcional con múltiples beneficios para la salud del consumidor.

En la Tabla 13 se presentan los valores promedio totales de las propiedades nutricionales de los macro y micronutrientes de las cuatro barras energéticas elaboradas a base de chontaduro liofilizado, en comparación con las referencias bibliográficas.

Tabla 13. Valores promedio total de las propiedades nutricionales de los macro y micronutrientes de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Propiedad nutricional	Pulpa de chontaduro liofilizada	Veloz, 2015	Morales, 2016
Humedad (%)	7,61 ± 0,63	10,97	10,58
Cenizas (%)	1,70 ± 0,06	1,07	1,03
Proteínas (%)	11,95 ± 1,18	10,33	5,09
Lípidos (%)	25,49 ± 0,38	6,79	3,93
Carbohidratos totales (%)	53,24 ± 1,04	70,84	79,37
Vitamina A (mg/100 g)	6,26 ± 0,83	-	-
Vitamina B1 (mg/100 g)	0,11 ± 0,01	-	-
Vitamina B2 (mg/100 g)	0,03 ± 0,01	-	-
Vitamina B3 (mg/100 g)	2,50 ± 0,04	-	-
Vitamina C (mg/100 g)	32,33 ± 0,95	-	-
Vitamina E (mg/100 g)	23,14 ± 0,16	-	-
Sodio (mg/100 g)	15,77 ± 1,68	-	-
Potasio (mg/100 g)	285,52 ± 0,68	-	-
Calcio (mg/100 g)	44,90 ± 0,91	-	-
Magnesio (mg/100 g)	140,49 ± 0,04	-	-
Manganeso (mg/100 g)	1,14 ± 0,09	-	-
Hierro (mg/100 g)	0,95 ± 0,01	-	-
Zinc (mg/100 g)	0,73 ± 0,03	-	-
Fibra (%)	7,16 ± 0,54	6,79	1,58
Energía bruta (kcal/100 g)	470,41 ± 0,64	419,46	409,25

Fuente: el autor, 2025.

Se compararon los resultados obtenidos para los macro y micronutrientes presentes en una barra energética elaborada con pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizada con los reportados en dos estudios previos: Veloz (2015) y Morales (2016), en el estudio de Veloz se

utilizó cáscara de chontaduro fermentada en estado sólido, mientras que Morales empleó una mezcla de harinas de arroz, avena y chontaduro para la elaboración de barras energéticas. En ambas investigaciones, la harina de chontaduro utilizada para la elaboración de las barras energéticas fue obtenida a partir de la cáscara y la pulpa del fruto, las cuales fueron sometidas a un proceso de secado en horno (Morales, 2016; Veloz, 2015). Al analizar los datos de composición nutricional (Tabla 13) de la barra energética elaborada con pulpa de chontaduro liofilizada, en comparación con los reportados en las dos referencias bibliográficas consideradas, se observa un aumento en los valores de cenizas, proteínas, lípidos, fibra y energía bruta; por el contrario, los contenidos de humedad y carbohidratos son inferiores. Estas diferencias pueden atribuirse al método de procesamiento empleado para obtener la harina de chontaduro, específicamente la liofilización utilizada en este estudio frente al secado convencional aplicado en los estudios previos. La liofilización, al ser un proceso a baja temperatura y presión, permite una mayor preservación de los nutrientes y una mayor concentración de componentes sólidos, lo que puede explicar los valores nutricionales más elevados observados en algunos parámetros. La comparación de los micronutrientes de la barra energética de pulpa de chontaduro liofilizada con las dos referencias no fue posible, ya que estas no proporcionaron datos sobre los micronutrientes.

Al realizar la búsqueda en diversas bases de datos sobre la elaboración y composición nutricional de barras energéticas elaboradas con pulpa de chontaduro liofilizada, no se encontraron suficientes referencias bibliográficas, lo que dificulta la posibilidad de realizar una comparación directa con productos similares en términos de sus propiedades nutricionales. En este contexto, la presente investigación adquiere relevancia al ofrecer un análisis detallado y

exhaustivo de la composición nutricional de la barra energética de pulpa de chontaduro liofilizada.

En las siguientes tablas se presenta el análisis de varianza (ANOVA) correspondiente a las cuatro barras energéticas elaboradas a partir de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado. El análisis cubre los parámetros de humedad (Tabla 14), cenizas (Tabla 15), proteínas (Tabla 16), lípidos (Tabla 17) y carbohidratos (Tabla 18); en este estudio, el Factor 1 corresponde a la cantidad de pulpa de chontaduro (en gramos) utilizada, mientras que el Factor 2 hace referencia a la cantidad de miel (en gramos) incorporada en la formulación de las barras.

La evaluación estadística de las variables de respuesta se realizó mediante ANOVA, con el objetivo de identificar posibles diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Para detectar dichas diferencias, se aplicó la prueba de Tukey, que permite comparaciones múltiples entre los grupos de manera robusta. Todo el análisis se efectuó bajo un nivel de significancia del 5 %, lo que implica un margen de error tipo I del 5 %. Los cálculos y análisis fueron llevados a cabo utilizando el programa estadístico InfoStat, versión estudiante.

Este enfoque metodológico busca proporcionar una comprensión detallada de cómo la variación en los ingredientes (pulpa de chontaduro y miel) impacta en las características nutricionales de las barras, permitiendo así una evaluación precisa de las diferencias entre los tratamientos aplicados.

Tabla 14. ANOVA para la variable humedad de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo	3,52	3	1,17	4924,83	< 0,0001
Factor 2 (g)	3,45	1	3,45	14490,02	< 0,0001
Factor 1 (g)	0,07	2	0,03	142,24	< 0,0001
Error	1,9 E-03	8	2,4 E-04		
Total	3,52	11			

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 15. ANOVA para la variable cenizas de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo	0,03	3	0,01	19,65	0,0005
Factor 2 (g)	0,03	1	0,03	54,57	0,0001
Factor 1 (g)	2,1 E-03	2	1 E-03	2,19	0,0003
Error	3,8 E-03	8	4,8 E-04		
Total	0,03	11			

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 16. ANOVA para la variable proteínas de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo	12,58	3	4,19	2854,41	< 0,0001
Factor 2 (g)	11,84	1	11,8	8062,06	< 0,0001
Factor 1 (g)	0,74	2	0,37	250,59	< 0,0001
Error	0,01	8	1,5 E-03		
Total	12,59	11			

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 17. ANOVA para la variable lípidos de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo	1,33	3	0,44	374,49	< 0,0001
Factor 2 (g)	1,08	1	1,08	913,11	< 0,0001
Factor 1 (g)	0,25	2	0,12	105,11	< 0,0001
Error	0,01	8	1,2 E-03		
Total	1,34	11			

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 18. ANOVA para la variable carbohidratos de las cuatro barras energéticas a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo	9,73	3	3,24	730,24	< 0,0001
Factor 2 (g)	7,76	1	7,76	1746,71	< 0,0001
Factor 1 (g)	1,97	2	0,99	222,01	< 0,0001
Error	0,04	8	4,4 E-03		
Total	9,77	11			

Fuente: (InfoStat, 2024).

De acuerdo a los resultados de las Tablas 14, 15, 16, 17 y 18, se observa que el valor de P es mucho menor que el valor alfa ($0,0001 < 0,05$) lo que indica que hay diferencias significativas en la composición nutricional de cada barra energética, asimismo el valor bajo de P, permite deducir que se rechaza la hipótesis nula (H_0), por lo que se puede concluir que la cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada (Factor 1) y miel (Factor 2) tienen un efecto sobre la composición nutricional y la aceptabilidad organoléptica de las cuatro barras energéticas. Además, los factores 1 y 2 ejercen un efecto directo sobre los parámetros de humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos de forma independiente; esto indica que la pulpa de chontaduro

lío filizada mantiene sus propiedades nutricionales esenciales sin verse significativamente afectada por la presencia de aglutinantes u otros ingredientes en la formulación de la barra energética. En consecuencia, es viable considerar la incorporación de diferentes alternativas como fuente de energía o textura, similares a la miel, tales como aglutinantes naturales (goma, almidones, gelatina, entre otros); frutas como sustituto de las fresas (coco, piña, manzana, etc.); frutos secos en lugar de las uvas pasas (nueces, almendras o maní); así como otras fuentes lipídicas distintas al aceite de oliva (aceite de girasol o de palma); estas sustituciones no comprometen las características nutricionales del producto final, permitiendo una mayor flexibilidad en el diseño de barras energéticas a base de pulpa de chontaduro lío filizado, adaptadas a distintos gustos, necesidades nutricionales o disponibilidad de ingredientes. En consecuencia, tanto el Factor 1 (cantidad de pulpa de chontaduro lío filizada) como el Factor 2 (cantidad de miel) utilizada como aglutinante, ejercen un impacto significativo y estadísticamente relevante sobre la composición nutricional de las barras energéticas formuladas a partir de chontaduro. Este efecto se manifiesta de manera independiente, lo que significa que cada uno de estos factores influye por sí solo en las propiedades nutricionales del producto final, sin que exista necesariamente una interacción entre ambos. Entre los principales componentes afectados se encuentran los niveles de humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos, lo cual evidencia que tanto la matriz base (pulpa lío filizada) como los ingredientes complementarios (como la miel) pueden modificar el perfil nutricional del alimento. Este hallazgo resalta la importancia de seleccionar cuidadosamente los ingredientes durante el proceso de formulación, ya que cada uno puede contribuir de forma distinta a las características funcionales y nutricionales de la barra energética.

Para el análisis de varianza, no se consideró la interacción entre el Factor 1 (cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada) y el Factor 2 (cantidad de miel) debido a que no se observó una significancia estadística en dicha interacción. Al revisar los resultados presentados en las Tablas 14, 15, 16, 17 y 18, se concluyó que no existe una relación directa entre los macronutrientes (humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos) y la interacción entre ambos factores. Esto implica que los niveles de los macronutrientes no dependen de la combinación de las cantidades de pulpa de chontaduro y miel, sino que están determinados por los efectos individuales de cada factor, de manera independiente. Dado que la interacción no mostró una contribución significativa (con una suma de cuadrados $SC = 0$), se optó por omitir esta variable en los análisis finales, enfocándose exclusivamente en los efectos principales de cada factor. Esta estrategia permite una interpretación más clara y precisa de cómo cada uno de los factores influye en las propiedades nutricionales de las barras energéticas sin la complejidad añadida de la interacción entre ellos.

En las Tablas 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28, se presentan los resultados de la prueba HSD de Tukey, la cual se aplicó con el propósito de identificar diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de los factores evaluados: Factor 1 (cantidad de pulpa de chontaduro liofilizada) y Factor 2 (cantidad de miel), en relación con cada una de las variables de respuesta analizadas, que incluyen humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos. Esta prueba, fue necesaria tras detectar efectos principales significativos en el análisis de varianza, permitiendo así establecer con mayor precisión qué tratamientos difieren entre sí.

Tabla 19. Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; S = 0,04034; Error = 0,0002; gl = 8), con variable respuesta humedad.

Factor 1 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
45	7,01	3	0,01	A - B	0,12
50	7,13	3	0,01	A - C	1,04
30	8,05	3	0,01	A - D	1,22
25	8,23	3	0,01	B - C	0,92
				B - D	1,10
				C - D	0,18

0,04034

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 20. Prueba de Tukey para el factor 2 (alfa = 0,05; DMS = 0,02054; Error = 0,0002; gl = 8), con variable respuesta humedad.

Factor 2 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
20	7,07	6	0,01	A - B	1,07
40	8,14	6	0,01		0,02054

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 21. Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; DMS = 0,05712; Error = 0,0002; gl = 8), con variable respuesta cenizas.

Factor 1 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
25	1,65	3	0,01	A - B	0,02
30	1,67	3	0,01	A - C	0,08
45	1,73	3	0,01	A - D	0,12
50	1,77	3	0,01	B - C	0,06
				B - D	0,10
				C - D	0,04

0,05712

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 22. Prueba de Tukey para el factor 2 (alfa = 0,05; DMS = 0,02908; Error = 0,0002; gl = 8), con variable respuesta cenizas.

Factor 2 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
40	1,66	6	0,01	A - B	0,09
20	1,75	6	0,01		0,02908

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 23. Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; DMS = 0,10022; Error = 0,0015; gl = 8), con variable respuesta proteínas.

Factor 1 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
25	10,8	3	0,02	A - B	0,32
30	11,12	3	0,02	A - C	1,84
45	12,64	3	0,02	A - D	2,26
50	13,06	2	0,02	B - C	1,52
				B - D	1,94
				C - D	0,42

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 24. Prueba de Tukey para el factor 2 (alfa = 0,05; DMS = 0,05103; Error = 0,0015; gl = 8), con variable respuesta proteínas.

Factor 2 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
40	10,96	6	0,02	A - B	20
20	12,95	6	0,02		0,05103

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 25. Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; DMS = 0,08997; Error = 0,0012; gl = 8), con variable respuesta lípidos.

Factor 1 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
25	25,05	3	0,02	A - B	0,29
30	25,34	3	0,02	A - C	0,60
45	25,65	3	0,02	A - D	0,88
50	25,93	3	0,02	B - C	0,31
				B - D	0,59
				C - D	0,28

0,08997

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 26. Prueba de Tukey para el factor 2 (alfa = 0,05; DMS = 0,04581; Error = 0,0012; gl = 8), con variable respuesta lípidos.

Factor 2 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
40	25,19	6	0,02	A - B	0,6
20	25,79	6	0,02		0,04581

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 27. Prueba de Tukey para el factor 1 (alfa = 0,05; DMS = 0,17428; Error = 0,0044; gl = 8), con variable respuesta carbohidratos.

Factor 1 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
25	51,91	3	0,04	A - B	1,05
30	52,96	3	0,04	A - C	1,91
45	53,82	3	0,04	A - D	2,37
50	54,28	3	0,04	B - C	0,86
				B - D	1,32
				C - D	0,46

0,17428

Fuente: (InfoStat, 2024).

Tabla 28. Prueba de Tukey para el factor 2 (alfa = 0,05; DMS = 0,08874; Error = 0,0044; gl = 8), con variable respuesta carbohidratos.

Factor 2 (%)	Medias	n	E.E.	Diferencia	DMS
40	52,44	6	0,03	A - B	1,61
20	54,05	6	0,03		0,08874

Fuente: (InfoStat, 2024).

Según los resultados de las Tablas 19 a 28, al comparar las diferencias entre las medias de los grupos con el DMS calculado, el valor de DMS es más bajo que las diferencias, lo que significa que existe una desigualdad en la composición nutricional de las cuatro barras energéticas, por lo tanto, la barra 1 contiene mayor cantidad de cenizas (minerales), proteínas (aminoácidos esenciales), lípidos (ácidos grasos poliinsaturados – omegas), pero menor cantidad de agua (humedad) y carbohidratos que las otras barras. De las cuatro formulaciones de las barras energéticas se escoge la formulación de la barra energética número 1, debido a que esta presenta mayor contenido proteico y energético en comparación con las formulaciones las barras energéticas 2, 3 y 4; además, los resultados del ANOVA señalan al Factor 1 (cantidad de pulpa de chontaduro liofilizado) como el más importante de las características de las barras energéticas, el cual constituye el eje central de la presente investigación, por lo tanto, la formulación 1 se alinea de manera más efectiva con los objetivos del estudio al maximizar los componentes nutricionales clave y al destacar la influencia del ingrediente principal.

Los valores de los macro y micronutrientes de la barra energética a base de chontaduro, fueron comparados con otras investigaciones de referencia bibliográfica, donde se elaboraron y prepararon diferentes barras energéticas de quinua (Adrianzén & Julca, 2020), avena (Aldaz & Tantaleán, 2019), soya (Angulo et al., 2023), amaranto (Aponte, 2022), arroz (Cubas & Rojas,

2021), y maíz (Roldán et al., 2022). En las Tablas 29, 30 y 31, se registran las comparaciones de los nutrientes de la barra energética 1 a base de chontaduro con la bibliografía.

Tabla 29. Comparación de las propiedades nutricionales de los macronutrientes de la barra energética de chontaduro con otras barras energéticas de cereales.

Barra energética	Parámetro bromatológico					Autores
	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteínas (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	
Quinoa	11,62	1,93	10,84	6,76	68,85	Adrianzén & Julca, 2020
Avena	10,85	1,8	11,17	3,8	72,38	Aldaz & Tantaleán, 2019
Soya	15,5	2,1	13,6	29,7	39,1	Angulo et al., 2023
Amaranto	5,02	1,85	15,9	28,3	48,93	Aponte, 2022
Arroz	7,2	0,9	7,2	10,7	74	Cubas & Rojas, 2021
Maíz	6,54	1,31	9,56	3,1	79,49	Roldán et al., 2022
Chontaduro (objeto de estudio)	7,13	1,77	13,26	25,93	51,91	Espinosa, 2025

Fuente: el autor, 2025.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 29, el valor de humedad de la barra energética de chontaduro (7,13 %) es similar al valor que presenta la barra energética de arroz; superior a los valores de las barras energéticas de amaranto y maíz; e inferior a los valores de las barras energéticas de quinoa, avena y soya. Estas diferencias en el contenido de agua en las barras energéticas se deben a factores fisicoquímicos y biológicos del tipo de alimento, tales como la madurez, el método de cultivo y la preparación (Chanta, 2021).

El valor de las cenizas de la barra energética de chontaduro (1,77 %) es mayor que el valor de cenizas de las barras energéticas de arroz y maíz, pero menor a los valores de cenizas de

las barras energéticas de quinua, avena, soya y amaranto. Los valores de cenizas en las barras energéticas varían ampliamente porque dependen del tipo de alimento que las conforma, la variedad, el método de cultivo, el tipo de suelo, el clima, entre otros. El valor de cenizas de la barra energética de chontaduro es superior al 1 %, lo cual nos indica que es un alimento procesado, ya que los alimentos naturales en peso seco tienen un bajo contenido de cenizas (inferior al 1 %) debido a su naturaleza y su composición mayormente acuosa (Cornil et al., 2020).

El contenido de proteínas de la barra energética de chontaduro (13,26 %) es mayor al de las barras energéticas de quinua, avena, arroz y maíz, pero menor a las barras energéticas de soya y amaranto. La cantidad de proteínas en cereales puede variar según el tipo de cereal, el método de preparación y otros factores de procedencia tales como el lugar, el clima y el suelo (Alongi & Anese, 2021). El contenido de proteínas en las barras energéticas puede variar considerablemente según la marca, el tipo de barras y los ingredientes específicos utilizados en su fabricación; generalmente, las barras energéticas estándar suelen contener entre 5 a 20 gramos de proteínas por barra, por lo cual, la barra energética a base de chontaduro está dentro del rango permitido. La fuente de proteínas de la barra energética proviene principalmente del chontaduro (2 a 20 g/100 g), pasta de maní (25 a 30 g/100 g) y uvas pasas (2 a 3 g/ 100 g) (Llumiquire, 2021).

El valor de lípidos de la barra energética de chontaduro (25,93 %) es superior a los valores de lípidos de las barras energéticas de quinua, avena, arroz y maíz, pero inferior al de las barras energéticas de soya y amaranto. Las barras energéticas pueden variar en su contenido de lípidos (grasas y aceites), ya que dependen de la marca y del tipo de alimentos que las componen

(semillas, frutos secos, etc.); sin embargo, típicamente contienen una cantidad variable de grasas saludables que pueden provenir de fuentes como frutos secos (almendras, nueces, etc.), semillas (chía, girasol, etc.) y aceites vegetales (aceite de coco, aceite de semillas, etc.) (Verduga, 2019). En general, las barras energéticas suelen estar diseñadas para proporcionar una fuente concentrada de energía, por lo que a menudo contienen una cantidad moderada de lípidos, que son una fuente densa de calorías. Es importante revisar las etiquetas nutricionales para determinar específicamente cuántos gramos de lípidos (grasas y aceites) contiene cada barra, ya que puede variar ampliamente entre diferentes marcas y variedades (Tamami & Vargas, 2024). La fuente de lípidos de la barra energética viene esencialmente del chontaduro (1 a 10 g/100 g), pasta de maní (20 a 50 g/100 g) y aceite de oliva (100 g/ 100 g) (Llumiquinga, 2021).

El contenido de carbohidratos de la barra energética de chontaduro (51,91 %) es mayor que el de las barras energéticas de soya y amaranto, pero menor que las barras energéticas de quinua, avena, arroz y maíz. La cantidad de carbohidratos en las barras energéticas pueden variar dependiendo de la marca y el tipo específico de barra, sin embargo, las barras energéticas proporcionan una cantidad significativa de carbohidratos, ya que estos son una fuente rápida de energía (Tsykhanovska et al., 2023). Las barras energéticas pueden contener diferentes tipos de carbohidratos, como azúcares simples (glucosa, fructosa, etc.), carbohidratos complejos (avena, cereales integrales) o carbohidratos fibrosos (fibra alimentaria). En promedio, una barra energética puede contener entre 20 y 30 gramos de carbohidratos; esto puede variar dependiendo de si la barra está diseñada para ser alta en proteínas, baja en azúcar, o tiene un perfil específico para deportistas o personas con necesidades energéticas particulares (Chaudhary et al., 2024). La

fuelle de carbohidratos de la barra energética proviene especialmente del chontaduro (10 a 60 g/100 g), pasta de maní (2 a 10 g/100 g) y uvas pasas (50 a 90 g/ 100 g) (Llumiquinga, 2021).

Tabla 30. Comparación de las propiedades nutricionales de los micronutrientes (vitaminas) de la barra energética de chontaduro con otras barras energéticas de cereales.

Barra energética	Parámetro bromatológico						Autores
	Vit. A	Vit. B1	Vit. B2	Vit. B3	Vit. C	Vit. E	
	(mg/100 g)						
Quinoa	0	0,2	0,2	0,76	0	0,45	Adrianzén & Julca, 2020
Avena	0	0,76	0,14	0,96	0	2	Aldaz & Tantaleán, 2019
Soya	0	0,34	0,12	1,15	15,3	0,85	Angulo et al., 2023
Amaranto	0	0,02	0,02	0,24	4,2	0,19	Aponte, 2022
Arroz	0	0,18	0,07	2,46	0	0	Cubas & Rojas, 2021
Maíz	0,03	0,09	0,06	1,68	5,5	0,49	Roldán et al., 2022
Chontaduro (objeto de estudio)	5,52	0,11	0,03	2,49	32,02	23,04	Espinosa, 2025

Fuente: el autor, 2025.

Tabla 31. Comparación de las propiedades nutricionales de los micronutrientes (minerales) de la barra energética de chontaduro con otras barras energéticas de cereales.

Barra energética	Parámetro bromatológico							Autores
	Na	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	
	(mg/100 g)							
Quinoa	61	318	31	118	1167	2,76	2,02	Adrianzén & Julca, 2020
Avena	8,4	429	79,6	177	4916	4,72	3,97	Aldaz & Tantaleán, 2019
Soya	2	484	277	72	0,7	2,1	484	Angulo et al., 2023
Amaranto	4	135	47	65	0,85	2,1	0,86	Aponte, 2022
Arroz	2	86	6	39	0,97	0,56	0,71	Cubas & Rojas, 2021
Maíz	59,2	324,8	48,3	107,9	0,17	0,45	0,62	Roldán et al., 2022
Chontaduro (objeto de estudio)	14,42	260,03	41,74	133,69	1,12	0,94	0,72	Espinosa, 2025

Fuente: el autor, 2025.

De acuerdo con los resultados de las Tablas 30 y 31, los valores de vitaminas A, B3, C y E de la barra energética de chontaduro (5,52, 2,49, 32,02 y 23,04 mg/100 g) son mayores a los de las otras barras energéticas de cereales (quinua, avena, soya, amaranto, arroz y maíz). En cuanto a los valores de los minerales sodio, potasio, calcio, magnesio, manganeso, hierro y zinc, de la barra energética de chontaduro (14,42, 260,03, 41,74, 133,69, 1,12, 0,94 y 0,72 mg/100 g) tiene valores intermedios con respecto a las otras barras energéticas de cereales (quinua, avena, soya, amaranto, arroz y maíz). Las barras energéticas pueden ser una fuente conveniente de ciertas vitaminas y minerales, pero su contenido puede variar ampliamente según la marca y los ingredientes específicos (Jabeen et al., 2021). Por lo general, contienen vitaminas del complejo B, vitamina C, vitamina E, y minerales como calcio, hierro, zinc y magnesio; sin embargo, la barra energética de chontaduro contiene ciertas vitaminas (A, B1, B2, B3, C y E) y minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe y Zn) como parte de su composición, por lo cual puede ser considerada como una fuente completa y equilibrada de estos micronutrientes (Morales, 2016). La principal fuente de vitaminas y minerales en la barra energética proviene de los ingredientes naturales utilizados en su formulación, especialmente el chontaduro liofilizado, la pasta de maní, las fresas y las uvas pasas; estos componentes aportan una amplia variedad de micronutrientes esenciales que enriquecen el valor nutricional del producto. El chontaduro, por ejemplo, es rico en vitamina A, potasio y calcio; la pasta de maní contribuye con vitamina E, magnesio y zinc; mientras que las fresas y las uvas pasas aportan vitamina C, hierro y antioxidantes naturales. La combinación de estos ingredientes no solo mejora el perfil nutricional de la barra, sino que también le confiere propiedades funcionales que la convierten en una opción saludable y equilibrada para el consumo diario (Costa et al., 2022; Dos Santos et al., 2022; Llumiquinga, 2021; Peixoto Araujo et al., 2021; Yuyama et al., 2003).

Tabla 32. Comparación de fibra y energía bruta de la barra energética de chontaduro y otras barras energéticas de cereales.

Barra energética	Parámetro bromatológico		Autores
	Fibra (%)	Energía bruta (kcal/100 g)	
Quinoa	5,20	380	Adrianzén & Julca, 2020
Avena	2,75	369	Aldaz & Tantaleán, 2019
Soya	13,1	478	Angulo et al., 2023
Amaranto	13,8	515	Aponte, 2022
Arroz	1,60	421	Cubas & Rojas, 2021
Maíz	0,63	385	Roldán et al., 2022
Chontaduro (objeto de estudio)	6,55	475	Espinosa, 2025

Fuente: el autor, 2025.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 32, el valor de fibra de la barra energética de chontaduro (6,55 %) es superior a los valores de fibra de las barras energéticas de quinoa, avena, arroz y maíz, pero inferior a los valores de las barras energéticas de soya y amaranto. La cantidad de fibra en las barras energéticas puede variar dependiendo de la marca y el tipo de barra (cereales o proteínas) y los ingredientes específicos; por lo general, las barras energéticas suelen tener entre 1 y 20 gramos de fibra por porción, como, por ejemplo, las barras a base de cereales integrales, frutas y nueces y vegetarianas (Qi, 2020). La cantidad de fibra recomendada por día para adultos es de 25 a 38 gramos, por lo tanto, el consumo de barras energéticas a base de chontaduro puede ser una forma saludable de aumentar la ingesta de fibra (Veloz, 2015). La fuente de fibra de la barra energética procede esencialmente del chontaduro (5 a 20 g/100 g) y pasta de maní (2 a 10 g/100 g) (Llumiquire, 2021).

El contenido de energía bruta de la barra energética de chontaduro (475 kcal/100g) es mayor que el de las barras energéticas de quinoa, avena, arroz y maíz, pero menor que las barras

energéticas de soya y amaranto. En las barras energéticas el contenido de energía bruta varía, ya que depende de la marca y del tipo de ingredientes que la conforman; generalmente, las barras energéticas están diseñadas para proporcionar un contenido calórico que puede oscilar entre aproximadamente 200 a 800 kcal por barra (Ananthan et al., 2021). Los ingredientes más comunes en las barras energéticas incluyen frutos secos, semillas, cereales, chocolate, miel y otros edulcorantes naturales; estos ingredientes están seleccionados para proporcionar una combinación de carbohidratos, proteínas y lípidos saludables que pueden satisfacer el hambre y proporcionar energía (Logroño et al., 2021). Es importante verificar la etiqueta nutricional de cada barra energética para conocer la cantidad exacta de energía bruta que proporciona, así como los otros nutrientes como proteínas, lípidos y carbohidratos (Alfheaid et al., 2023). La fuente de energía bruta de la barra energética proviene especialmente del chontaduro (150 a 200 kcal/100 g), aceite de oliva (800 a 900 kcal/100 g), pasta de maní (500 a 700 kcal/100 g) y uvas pasas (250 a 300 g kcal/100 g) (Llumiyinga, 2021).

Evaluación de los análisis microbiológicos de la barra energética a base de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado

En la Tabla 33, se presenta la cuantificación de microorganismos (aerobios mesófilos, hongos y coliformes) de la barra energética de pulpa chontaduro liofilizado, y además muestra la presencia visible de las colonias en las Petri en los medios PCA, SDCA y EMB (Figura 25). En este análisis se permitió establecer que la presencia de microorganismos fue menor a 10 UFC/g, por lo tanto, este producto alimenticio cumple con la Resolución 1407 de 2022, donde se especifica los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas de consumo

humano (MSPS, 2024). Las colonias de microorganismo microorganismos no fueron visibles a simple vista, pero podrían existir a nivel microscópico (Green & Goldman, 2021).

Tabla 33. Cuantificación de microorganismos en la barra energética de chontaduro a base de chontaduro.

Caja Petri	Microorganismos		
	Aerobios mesófilos	Hongos y levaduras	Coliformes
	UFC/g	UFC/g	UFC/g
10 ⁻¹	< 10	< 10	< 10
10 ⁻²	< 10	< 10	< 10
10 ⁻³	< 10	< 10	< 10
10 ⁻⁴	< 10	< 10	< 10
10 ⁻⁵	< 10	< 10	< 10
10 ⁻⁶	< 10	< 10	< 10

Fuente: el autor, 2025.

Figura 25. Cultivo de microorganismo en medios PCA, SDCA y EMB.



Fuente: el autor, 2025.

En la Tabla 33 y la Figura 25, se observa que en la barra energética de chontaduro no hay presencia de colonias visibles de microorganismos (aerobios mesófilos, hongos y coliformes), por

lo que se puede decir que en el que el proceso de elaboración de las cuatro barras energéticas se llevó a cabo bajo estrictas normas de calidad higiénico-sanitaria, donde cada utensilio de cocina fue desinfectado adecuadamente, se realizó un correcto lavado de manos, y se mantuvo un ambiente limpio. Todo esto contribuyó a garantizar la inocuidad de las barras energéticas, prevenir la contaminación cruzada y asegurar que estos alimentos sean seguros para el consumo humano (Chancays & Villacis, 2016; Mora, 2023).

En la fabricación de alimentos, las empresas tienen la responsabilidad hacia sus clientes de mantener medidas de control de alta calidad y estándares de higiene, estas prácticas son necesarias para garantizar que las personas que consumen sus productos no se enfermen como resultado de alimentos contaminados. La seguridad alimentaria ha cobrado aún más importancia porque el mundo está cambiando y los productos alimenticios se distribuyen a nivel global. Esto significa que un producto contaminado podría viajar largas distancias, incluso a otros países, y enfermar a miles de personas como resultado de ello. Según la OMS, las enfermedades transmitidas por los alimentos suponen un enorme riesgo para la vida humana (González, 2019).

Determinación de la aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado

La evaluación de la aceptabilidad de la barra energética formulada a base de chontaduro liofilizado, desarrollada en el marco de la presente investigación, se llevó a cabo a través de un estudio sensorial de tipo exploratorio. En este análisis participaron veinte estudiantes voluntarios de la Universidad Mariana, quienes actuaron como panelistas no entrenados. Esta característica es relevante, ya que sus opiniones y percepciones no estuvieron condicionadas por

conocimientos técnicos en análisis sensorial, lo que permitió obtener valoraciones genuinas y espontáneas, representativas del juicio de consumidores reales o potenciales del producto.

Además, a fin de contextualizar adecuadamente los resultados del estudio, se realizó una caracterización sociodemográfica y económica de los participantes, así como un análisis de sus hábitos de consumo relacionados con productos similares (ver Tabla 34). Esta información complementaria permitió no solo entender el perfil de los evaluadores, sino también establecer conexiones más precisas entre sus preferencias y la aceptación del alimento funcional en cuestión. En consecuencia, los datos obtenidos proporcionan una base sólida para valorar la viabilidad comercial del producto dentro del segmento de mercado al que se pretende dirigir.

Tabla 34. Caracterización de la población panelista para la prueba de aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

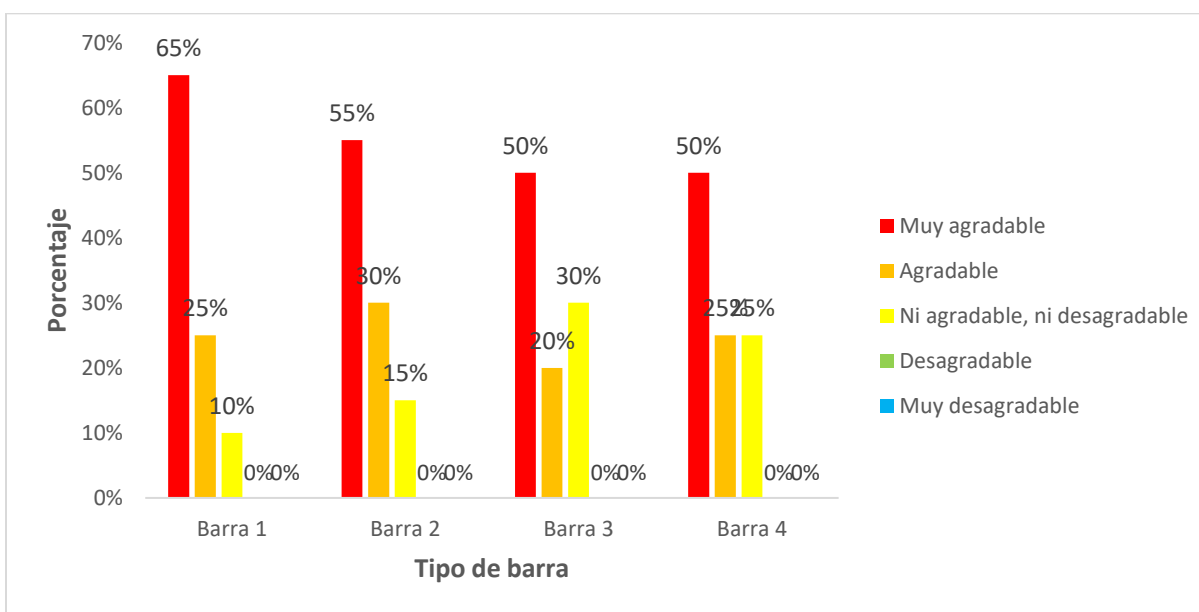
Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sexo	Masculino	15	75
	Femenino	5	25
Edad	21 – 25 años	19	95
	26 – 30 años	1	5
Nivel educativo	Pregrado	19	95
	Posgrado	1	5
Zona de residencia	Rural	13	65
	Urbano	7	35
Preferencias alimentarias	Natural	17	85
	Procesado	3	15
Nivel de actividad física	Leve	5	25
	Moderada	10	50
	Vigorosa	5	25

Fuente: el autor, 2025.

Para esta investigación, se eligió a los estudiantes como grupo de enfoque, ya que representan un segmento con gran potencial como clientes; este público se caracteriza por tener hábitos de consumo espontáneos, generalmente motivados por la rapidez y la practicidad; además, muchos estudiantes muestran un creciente interés por mantener un estilo de vida saludable, lo que se traduce en una preferencia por productos que se alineen con la tendencia del fitness y la alimentación equilibrada. Estas características los convierten en un mercado atractivo para propuestas que combinen conveniencia, nutrición y bienestar.

En las gráficas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8, se presentan los resultados obtenidos de la aceptabilidad de las 20 personas que consumieron y evaluaron las diferentes propiedades organolépticas de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

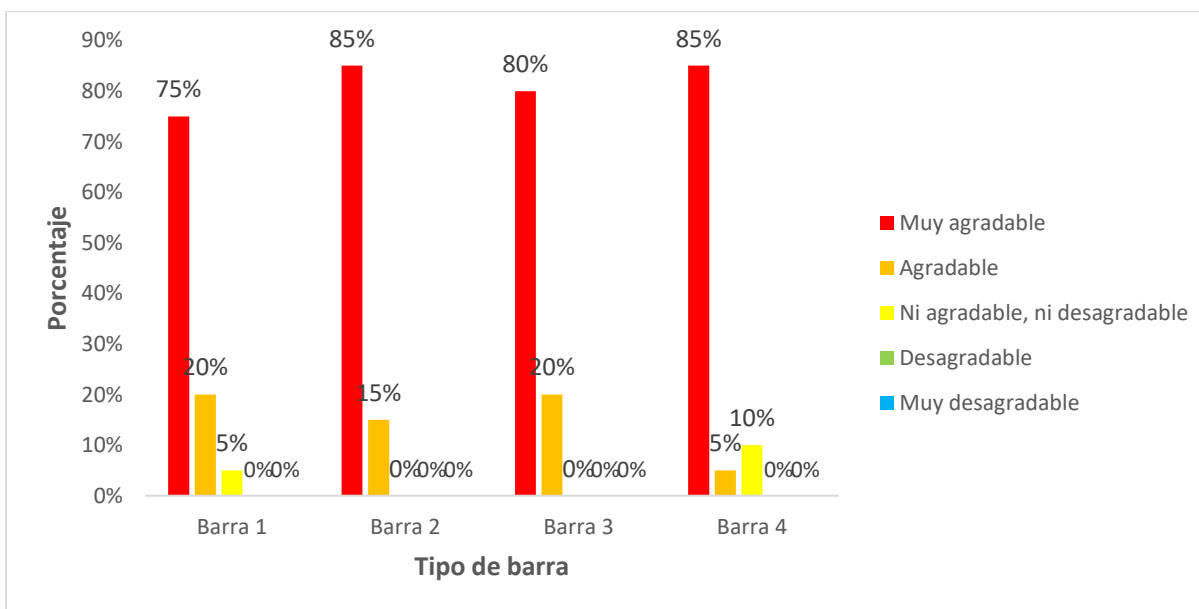
Gráfica 1. Porcentaje de aceptación del color de las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

En la Gráfica 1, se identifica que el 65 % de los consumidores prefieren el color de la barra energética 1, seguida de las barras energéticas 2 (55 %), 3 (50 %) y 4 (50 %). La mayoría de los encuestados (> 50 %) encontraron que el color de las cuatro barras energéticas es llamativo y atractivo para el consumidor, ya que la mayoría de los resultados se encuentran entre muy agradable (220/400 puntos) y agradable (100/320 puntos). El color de la barra energética de chontaduro puede estar relacionado con la crema de maní, ya que esta es uno de los ingredientes principales y predominantes en la barra; la crema de maní es de color marrón claro, pero cuando se cose a fuego lento, esta crema se torna de color marrón oscuro, por lo que influye en el color final de la barra energética (Rengifo et al., 2021).

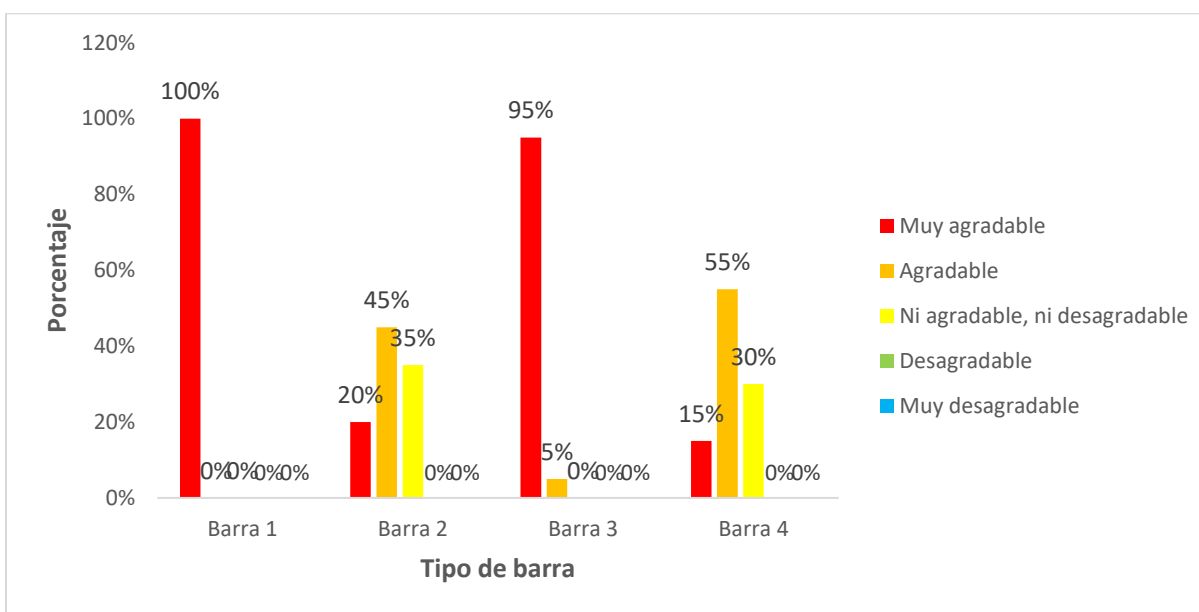
Gráfica 2. Porcentaje de aceptación del aroma de las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

Según la Gráfica 2, se observa que el 85 % de los panelistas escogen principalmente el aroma de las barras energéticas 2 y 4, seguidas de las barras energéticas 3 (80 %) y 1 (75 %). Más del 70 % de las personas encuestadas les gusta el aroma de las barras energéticas, ya que los resultados obtenidos se hallan entre muy agradable (325/400 puntos) y agradable (48/320 puntos); el 5 % de las personas opinan que el aroma de las barras energéticas no es ni agradable, ni desagradable, ya que cada persona puede tener sus propias preferencias y sensibilidades hacia los aromas, y eso es completamente válido. El olor de las barras energéticas a base de chontaduro depende de cada ingrediente utilizado, como la fresa deshidratada, las uvas pasas y la pasta de maní, que contribuyen con su propio aroma característica, es decir, las fresas y las uvas pasas aportan un aroma dulce y frutal, en cambio la pasta de maní proporciona un aroma a tostado (Espinoza et al., 2020).

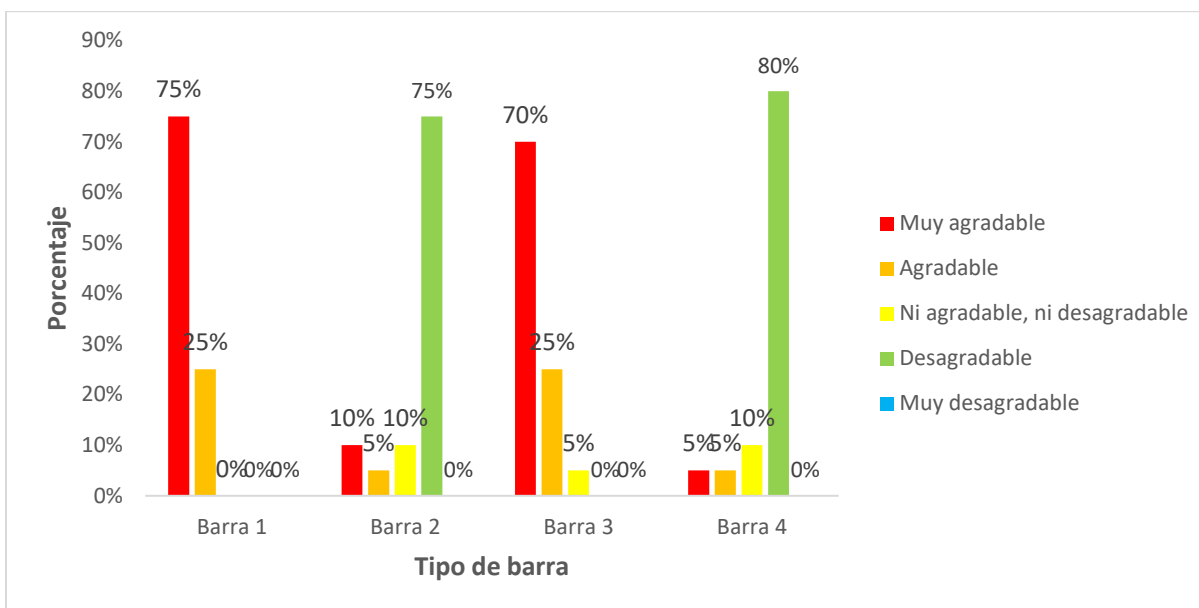
Gráfica 3. Porcentaje de aceptación del sabor de las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

De acuerdo con la Gráfica 3, se determina que el 100 % de las personas encuestadas eligen el sabor de la barra energética 1, seguidas de las barras energéticas 3 (95 %), 4 (55 %) y 2 (45 %). En general, el sabor de las barras energéticas es favorable, ya que los resultados obtenidos se encuentran entre muy agradable (230/400 puntos) y agradable (84/320 puntos). Los panelistas escogieron la barra energética 1 como el mejor sabor, ya que opinan que en esta barra se puede identificar el sabor característico de chontaduro cocido, el cual es dulce y suave; en cambio en las otras barras energéticas el sabor proviene de los otros ingredientes (uvas pasas, fresas, crema de maní y miel) y no se puede detectar fácilmente el sabor del chontaduro, ya que este valor se encuentra en menor concentración (30, 40 y 25 %) con respecto a la barra energética 1 (50 %). El sabor de las barras energéticas 2 y 4 proviene en su gran mayoría de la miel, por que esta se encuentra en una concentración del 40 %. El sabor de las barras energéticas a base de chontaduro depende de varios factores tales como, la preparación y combinación del chontaduro con los otros ingredientes; además el sabor puede variar según el tipo de chontaduro, el estado de maduración (amarillo, rojo o naranja), la forma de presentación (harina o trozos), y si se utiliza fresco, cocido, o procesado de alguna otra manera (Morales, 2016). Dependiendo del fabricante, el sabor de la barra energética puede estar diseñado para resaltar las características únicas del chontaduro, como su dulzura suave y su ligero sabor terroso, o puede ser complementado con otros sabores para crear una experiencia sensorial específica (Veloz, 2015). Generalizando, el sabor de las barras energéticas a base de chontaduro puede variar significativamente según cómo se manipule este ingrediente principal y qué otros componentes se utilicen en la formulación de la barra energética (Morales, 2016).

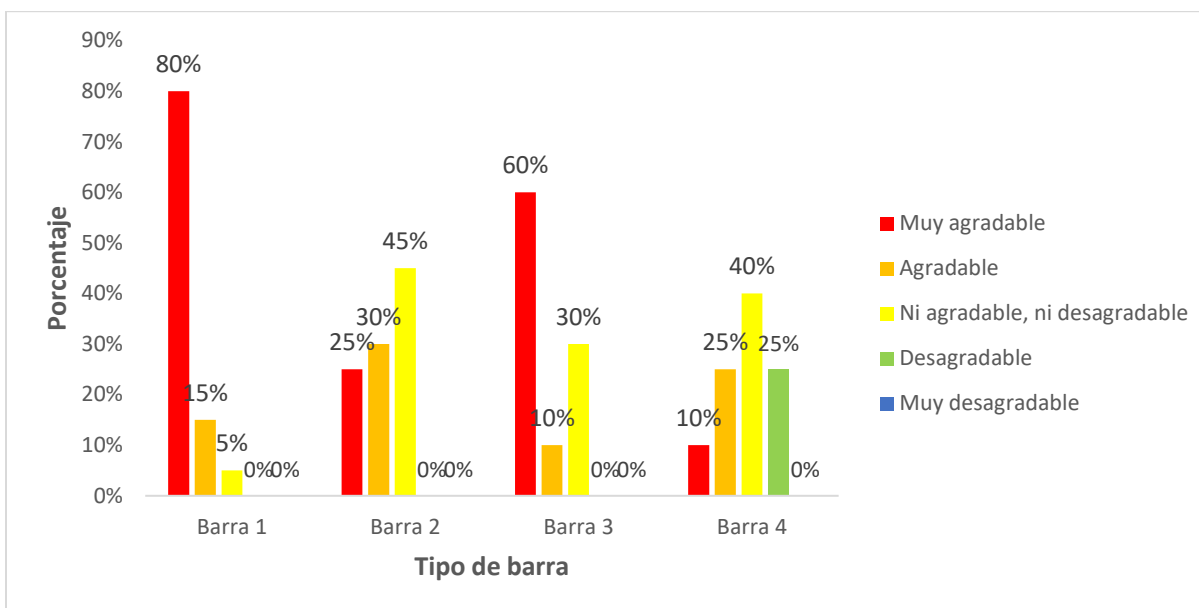
Gráfica 4. Porcentaje de aceptación del dulzor de las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

Con respecto a la Gráfica 4, se describe que el 75 % de los estudiantes entrevistados seleccionaron el dulzor de la barra energética 1, seguidas de las barras energéticas 3 (70 %), 2 (45 %) y 4 (40 %). El 75 y 80 % de los panelistas catalogaron que el dulzor de las barras energéticas 2 y 4 fue desagradable (62/160 puntos), porque eran muy dulces y empalagosas, debido a que estas barras contienen 40 % de miel. El dulzor de las barras energéticas está relacionado con varios factores importantes para su formulación y funcionalidad, por lo que estas barras suelen incluir azúcares o edulcorantes que prolongan la vida útil del producto al actuar como conservante natural, además el dulzor es un factor crítico en la aceptabilidad del producto, las personas suelen preferir alimentos dulces, especialmente cuando se trata de snacks energéticos que pueden consumirse durante actividades físicas (Ayad et al., 2020).

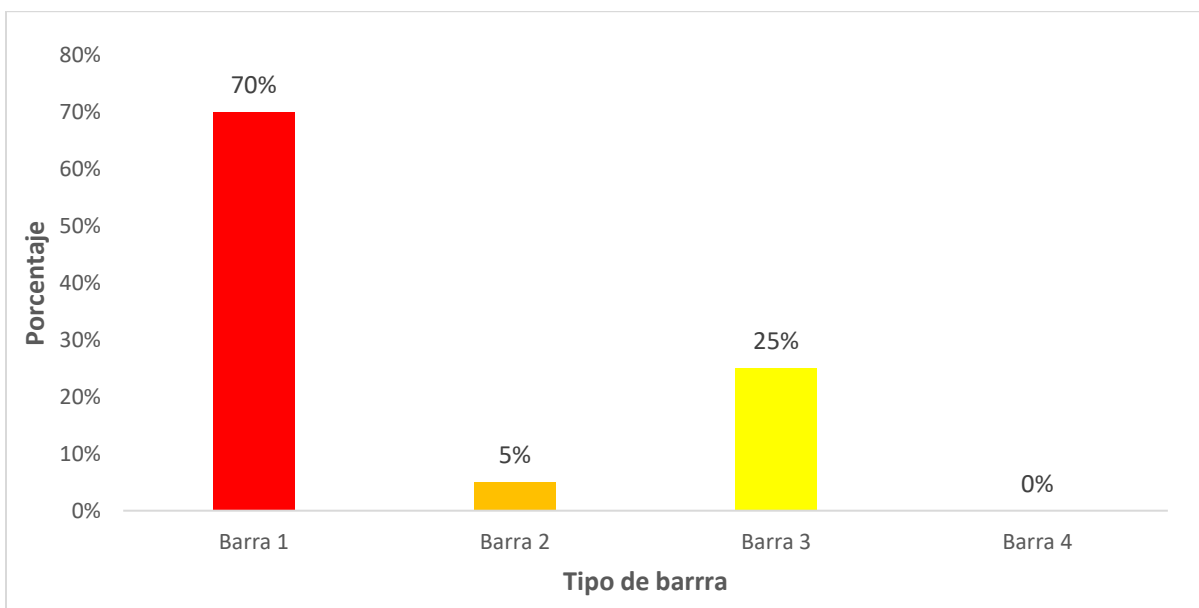
Gráfica 5. Porcentaje de aceptación de la textura de las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

De la gráfica 5, se identifica que el 80 % de los consumidores prefieren la textura de la barra energética 1, seguida de las barras energéticas 3 (60 %), 2 (25 %) y 4 (10 %). La barra energética 4 tiene una baja aceptación entre los panelistas, ya que su textura es pastosa, blanda y pegajosa. La barra energética 1 contiene 50 % de chontaduro liofilizado, lo que hace que la barra sea más seca y crocante, en cambio las barras 2, 3 y 4 poseen menor cantidad de chontaduro liofilizado y mayor cantidad de miel, por lo que su textura es más suave, húmeda y cremosa. La textura de las barras energéticas es un aspecto importante que puede estar relacionado con varios factores, tales como, los aglutinantes (miel, jarabe, puré de frutas, mantequilla, etc.), el proceso de mezclado y compactación en moldes o bandejas, la proporción de ingredientes (líquidos y sólidos), la temperatura de cocción, el tiempo de reposo, y las condiciones de almacenamiento del producto (Jiménez et al., 2023).

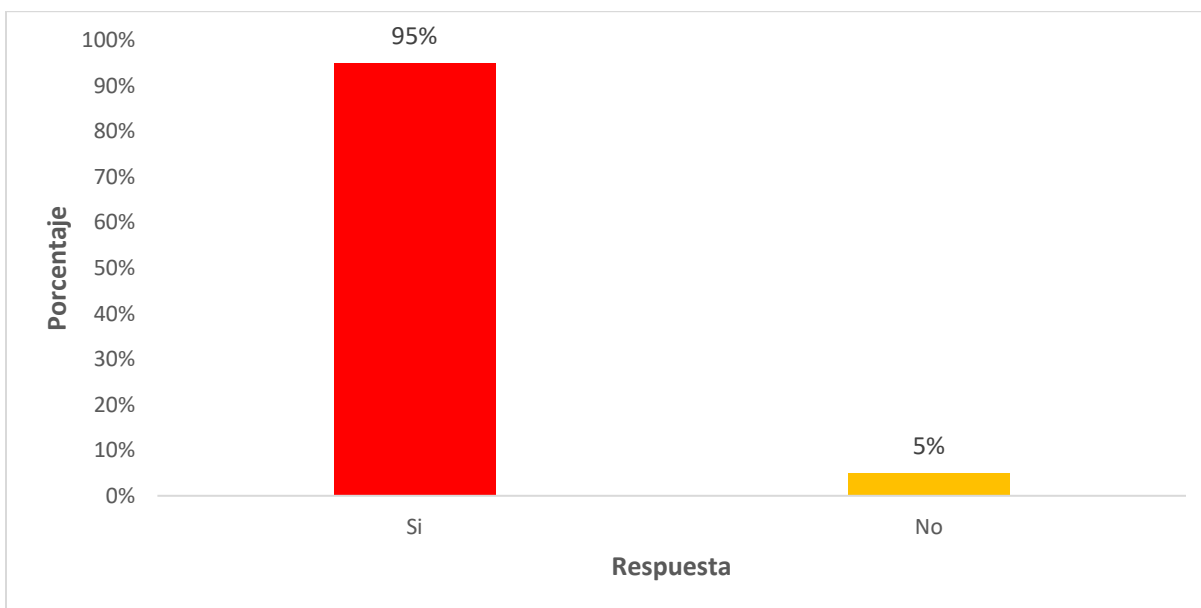
Gráfica 6. Porcentaje de preferencia de las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

En la Gráfica 6, se observa que el 70 % de los panelistas escogieron la barra energética 1, seguidas de las barras energéticas 3 (25 %), 2 (5 %) y 4 (0 %). La barra energética 4 no fue seleccionada entre los estudiantes encuestados, ya que estos opinaron que dicha barra no tiene buena textura, es muy dulce y su sabor es fuerte; por el contrario, la barra energética 1 fue la más apetecida por los panelistas debido a sus buenas características organolépticas (color, olor, sabor, dulzor y textura), además porque esta barra energética conserva el sabor autentico del chontaduro cocido y es agradable al sentido del gusto, ya que conserva un equilibrio entre dulzura y los sabores de las fresas y uvas pasas. Para elegir una barra energética, es importante considerar varios factores tales como los ingredientes, el contenido nutricional, el tamaño de la porción, color, sabor, aroma, textura, dulzor y saludable (Barakat & Alfheaid, 2023).

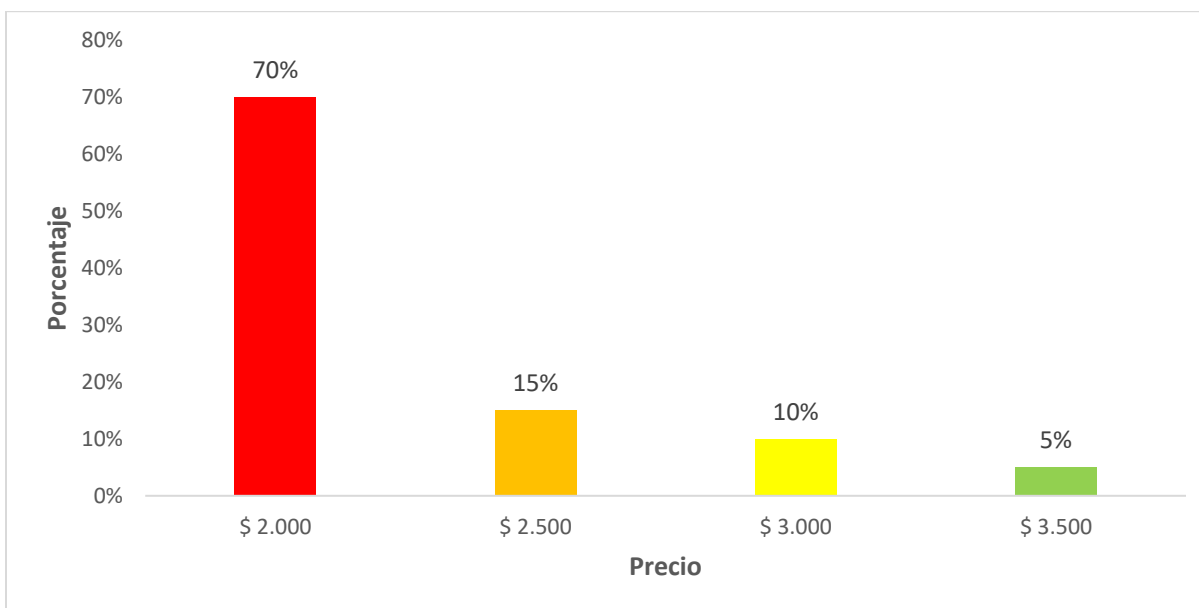
Gráfica 7. Porcentaje de decisión de compra de las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

De acuerdo con la Gráfica 7, se determina que el 95 % de las personas encuestadas comprarían la barra energética 1, ya que fue la escogida por la gran mayoría (70 %); aunque existe un 5 % de personas que no estarían dispuestas a comprar este producto. Para que las barras energéticas sean más llamativas y comerciales, se debería realizar un diseño visual de empaque atractivo, con información clara y funcional, el cual tendrá un impacto notable sobre la percepción y la decisión de compra de los consumidores. Existen varios criterios para elegir una barra energética basándose principalmente en el precio, por lo tanto, es importante considerar algunos factores clave tales como, el valor nutricional, ingredientes, precio y calidad del producto; una vez se tenga en cuenta estos factores se podrá elegir una barra energética que no solo sea económica, sino también adecuada para las necesidades nutricionales, energéticas y de salud del consumidor (Israelsen, 2024).

Gráfica 8. Porcentaje del valor de compra de las barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

Según la gráfica 8, se describe que el 70 % de los estudiantes entrevistados estarían dispuestos a pagar \$2.000 por una unidad de 50 g de barra energética, el 15 % \$2.500, el 10 % \$3.000 y el 5 % \$3.500. El precio de compra de las barras energéticas puede variar dependiendo de la marca, el tamaño del paquete, el lugar de compra y la región geográfica; generalmente, las barras energéticas pueden tener un rango de precios bastante amplio, las marcas genéricas pueden costar alrededor de \$4.000 a \$8.000 por barra, pero las marcas reconocidas pueden costar entre \$8.000 a \$12.000 por barra o incluso más, especialmente si contienen ingredientes especiales o son orgánicas (Dar et al., 2023). Las barras energéticas de mejor calidad y con mejores ingredientes tienen un precio más alto, sin embargo, siempre es importante leer las etiquetas de los productos y entender qué ingredientes y nutrientes están incluidos para determinar si el precio es justificado por la calidad percibida (Tung et al., 2023).

En la tabla 35, se registran los resultados de la prueba hedónica para las cuatro barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado, realizada por los 20 estudiantes panelistas que calificaron las propiedades organolépticas (color, olor, sabor, dulzor y textura) en las categorías: muy agradable, agradable, ni agradable – ni desagradable, desagradable y muy desagradable.

Tabla 35. Resultados de la prueba hedónica de cinco puntos para las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado.

Barra	Color	Olor	Sabor	Dulzor	Textura	Promedio
1	4,55	4,70	5,00	4,75	4,75	4,75
2	4,40	4,85	3,85	2,50	3,80	3,88
3	4,20	4,80	4,95	4,65	4,30	4,58
4	4,25	4,75	3,85	2,35	3,20	3,68

Fuente: el autor, 2025.

Según la tabla 35, se observa que la barra energética 1 es la que tiene mayor aceptación entre los panelistas, ya que presenta las propiedades organolépticas más agradables y atractivas, en comparación con las otras barras energéticas. La barra energética 1 fue elaborada con pulpa de chontaduro liofilizada (50 %), miel (20 %), uvas pasas (10 %), aceite de oliva (5 %), pasta de maní (3 %) y fresas (12 %), en cada uno de los atributos evaluados: color (4,55), olor (4,70), sabor (5), dulzor (4,75) y textura (4,75), se obtuvo el valor más alto (4,75) “muy agradable” y “agradable”, según la escala hedónica de cinco puntos. El orden de aceptación de las cuatro barras energéticas a base de chontaduro liofilizado es el siguiente: barra 1, barra 3, barra 2 y barra 4.

En general, la aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado fue buena, porque al realizar la encuesta a los panelistas, la mayoría de las repuestas fueron positivas, ya que calificaron las características organolépticas (color, olor, sabor, dulzor y textura) de la barra energética entre muy agradable y agradable, y además hay un gran interés sobre este producto, ya que es innovador y tendría una buena rentabilidad lucrativa y comercial. Además, el aporte nutricional de la barra energética a base de chontaduro es muy alto, ya que se comprobó en esta investigación que ofrece varios beneficios nutricionales, porque es una buena fuente de fibra, vitaminas, minerales, antioxidantes, grasas saludables, carbohidratos y energía; por lo que, incorporar una barra energética a base de chontaduro a diario, puede ser una buena forma de adquirir beneficios nutricionales, y es ideal para personas que buscan un impulso de energía natural y saludable.

Finalmente, se logró demostrar que las barras energéticas elaboradas a partir de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado constituyen un alimento funcional de alto valor nutricional. Su composición rica en macro y micronutrientes, así como en compuestos bioactivos, las convierte en una opción saludable para complementar la dieta diaria. Estas barras no solo aportan energía de forma sostenida, sino que también contribuyen al bienestar general del consumidor, gracias a sus propiedades funcionales que pueden favorecer la salud digestiva, mejorar la respuesta inmunológica y reducir el riesgo de enfermedades crónicas. Por tanto, su inclusión en la alimentación representa una alternativa innovadora y beneficiosa dentro del ámbito de los productos funcionales y nutraceuticos (Tiefenbacher, 2019).

Conclusiones

El análisis nutricional de la pulpa liofilizada de chontaduro demostró que se preservan tanto la cantidad como la calidad de los macronutrientes y micronutrientes funcionales biodisponibles. Este estudio subraya el valor de la pulpa de chontaduro como una materia prima de gran potencial, destacándose como uno de los cultivos perennes más prometedores del Pacífico Colombiano.

Con el desarrollo de barras energéticas y el análisis de sus características nutricionales se identificó una formulación de producto – Barra 1; con alto aporte energético (proteínas 11,95 %, lípidos 25,49 % y carbohidratos 53,24 %) contenido de fibra alimentaria (7,16%) y aceptables características organolépticas siendo este un aporte significativo hacia el uso de la pulpa de chontaduro como base del desarrollo de alimentos funcionales.

El test de aceptabilidad demostró alta recepción comprobando que los posibles consumidores adoptaron y apreciaron las propiedades organolépticas (color, olor, sabor, dulzor y textura) evaluadas en cada una de las barras energéticas, con una preferencia del 80% para la formulación de producto – Barra 1, a su vez, esto fue consecuente con la disposición de compra.

Recomendaciones

En el proceso de preparación de la barra energética a partir de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado, es necesario realizar un análisis de antioxidantes a la pulpa de chontaduro liofilizada y a la barra energética, para cuantificar la diferencia del antes y después de este parámetro.

En la liofilización de la pulpa de chontaduro, se recomienda cubrir con una bolsa negra la cámara de liofilizado, para evitar la pérdida de vitaminas y antioxidantes fotosensibles.

Diseñar una etiqueta atractiva para una barra energética a partir de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado, que implique encontrar un equilibrio entre el diseño visual y la información esencial, que sea clara y relevante para el consumidor.

Establecer un estudio de mercado para la comercialización de la barra energética a partir de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

Determinar la vida útil de la barra energética a partir de la pulpa del chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.

Realizar otras investigaciones sobre la fermentación sólida de la barra energética de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizada, en la que los microorganismos transformen los diferentes nutrientes de la barra en otros de interesantes biotecnológico, desde el punto de vista de la biotecnología alimentaria.

Referencias bibliográficas

- A. O. A. C. (2019). Official methods of analysis. In W. Horwitz & G. Latimer (Eds.), Journal of the Association of Official Agricultural Chemists (21st ed., Vol. 1, Issue Volume 1). AOAC international. <https://doi.org/10.7312/seir17116-004>
- Addo, E., Amissah, J. G. N., & Adjei, M. Y. B. (2023). The relevance of the number of categories in the hedonic scale to the Ghanaian consumer in acceptance testing. *Frontiers in Food Science and Technology*, 3. <https://doi.org/10.3389/frfst.2023.1071216>
- Adrianzén, O., & Julca, A. (2020). Desarrollo de barras de cereales a base de quinua (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*C. pallidicaule*) y hierro hemínico para niños. Universidad nacional de Jaén.
- Alba, J. (2016). Obtención de una ecuación estadística para la optimización del parámetro dureza en la elaboración del pan de hot dog.
- Afzal, F., Samiullah, Nadeem, A., Aslam, M., Shafi, M., Hasni, K., Hakeem, A., & Tariq, S. (2022). Measurement of Iron, Manganese, Copper, Cobalt and Lead to Assess the Edible Fitness of *M. Cephalus* Collected from Lasbela (Balochistan), Pakistan, Using Atomic Absorption Spectroscopy. *Malaysian Journal of Science*, 41(1), 54–75. <https://doi.org/10.22452/mjs.vol41no1.4>
- Agronet. (2024). *Producción de chontaduro 2023* (p. 1). <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>
- Aguiar, J. (2015). Utilización del chontaduro (*Bactris gasipaes*) para la elaboración de mermelada en la ciudad de Riobamba [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. In *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10796/1/84T00445.pdf>

- Aguirre, P. (2019). Functional foods, between the new and old corporalities. *AIBR Revista de Antropología Iberoamericana*, 14(1), 95–120. <https://doi.org/10.11156/aibr.140106>
- Alcaldía de Tumaco. (2020). Plan de desarrollo distrital de Tumaco. In *Alcaldía de Tumaco*. <http://www.tumaco-narino.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-enamorate-de-tumaco-2020--2023>
- Aldaz, A., & Tantaleán, M. (2019). Efecto de la proporción de avena (*Avena sativa*), cochayuyo (*Chondracanthus chamissoi*) y macambo (*Theobroma bicolor*) en el valor nutricional y análisis sensorial de una barra energética. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Alfheaid, H. A., Barakat, H., Althwab, S. A., Musa, K. H., & Malkova, D. (2023). Nutritional and Physicochemical Characteristics of Innovative High Energy and Protein Fruit- and Date-Based Bars. *Foods*, 12(14), 2777. <https://doi.org/10.3390/foods12142777>
- Alongi, M., & Anese, M. (2021). Re-thinking functional food development through a holistic approach. *Journal of Functional Foods*, 81, 104466. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104466>
- Alves, A., Viveiros, C., Lopes, J., Nogueira, A., Pires, B., Afonso, A. F., & Teixeira, C. (2021). Microbiological Contamination in Different Food Service Units Associated with Food Handling. *Applied Sciences*, 11(16), 7241. <https://doi.org/10.3390/app11167241>
- Ananthan, P., Sharma, G., & Semwal, A. (2021). Energy bars: A perfect choice of nutrition to all. In *Advances in Processing Technology*, 1(24), 309–332.
- Angulo, J., Flores, A., Rodríguez, R., Aguilar, C., & Cock, L. (2023). Propiedades nutritivas y tecno funcionales de barras de pseudocereales adicionadas con soya, mango y granada. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 73(1), 19–31. <https://doi.org/10.37527/2023.73.1.003>

- Aponte, E. (2022). Desarrollo de una barra energética a partir de cultivos andinos: Quínoa (*Chenopodium quinoa*), Avena (*Avena Sativa*) y Amaranto (*Amaranthus Caudatus L.*). *Universidad Técnica de Ambato*, 8.5.2017, 86.
- Aponte, E., Crespo, C., Jácome, A. (2023). Factibilidad del uso de pseudocereales andinos en el desarrollo de barras energéticas. *Revista Ciencia UNEMI*, 16(43), 1-10.
- Araujo, N., Arruda, H., Marques, D., De Oliveira, W., Pereira, G., Pastore, G. (2021). Functional and nutritional properties of selected Amazon fruits: A review. *Food Research International*, 147, 110520.
- Arias, D., Montaña, L., Velasco, M., & Martínez, J. (2018). Alimentos funcionales: avances de aplicación en agroindustria TT - Functional foods: advances of application in agroindustry. *Tecnura*, 22(57), 55–68.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2018000300055&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v22n57/0123-921X-tecn-22-57-55.pdf
- Ávila, R., Montero, A., Aguilar, P., Vera, O., Lazcano, M., Morales, J., & Navarro, A. (2019). Antioxidant Properties of Amazonian Fruits: A Mini Review of in Vivo and in Vitro Studies. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2019.
<https://doi.org/10.1155/2019/8204129>
- Áyad, A. A., Williams, L. L., Gad El-Rab, D. A., Ayivi, R., Colleran, H. L., Aljaloud, S., & Ibrahim, S. A. (2020). A review of the chemical composition, nutritional and health benefits of dates for their potential use in energy nutrition bars for athletes. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1809309. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1809309>

- Ayobami, D., Adetunji, C. O., Olaniyan, O. T., Victory, I., Adetunji, J. B., Okaiyeto, K., Kanmodi, K. K., Nnyanzi, L. A., Akinbo, O., Inobeme, A., Adetuyi, B. O., Omokhudu, O. A., Godwin, O., Ogundolie, F. A., & Dauda, W. P. (2023). Effect of evaporative cooling structures on the sensory attributes of fruits and vegetables and consumer acceptability. In *Evaporative Coolers for the Postharvest Management of Fruits and Vegetables* (pp. 155–170). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89864-5.00004-7>
- Ayofemi, S. (2020). Aflatoxigenic fungi and mycotoxins in food: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(5), 709–721. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1548429>
- Babacan, O. (2021). Determination of the presence and antibiotic resistance of listeria species and aerobic mesophilic bacteria count of cow milks. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 92(1), 16–23. <https://doi.org/10.33188/vetheder.714491>
- Bangar, S., Ashogbon, A., Singh, A., Chaudhary, V., Whiteside, W. (2022). Enzymatic modification of starch: A green approach for starch applications. *Carbohydrate polymers*, 287, 119265.
- Barakat, H., & Alfheaid, H. A. (2023). Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera*) and Its Promising Potential in Developing Functional Energy Bars: Review of Chemical, Nutritional, Functional, and Sensory Attributes. *Nutrients*, 15(9), 2134. <https://doi.org/10.3390/nu15092134>
- Barzee, T. J., Cao, L., Pan, Z., & Zhang, R. (2021). Fungi for future foods. *Journal of Future Foods*, 1(1), 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.09.002>
- Bell, L. N. (2020). Moisture Effects on Food's Chemical Stability. In *Water Activity in Foods* (pp. 227–253). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118765982.ch9>

- Bhatta, S., Janezic, T. S., & Ratti, C. (2020). *Freeze-Drying of Plant-Based Foods*. 1–22.
- Bioser. (2024). *Plate Count Agar (PCA)*. <https://www.bioser.com/productos/plate-count-agar-pca-1290p/>
- Bravo, L., & Livaque, E. (2021). Plan de marketing para el relanzamiento del producto barra de cereal nutrienergética en el distrito de Cajamarca - 2018. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Brito, L. I. (2018). Estudio gastronómico del chontaduro (*Bactris gasipaes*) y su aplicación en la Repostería. 3, 91. file:///C:/Users/CASA/Desktop/bio/TESIS Gs. 275 - Estudio Gastron Chontaduro.pdf
- Budiarso, T., Amarantini, C., Prihatmo, G., Restiani, R., Putri, Y., Kindagen, V., & Linggardjati, S. (2021). Detection of Coliforms and Enteric Pathogens in Favorite Snack Food Sold in Yogyakarta City. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210305.007>
- CABI. (2019). Abstracto Identidad. *CABI*, 1(2), 1–36.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1079/cabicompendium.8257>
- Calapucha, G. & Utrera, A. (2019). Elaboración artesanal de cerveza utilizando como complemento de sabor la fruta ancestral chontaduro (*Bactris Gasipaes*), en la comunidad Wamani, cantón Archidona.
<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/9862/1/PIUAESC004-2019.pdf>
- Calderón, M., & Ponce, E. (2022). The role of microencapsulation in food application. *Molecules*, 27(5), 1499.
- Campo, J. M., Paz, L. J., & López, F. J. (2017). Utilización de chontaduro (*Bactris gasipaes*) enriquecida con *Pleurotus ostreatus* en pollos. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 84. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(15\)84-92](https://doi.org/10.18684/bsaa(15)84-92)

- Castaño, F. (2020). Realizar un estudio de factibilidad para la comercialización de barras energéticas con ingredientes del pacífico colombiano en la ciudad de Cali.
- Chacón, E. S., Rodríguez, O. A., Arrieta, A. R., & Alpízar, L. G. (2016). Micromorfología de los foliolos de pejibaye *Bactris gasipaes* (Arecaceae) var. Diamantes-10. *Revista de Biología Tropical*, 64(3), 1273–1285. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i3.19718>
- Chancays, M. J., & Villacis, B. F. (2016). *Elaboración de una barra energética a base de quinua y Stevia como fuente de proteínas y aceites*. 117.
- Chanta, P. (2021). Elaboración de una barra nutritiva a base de quinua, arroz, mango, maní, cacao, enriquecido con miel de abeja y algarrobina. Universidad Nacional de Jaén.
- Chaudhary, M., Singh, R., & Chauhan, E. S. (2024). An overview: health benefits, nutritional profile of Cucurbitaceae family plants (muskmelon and pumpkin) seeds and their possible usage in energy bars for athletes. *Food Research*, 8(2), 397–401. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(2\).161](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(2).161)
- Chen, A., Resurreccion, A., & Paguio, L. (1996). Age appropriate hedonic scales to measure food preferences of young children. *Journal of Sensory Studies*, 11(2), 141–163. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1996.tb00038.x>
- Chen, X., Zhang, W., Quek, S. Y., & Zhao, L. (2023). Flavor–food ingredient interactions in fortified or reformulated novel food: Binding behaviors, manipulation strategies, sensory impacts, and future trends in delicious and healthy food design. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(5), 4004–4029. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13195>
- Chiang, V. S. C. (2015). Bromatology: What we do and what we are about. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 8(12), 895–900. <https://doi.org/10.19026/ajfst.8.2727>

- Chirkin, V. A., Karpov, S. I., Selemenev, V. F., & Shumskiy, N. I. (2013). Determination of fat-soluble vitamins in foods, vitamin and mineral formulations, feed premixes, and blood serum by reversed-phase HPLC. *Journal of Analytical Chemistry*, 68(8), 748–753.
<https://doi.org/10.1134/S1061934813080042>
- Claight Corp. (2023). Mercado de Barras de Cereales en Colombia – Por Producto (Barra de Aperitivos, Barritas Energéticas y Nutricionales, Otros); Por Canal de Distribución (Supermercados/Hipermercados, Tiendas Especializadas, Tiendas de Conveniencia, Tiendas en Línea, Otros); Dinámica del Mercado (2024-2032) y Panorama Competitivo.
<https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-barras-de-cereales-en-colombia/solicitar-una-muestra>
- Cola, M. (2020). estudio de almacenamiento para determinar la vida útil de una bebida de Chonta (*Bactris gasipaes*) fermentada de bajo contenido alcohólico.
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/22869798-566c-4dba-be6a-dc021c1d2b35/content>
- Comisión de la verdad. (2024, July 17). *Tumaco*. USAID.
- Córdoba, F. (2016). Producción de biodiesel a partir de aceite vegetal extraído del fruto de la palma *Bactris gasipaes* (chontaduro).
[https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9818/Trabajo final Maestría Fausto.pdf? sequence=1](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9818/Trabajo%20final%20Maestría%20Fausto.pdf?sequence=1)
- Cornil, Y., Gómez, P., & Vasiljevic, D. (2020). Food as Fuel: Performance Goals Increase the Consumption of High-Calorie Foods at the Expense of Good Nutrition. *Journal of Consumer Research*, 47(2), 147–166. <https://doi.org/10.1093/jcr/ucaa012>

- Costa, R., Rodrigues, A., & Silva, L. (2022). The fruit of peach palm (*Bactris gasipaes*) and its technological potential: an overview. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42, 1–10.
<https://doi.org/10.1590/fst.82721>
- Cubas, H., & Rojas, O. (2021). Formulación de una barra energética a base de arroz (*Oryza sativa* L.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) con cobertura de chocolate. Universidad Nacional de Jaén.
- Czaja, T., Sobota, A., & Szostak, R. (2020). Quantification of Ash and Moisture in Wheat Flour by Raman Spectroscopy. *Foods*, 9(3), 280. <https://doi.org/10.3390/foods9030280>
- Dai, F.-J., & Chau, C.-F. (2017). Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *Journal of Food and Drug Analysis*, 25(1), 37–42.
<https://doi.org/10.1016/j.jfda.2016.09.006>
- Dar, S. N., Zehra, N., Javed, F., Fátima, M., Saleem, S., Firdous, K., Firdous, A., & Aqsa Nadeem. (2023). Development of cost-effective and nutritious snack bar from locally available ingredients. *International Journal of Pharmacy & Integrated Health Sciences*, 4(2), 112–117. <https://doi.org/10.56536/ijpihs.v4i2.101>
- Day, L., Cakebread, J. A., & Loveday, S. M. (2022). Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 428–442. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.020>
- Daza, J. A., Rodríguez, J. L., & Mosquera, S. A. (2015). Cambios fisiológicos, texturales y fisicoquímicos de dos variedades de chontaduro (*Bactris gasipaes*) en poscosecha. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 67.
[https://doi.org/10.18684/bsaa\(13\)67-75](https://doi.org/10.18684/bsaa(13)67-75)

- De Prado, J., De Passos, G., Dos Santos, T., Da Silva, C., Lemes, A., De Aleluia Batista, K., De Paula, L. (2022). Production and characterization of a carotenoid-rich peach palm flour. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 8(8), 14866-01i.
- Dey, S., & Nagababu, B. (2022). Applications of food color and bio-preservatives in the food and its effect on the human health. *Food Chemistry Advances*, 1, 100019.
<https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100019>
- Dias, J. de S. R., Mendes, F. Z. C., Nolasco, M. V. F. M., & Bogo, D. (2020). Obtenção de farinha de inhame para elaboração de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 15716–15735.
<https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-446>
- Dos Santos, N., Dos Santos, L., Damin, I., Vale, M., & Dessuy, M. (2022). Multielement determination of metals in edible seeds by HR-CS GF AAS and direct analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, 111(May), 104625.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104625>
- Dos Santos, O. V., Soares, S. D., Dias, P. C. S., Alves do Nascimento, F. das C., Vieira da Conceição, L. R., da Costa, R. S., & da Silva Pena, R. (2022). White peach palm (pupunha) a new *Bactris gasipaes* Kunt variety from the Amazon: Nutritional composition, bioactive lipid profile, thermogravimetric and morphological characteristics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 112, 104684. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104684>
- Doyle, M., Diez, F., & Hill, C. (2019). *Food Microbiology* (M. P. Doyle, F. Diez-González, & C. Hill, Eds.). ASM Press. <https://doi.org/10.1128/9781555819972>
- Drago, S. R. (2017). Minerals. In *Nutraceutical and Functional Food Components* (pp. 129–157). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805257-0.00005-3>

- Dussán, S., De la Cruz, R., & Godoy, S. (2019). Study of the amino acid profile and proximal analysis of extruded dry pastas based on quinoa flour and peach palm flour. *Informacion Tecnológica*, 30(6), 93–100. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600093>
- Dziki, D. (2020). Recent trends in pretreatment of food before freeze-drying. *Processes*, 8(12), 1–18. <https://doi.org/10.3390/pr8121661>
- Erkmen, O. (2022). Isolation and counting of coliforms and Escherichia coli. In *Microbiological Analysis of Foods and Food Processing Environments* (pp. 105–140). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91651-6.00051-3>
- Esparza, J., & Cuero, J. (2013). *Elaboración de una conserva de chontaduro en almíbar con albahaca*.
- Espinoza, M., Miano, A., Obregón, J., Siche, R., & Barraza, G. (2020). Barras energéticas a base de quinua, kiwicha y chía: Características texturales, acústicas y sensoriales. *Energy Bars Based on Quinoa, Kiwicha and Chia: Textural, Acoustic and Sensory Characteristics [Barras Energéticas a Base de Quinoa, Kiwicha y Chía: Características Texturales, Acústicas y Sensoriales]*, 1–9. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.377>
- Estrada, H., Restrepo, C., Saumett, H., & Pérez, L. (2018). Deshidratación osmótica y secado por aire caliente en mango, guayaba y limón para la obtención de ingredientes funcionales. *Información Tecnológica*, 29(3), 197–204. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S0718.07642018000300197&lang=es&site=eds-live&custid=s4509042>
- FAO. (2024, July 19). *Codex Alimentarius*. Norma Codex Stan 074 de 1981. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/>

- Fernández, C. (2016). Estandarización del método calorimétrico para la determinación del poder calorífico de alimentos para la escuela de tecnología química [Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/8fce0a16-c9e8-4f01-9e51-e1e2bba02bef/content>
- Ferrari, M., Souza, M., Villas, F., Lopes, C., Landi, C., Michielon, S., Pedrosa, M., & Côrtes, L. (2020). Characterization and technological properties of peach palm (*Bactris gasipaes* var. *gasipaes*) fruit starch. *Food Research International*, 136(July), 109569. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109569>
- Forde, C., & De Graaf, K. (2023). Sensory influences on food choice and energy intake. In *Flavor* (pp. 329–362). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-89903-1.00013-X>
- Forero, C. L., Godoy, S. P., Díaz, D. E., Luna, G. A., & Motta, E. L. (2005). Estandarización conservas de chontaduro como alternativa para el fortalecimiento integral de la minicadena de la palma de chontaduro (*Bactris gasipaes*) en el departamento del Cauca conserves of chontaduro standardization as alternatives for the strengthen. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 3, 80–86.
- García, E. (2017). Elaboración de una conserva a partir del fruto Chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth). Universidad Técnica de Ambato.
- García, E. A. (2017). Elaboración de una Conserva a partir del fruto Chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth) (Vol. 549).
- Gill, A., & Meena, G. S. (2020). Formulation of functional energy bars using dairy and non-dairy ingredients: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(6), 1337–1342. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i6s.10946>

- Gill, A., Menna, G., & Singh, A. (2022). Snack bars as functional foods: A review. *The Pharma Innovation*, 11(3), 1324–1331.
- Girón, J., Santo, L., & Rodríguez, D. (2019). Extracción de carotenoides totales a partir de epicarpio de chontaduro (*Bactris gasipaes*) mediante aplicación de ultrasonido y aceite vegetal/Extraction of total carotenoids from peach palm fruit (*Bactris gasipaes*) peel by means of ultrasound application. *DYNA (Colombia)*, 86(209), 91–96.
<http://search.proquest.com/docview/2244650081/abstract/C78A1126CF5C47FCPQ/1%0Ah>
[http://files/636/Girón et al. - 2019 - Extracción de carotenoides totales a partir de epi.pdf](http://files/636/Girón%20et%20al.%20-%202019%20-%20Extracci3n%20de%20carotenoides%20totales%20a%20partir%20de%20epi.pdf)
- González, E. (2019). Enfermedades de Transmisión Alimentaria. Parte I. Badajoz Veterinaria, (16), 26-33.
- González, J., Gnecco, G., Patiño, A., Enciso, P., Páez, M. (2021). Elaboración de una pasta emulsionada de cáscara de chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Revista Tecnológica - Espol*, 33(1) 72-83.<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/794>. Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución – No Comercial 4.0.
- González, N., Bailon, N., Duarte, R., & Romero, J. C. (2022). Peach Palm (*Bactris gasipaes* Kunth.): Ancestral Tropical Staple with Future Potential. *Plants*, 11(22).
<https://doi.org/10.3390/plants11223134>
- Green, L. H., & Goldman, E. (2021). *Practical Handbook of Microbiology* (L. H. Green & E. Goldman, Eds.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003099277>
- Hadde, E., & Chen, J. (2021). Texture and texture assessment of thickened fluids and texture-modified food for dysphagia management. *Journal of Texture Studies*, 52(1), 4–15.
<https://doi.org/10.1111/jtxs.12567>

Helstad, S. (2019). Corn Sweeteners. In *Corn* (pp. 551–591). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811971-6.00020-6>

Hernández, L. (2009, July). El chontaduro, una fuente alimenticia desconocida de alto valor nutricional. *Universidad Del Valle*, 1–5.

<http://aupec.univalle.edu.co/informes/2009/julio/chontaduro.html>

IBGE. (2022). *Produção de Palmito (cultivo)*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/palmito-cultivo/br>

ICBF. (2018). Tabla de composición de alimentos colombianos (TCAC). Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac_web.pdf

InfoStat (2024). InfoStat software estadístico. <https://www.infostat.com.ar/>

IGAC. (2023). Tumaco, uno de los municipios nariñenses en los que renacerá la paz. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://igac.gov.co/es/noticias/tumaco-uno-de-los-municipios-narinenses-en-los-que-renacera-la-paz>

Israelsen, I. P. (2024). *Formulation, Sensory Evaluation, and Physicochemical Assessment of and Consumer Behavior Toward Novel Energy Bars* [West Virginia University Libraries]. <https://doi.org/10.33915/etd.12448>

Iturbe, F., & Sandoval, J. (2011). *Análisis de alimentos, Fundamentos y técnicas*. UNAM.

Jabeen, S., Huma, N., Sameen, A., & Zia, M. (2021). Formulation and characterization of protein-energy bars prepared by using dates, apricots, cheese and whey protein isolate. *Food Science and Technology*, 41(suppl 1), 197–207. <https://doi.org/10.1590/fst.12220>

Jiménez, I., Aladro, A., Vera, A., Camacho, A., Encarnación, A., & Pérez, P. (2023). The Effect of the Texture of Two Energy Bars on the Oral Processing of Cyclists: An Exploratory Study. *Applied Sciences*, 13(4), 2362. <https://doi.org/10.3390/app13042362>

- Klerks, M., Román, S., Verkerk, R., & Sanchez-Siles, L. (2022). Are cereal bars significantly healthier and more natural than chocolate bars? A preliminary assessment in the German market. *Journal of Functional Foods*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104940>
- Khan, M., Di Giuseppe, F., Torrieri, E., Sadiq, M. (2021). Recent advances in biopolymeric antioxidant films and coatings for preservation of nutritional quality of minimally processed fruits and vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*, 30, 100752.
- Kramer, Y., Clement, C., Carvalho, J., Fernández, A., Da Silva, C., Koolen, H., Aguiar, J., Nesi, A., Ramos, M., Araujo, W., & Goncalves, J. (2023). Understanding the Technical-Scientific Gaps of Underutilized Tropical Species: The Case of *Bactris gasipaes* Kunth. *Plants*, 12, 337.
- Latorre, J. (2022). Descubre los beneficios del fruto tropical chontaduro (o caqui) El chontaduro, o *Bactris gasipaes*, está considerado como uno de los alimentos tropicales más nutritivos y equilibrados. 1–8.
<https://www.miarevista.es/nutricion/13085.html#:~:text=Alchontaduro%2Cseleha,%2Cmagnesio%2Cfósforoycalcio>
- Li, A., & Palacios, C. (2020). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de barras de cereal a base de granola con arándanos (*Vaccinium corymbosum*) y fresas (*Fragaria*) deshidratados.
- Lima, B. (2019). Evaluación de La Fermentación De Chonta (*Bactris gasipaes*) empleando microorganismos fermetadores kéfir y levadura para la obtención de una bebida fermentada.
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/56f28388-2309-444b-96ed-925b600b9c82/content>

- Liscano, L., & Samboni, A. (2019). Evaluación del efecto de la adición de harina de chontaduro (*Bactris gasipaes*) variedad rojo cauca en un snack extruido a base de maíz. In *Progress in Retinal and Eye Research* (Vol. 561, Issue 3). Universidad del Cauca.
- Llumiangua, M. (2021). Análisis del estado actual de *Bactris gasipaes* Kunth en el Ecuador [Universidad de las Fuerzas Armadas]. In *Universidad de las Fuerzas Armadas*.
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24215/1/T-ESPE-044451.pdf>
- Logroño, M., Betancourt, S., & Fonseca, J. (2021). Barras Energéticas Naturales con Mejoramiento Proteico a Partir de Alimentos de Origen Animal. *The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 1(1), 1–11.
- López, J. (2023). chontaduro. *Sosquua*, 5(2), 1–12. <https://doi.org/10.52948/sosquua.v5i2.950>
- Madrid, V. (2021). *Bromatología* (AMV, Vol. 1).
- MAG. (2023). *Biblioteca virtual*. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
<https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/biblioteca-index.html>
- Márquez, L. (2014). Evaluación nutricional de la cascara de chontaduro (*Bactris gasipaes*) como alternativa en la alimentación animal. core View metadata, citation and similar papers at core [Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://cutt.ly/gV85FkC>
- Martínez, J., & Ordóñez, L. (2016). Determinación de la concentración de pigmentos carotenoides en harina de residuos de chontaduro (*Bactris gasipaes*). *Producción + Limpia*, 11(1), 85–93. <https://doi.org/10.22507/pml.v11n1a8>
- MDAR. (2023). *Contacto Con Animales*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego.
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/tema/contacto-con-midagri>
- Microsoft Office. (2023). *Excel*. <https://www.microsoft.com/es-co/microsoft-365/excel>

- Mihafu, F. D., Issa, J. Y., & Kamiyango, M. W. (2020). Implication of Sensory Evaluation and Quality Assessment in Food Product Development: A Review. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 8(3), 690–702.
<https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.3.03>
- Mitsagga, C., Petrotos, K., & Giavasis, I. (2021). Antimicrobial properties of lyophilized extracts of olive fruit, pomegranate and orange peel extracts against foodborne pathogenic and spoilage bacteria and fungi in vitro and in food matrices. *Molecules*, 26(22).
<https://doi.org/10.3390/molecules26227038>
- Montaño, E. G. R., & Collazos, H. D. H. (2019). Análisis contable y financiero de la producción y comercialización de chontaduro en el corregimiento de Cuatro Esquinas del municipio de El Tambo (Vol. 8, Issue 5).
- Montealegre, Y. (2020). Caracterización fisicoquímica y nutricional de pasabocas de chontaduro (*Bactris gasipaes*) empleando para su elaboración diferentes tecnologías de secado. 84.
- Mora, C. (2023). Desarrollo de una formulación para una barra nutritiva a base de quinua y chía. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Mora, J., Weber, J. C., & Clement, C. R. (2005). *Peach palm (Bactris gasipaes Kunth)* (Issue 26).
- Morales, A. (2016). Estudio de la adicción de harina de chontaduro en barras de cereales.
- Morla, D., Eguiguren, L., Galindo, R., Mancilla, X., & Sernaqué, J. (2020). *Barra de cereal digestiva y nutritiva “Pita Fit”* Universidad San Ignacio de Loyola.
- Morquecho, P., De Graaf, K., & Boesveldt, S. (2020). Smelling our appetite? The influence of food odors on congruent appetite, food preferences and intake. *Food Quality and Preference*, 85, 103959. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103959>

MSPS. (2024, July 16). *Resolución 1407 de 2022*.

https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%201407%20de%202022.pdf

Muñoz, C., Urrea, G., Jiménez, M., Rodríguez, G., & Luna, G. (2018). Efecto de las condiciones de liofilización en propiedades fisicoquímicas, contenido de pectina y capacidad de rehidratación de rodajas de ciruela (*Spondias purpurea* L.). *Agrociencia*, 52(1), 1–13.

Muñoz, H. (2020, May). Larga vida al chontadurito. *Bienestar - Colsanitas*,

<https://www.bienestarcolsanitas.com/articulo/chont>.

Niaz, K., Khan, F., & Shah, M. A. (2020). Analysis of carbohydrates (monosaccharides, polysaccharides). In *Recent Advances in Natural Products Analysis* (pp. 621–633). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816455-6.00018-4>

Ochoa, C. (2012). Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa APICARE [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. In *Facultad de Ciencias*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2577>

Ofoedu, C. E., Iwouno, J. O., Ofoedu, E. O., Ogueke, C. C., Igwe, V. S., Agunwah, I. M., Ofoedum, A. F., Chacha, J. S., Muobike, O. P., Agunbiade, A. O., Njoku, N. E., Nwakaudu, A. A., Odimegwu, N. E., Ndukauba, O. E., Ogbonna, C. U., Naibaho, J., Korus, M., Okpala, C. O. R. (2021). Revisiting food-sourced vitamins for consumer diet and health needs: a perspective review, from vitamin classification, metabolic functions, absorption, utilization, to balancing nutritional requirements. *PeerJ*, 9, e11940. <https://doi.org/10.7717/peerj.11940>

Orellana, A., & Rodríguez, O. (2022). Estudio nutricional de la pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes*) procedente de la provincia de Esmeraldas. In *Braz Dent J.* (Vol. 33, Issue 1). Universidad de Guayaquil.

- Orozco, D. P., & Cañas, W. (2017). Estandarización de la técnica por espectrometría de absorción atómica para la determinación de plomo y cadmio por horno de grafito y cobre, hierro y zinc por llama directa en alimentos, para el laboratorio de Análisis de Aguas y Alimentos de la. *Química Industrial*, 1–8.
- Ortega, V., & Valderrama, J. (2020). Aprovechamiento de los residuos sólidos de cáscara y semilla de *Bactris gasipaes* y *Euterpe oleracea* mediante el análisis composicional y la aplicación de los extractos en la formulación de un producto de valor agregado. In *Universidad de los Andes* (Vol. 21, Issue 1). Universidad de los Andes.
- Otterbring, T., Folwarczny, M., & Gidlöf, K. (2023). Hunger effects on option quality for hedonic and utilitarian food products. *Food Quality and Preference*, 103, 104693.
<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104693>
- Oxford University. (2024, July 11). *Oxford Languages*. Oxford Languages y Google.
<https://languages.oup.com/google-dictionary-en/>
- Pasto. (2024). *Comunas*. Pasto Tierra Cultural. <https://pastotierracultural.jimdofree.com/el-municipio/organización-político-administrativa/comunas/>
- Peixoto Araujo, N. M., Arruda, H. S., Marques, D. R. P., de Oliveira, W. Q., Pereira, G. A., & Pastore, G. M. (2021). Functional and nutritional properties of selected Amazon fruits: A review. *Food Research International*, 147(June).
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110520>
- Pires, M., Amante, E., Lopes, A., Rodrigues, A., Silva, L. (2019). Peach palm flour (*Bactris gasipae* KUNTH): potential application in the food industry. *Food Science and Technology*, 39, 613-619.

- PNG-EGG. (2024). *Placas de Petri molde laboratorio hongos*. <https://www.pngegg.com/es/png-eaxha>
- Posit Software. (2024, April 15). *RStudio Desktop*.
- Qi, J. (2020). Research progress on the function and metabolism characteristics of energy bars in sports food. *Journal of Food Safety and Quality*, 11(21), 7746–7751.
- Quilligana, R. (2015). Evaluación de los niveles de aceite de semilla de chontaduro (*Bactris gasipaes*) en la obtención de un jabón en barra [Escuela de Ingeniería Agroindustrial]. http://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/83/QUILLIGANA_PUNINA_ROSA_EL_VIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rabbani, G., Ahmad, E., Ahmad, A., & Khan, R. H. (2023). Structural features, temperature adaptation and industrial applications of microbial lipases from psychrophilic, mesophilic and thermophilic origins. *International Journal of Biological Macromolecules*, 225, 822–839. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.146>
- Ramírez, J., Cortés, M., & Hincapié, C. (2019). Optimización del proceso de liofilización y comparación con el secado por convección de estragón ruso (*Artemisia dracunculus* L.). *Acta Agronómica*, Vol.68(3), 167-174 pp.
- Ramírez, K., & Triana, L. (2020). *Análisis del consumo actual de chontaduro (Bactris gasipaes) en la ciudad de Cali*.
- Reale, V., Irigoyen, M., & Giner, S. (2019). Desarrollo de un proceso para la obtención de Snacks saludables de frutas mediante liofilización. *ITE*, 2, 641–647.
- Rengifo, O., Vargas, V., Samboni, S., & Ramírez, J. (2021). Crema de maní: elaboración y características nutricionales. *La Alimentación Latinoamericana*, 1(355), 1–10.

- Reyes, A. (2019). Extracción de compuestos fenólicos por etanol presurizado: una alternativa de antioxidante natural en yogurt a partir de epicarpio de chontaduro (*Bactris gasipaes*).
- Riasco, A. (2018). Evaluación de las propiedades físicas y nutricionales de una galleta con inclusión de harina de chontaduro (*bactris gasipaes*) (Vol. 7, Issue 2).
- Rodríguez, N., & Quiñones, Y. (2019). *Evaluación de la digestibilidad in vitro de la harina de chontaduro*.
- Roldán, D., Omote, J., Molleda, A., & Ponce, F. (2022). Desarrollo de barras nutritivas utilizando cereales, granos andinos y concentrado proteico de pota. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 24(1), 17–26.
<https://doi.org/10.18271/ria.2022.383>
- Rúa, Á. (2023). Taxonomía de los hongos: un rompecabezas al que le faltan muchas piezas. *Biomédica*, 43(Sp. 1), 288–311. <https://doi.org/10.7705/biomedica.7052>
- Sami, R., Li, Y., Qi, B., Wang, S., Zhang, Q., Han, F., Ma, Y., Jing, J., & Jiang, L. (2014). HPLC analysis of water-soluble vitamins (B2, B3, B6, B12 and C) and fat-soluble vitamins (E, K, D, A, and B-carotene) of Okra (*Abelmoschus esculentus*). 2014.
- Sánchez, T., Saravia, L., & Fula, M. (2019). Plan de marketing internacional para la exportación de Chontaduro en almíbar. <https://ciencia.lasalle.edu.co>
- Seisun, D., & Zalesny, N. (2021). Strides in food texture and hydrocolloids. *Food Hydrocolloids*, 117, 106575. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106575>
- Serrano, L. M. bonilla, & Guaran, J. L. G. (2019). *Estudio de viabilidad de exportación de chontaduro en conserva desde Colombia a Países Bajos* (Vol. 8, Issue 5).
- Shahidi, F., & Hossain, A. (2022). Role of Lipids in Food Flavor Generation. *Molecules*, 27(15), 5014. <https://doi.org/10.3390/molecules27155014>

- Singh, D. P. (2019). Consumer Attitudes to Functional Foods. In Reference Module in Food Science. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22627-9>
- Skoog, D., Holler, J., Crouch, S., West, D. (2022). Química Analítica. Novena edición. Ed. Cengage Learnig. México D. F.
- Soares, S., Dos Santos, O., Do Nascimento, C., & Pena, R. (2022). A review of the nutritional properties of different varieties and byproducts of peach palm (*Bactris gasipaes*) and their potential as functional foods. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 2146–2164. <https://doi.org/10.1080/10942912.2022.2127761>
- Stone, H. (2023). Alternative methods of sensory testing: Advantages and disadvantages. In *Rapid Sensory Profiling Techniques* (pp. 27–50). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821936-2.00005-4>
- Stores-online. (2024). *Agar Levine (EMB)*. <https://stores.onlinesale2024best.com/content?c=medio+emb+levine&id=4>
- Surco, F., Tipiana, R., Torres, Y., Valle, M., & Panay, J. (2017). Efectos de liofilización sobre composición química y capacidad antioxidante en pulpa de cuatro variedades de *Mangifera indica*. *Soc Quím Perú.*, 83(4), 412–419.
- Tamami, C., & Vargas, R. (2024). Estudio de las concentraciones de semillas expandidas de trigo (*Triticum vulgare*), avena (*Avena sativa*) y quinua (*Chenopodium quinua*) y el establecimiento valor calórico y tiempo de vida útil en la obtención de barras energéticas, en el cantón Guaranda, provincia Bolívar. Universidad Estatal de Bolívar.
- Temple, N. J. (2022). A rational definition for functional foods: A perspective. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.957516>

- Tiefenbacher, K. F. (2019). Chapter Eight-New Products Require New Thinking—Ideas and Examples. *The Technology of Wafers and Waffles II. Recipes, Product Development, and Know-how*, 5, 74-77
- Thomareis, A. S., & Dimitreli, G. (2022). Techniques used for processed cheese characterization. In *Processed Cheese Science and Technology* (pp. 295–349). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821445-9.00007-8>
- Torres, A., Vargas, J., García, J., Otálora, N., Arango, Lady, & Giraldo, J. (2020). Productores forestales no maderables del Valle del Cauca.
- Tsykhanovska, I., Lazarieva, T., Stabnikova, O., Kupriyanov, O., Litvin, O., & Yevlash, V. (2023). Potential benefits of functional antianemic energy bars. *Ukrainian Food Journal*.
<https://doi.org/10.24263/2304-974X-2023-12-4-7>
- Tunco, E. (2018). Aceptabilidad de un alimento mejorado a base de hojuelas de cereales en escolares de 4to año de primaria. Universidad Alas Peruanas.
- Tung, H., Anh, N., & Anh, A. (2023). Research on Digital Marketing for Play Nutrition's Nutrition Bar. *Economics and Business Quarterly*, 6(3), 1–16.
- Valencia, J. (2014). Obtención y caracterización de materiales poliméricos a partir de aceite de chontaduro (*Bactris gasipaes*) (Vol. 53, Issue 76).
- Valencia, R., Montúfar, R., Navarrete, H., & Balslev, H. (2013). Palmas ecuatorianas: biología y uso sostenible. In *Publicaciones del Herbario QCA* (1st ed., pp. 6–18).
- Velásquez, J., Gutiérrez, D. J., Andrade, M. M., & Martínez, H. A. (2016). Pretratamiento con ultrasonido en extracción de compuestos bioactivos de mesocarpio de chontaduro (*Bactris gasipaes*) usando CO₂ supercrítico. *Agronomía Colombiana*, 34(0120–9965), 1370–1373.
<https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58458>

- Veloz, A. (2015). Utilización de cáscara de chontaduro (*Bactris gasipaes*) fermentada en estado sólido para la elaboración de barras energéticas.
- Verduga, K. (2019). Elaboración de una barra energética a partir de Sacha Inchi.
- Vincent, A. T., & Charette, S. J. (2022). To Be or Not to Be Mesophilic, That Is the Question for *Aeromonas salmonicida*. *Microorganisms*, 10(2), 240.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10020240>
- Wong, M. C., Chan, K. M. K., Wong, T. T., Tang, H. W., Chung, H. Y., & Kwan, H. S. (2023). Quantitative Textural and Rheological Data on Different Levels of Texture-Modified Food and Thickened Liquids Classified Using the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative (IDDSI) Guideline. *Foods*, 12(20), 3765. <https://doi.org/10.3390/foods12203765>
- Xiuping, X., Jinming, Y., & Pingli, H. (2008). Simultaneous determination of five fat-soluble vitamins in feed by high-performance liquid chromatography following solid-phase extraction. *Journal of Chromatographic Science*, 46(4), 345–350.
<https://doi.org/10.1093/chromsci/46.4.345>
- Yuyama, L. K. O., Aguiar, J. P. L., Yuyama, K., Clement, C. R., Macedo, S. H. M., Fávaro, D. I. T., Afonso, C., Vasconcellos, M. B. A., Pimentel, S. A., Badolato, E. S. G., & Vannucchi, H. (2003). Chemical composition of the fruit mesocarp of three peach palm (*Bactris gasipaes*) populations grown in Central Amazonia, Brazil. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54(1), 49–56. <https://doi.org/10.1080/096374803/000061994>
- Zepeda, A., Gómez, F., Reyes, N., Vega, V., & Calderón, N. (2023). Aislamiento e identificación de hongos y levaduras en excretas de garza ganadera (*Bubulcus ibis*). *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 9(18), 12–19.
<https://doi.org/10.29057/icap.v9i18.8780>

Zhou, S., Chen, S., & Li, S. (2021). The shape effect: Round shapes increase consumers' preference for hedonic foods. *Psychology & Marketing*, 38(11), 2051–2072.

<https://doi.org/10.1002/mar.21547>

Apéndices

Apéndice A. Test de aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Test de aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado

Se desea evaluar la aceptabilidad de cuatro barras energéticas a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*), por ello solicito su colaboración para describir las características de estas barras energéticas.

Hombre

☐

Mujer

☐

Marque con una X la respuesta que usted crea conveniente.

1. Color de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*).

Color	B1	B2	B3	B4
Muy agradable				
Agradable				
Ni agradable, ni desagradable				
Desagradable				
Muy desagradable				

2. Aroma de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*).

Olor	B1	B2	B3	B4
Muy agradable				
Agradable				
Ni agradable, ni desagradable				
Desagradable				
Muy desagradable				

3. Sabor de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*).

Sabor	B1	B2	B3	B4
Muy agradable				
Agradable				
Ni agradable, ni desagradable				
Desagradable				
Muy desagradable				

4. Dulzor de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*).

Dulzor	B1	B2	B3	B4
Muy agradable				
Agradable				
Ni agradable, ni desagradable				
Desagradable				
Muy desagradable				

Barras energéticas de chontaduro liofilizado

Fuente: el autor, 2025.



5. Textura de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*).

Textura	B1	B2	B3	B4
Muy agradable				
Agradable				
Ni agradable, ni desagradable				
Desagradable				
Muy desagradable				

6. ¿Qué barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) prefiere?

B1 B2 B3 B4

7. ¿Estaría dispuesto a comprar la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*)?

Si No

8. ¿Qué precio estaría dispuesto a pagar por una barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*)?

\$2.000 \$2.500 \$3.000 \$3.500

Barras energéticas de chontaduro liofilizado

Fuente: el autor, 2025.

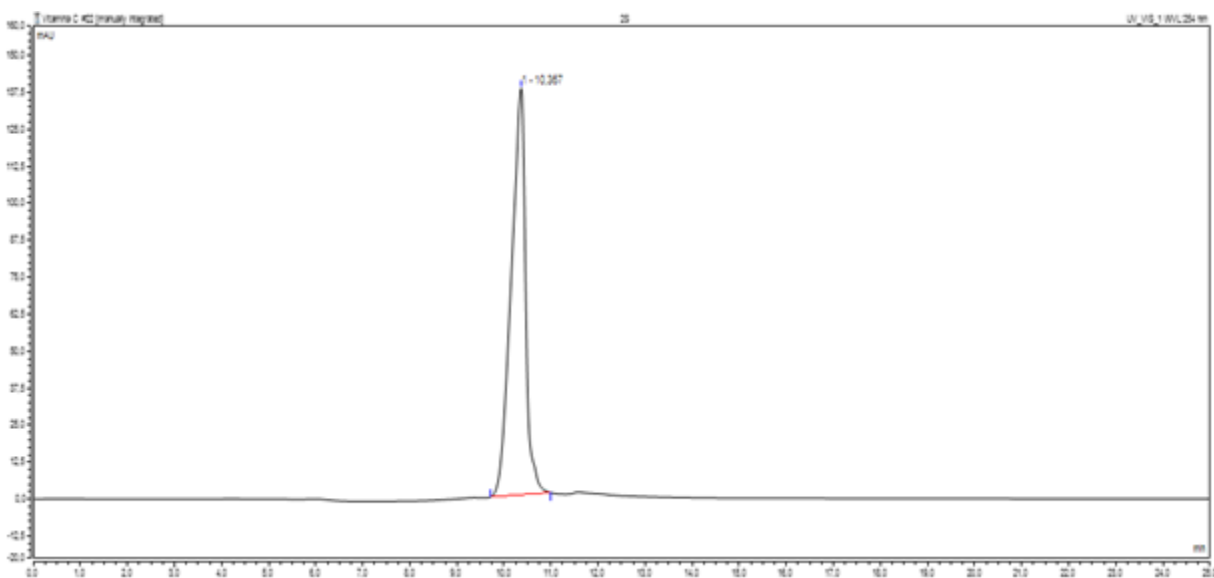
Apéndice B. Pruebas de aceptabilidad de la barra energética a base de chontaduro (*Bactris gasipaes*) liofilizado.



Fuente: el autor, 2025.

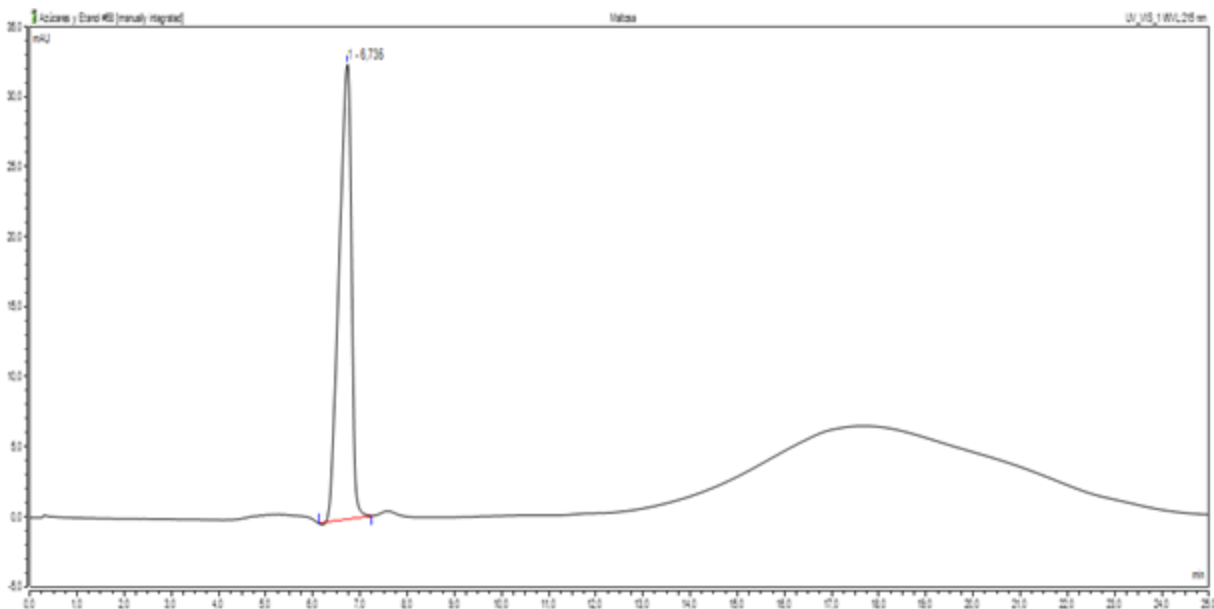
Apéndice C. Cromatogramas de los estándares de las vitaminas (Ref. Sigma-Aldrich).

Figura 26. Cromatograma del estándar de vitamina A (Ref. PHR1235).



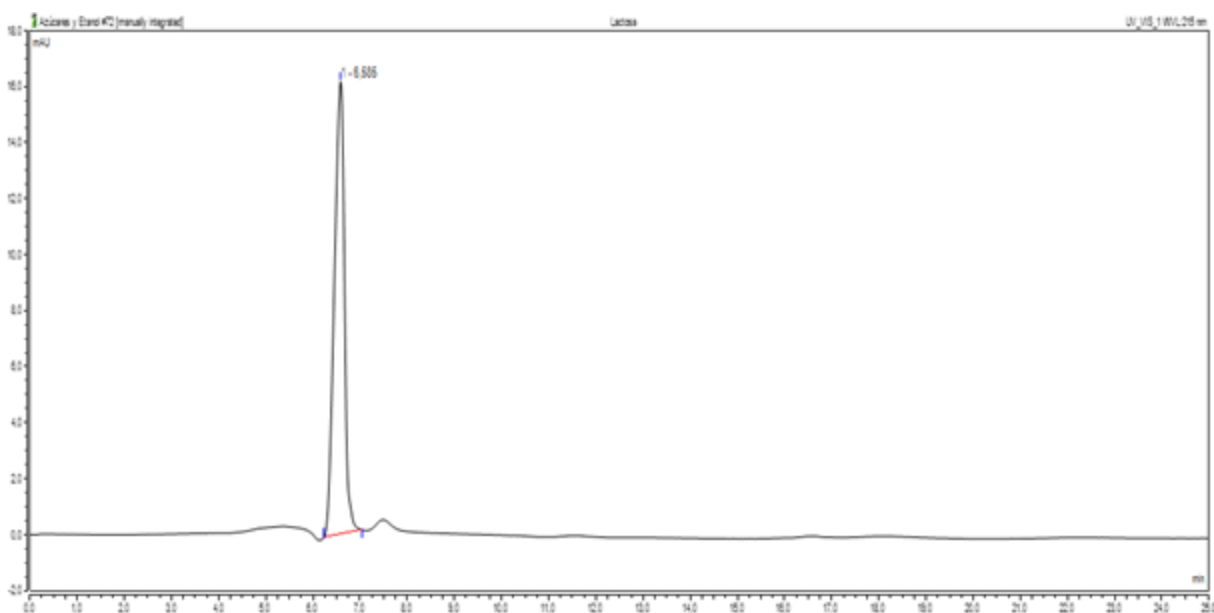
Fuente: el autor, 2025.

Figura 27. Cromatograma del estándar de vitamina B1 (Ref. 47858).



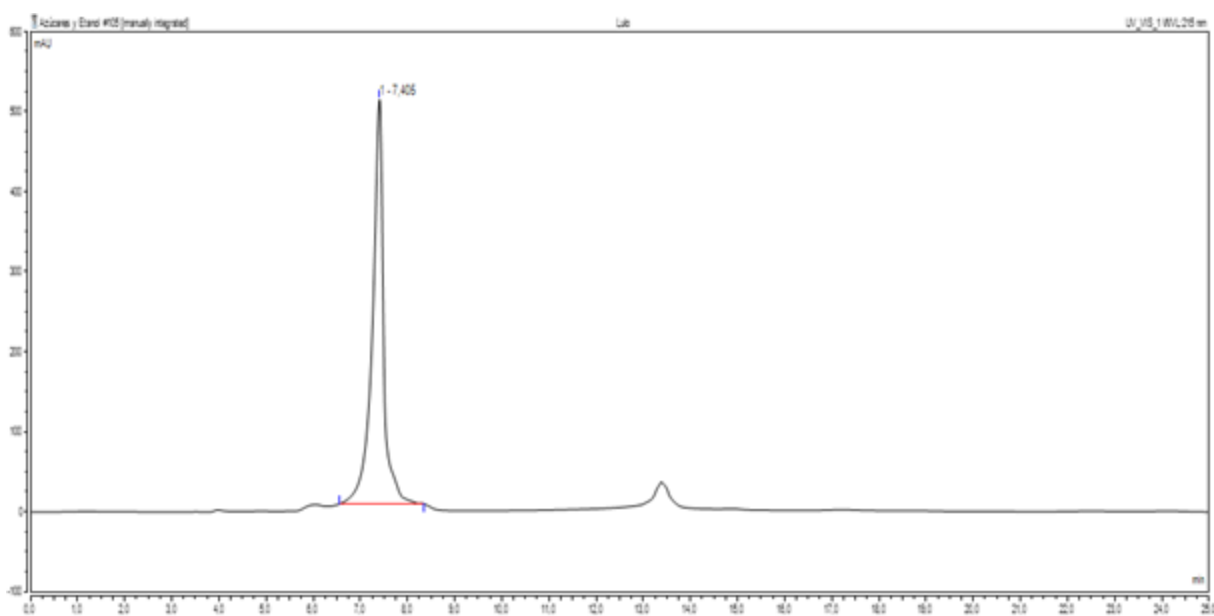
Fuente: el autor, 2025.

Figura 28. Cromatograma del estándar de vitamina B2 (Ref. 47861).



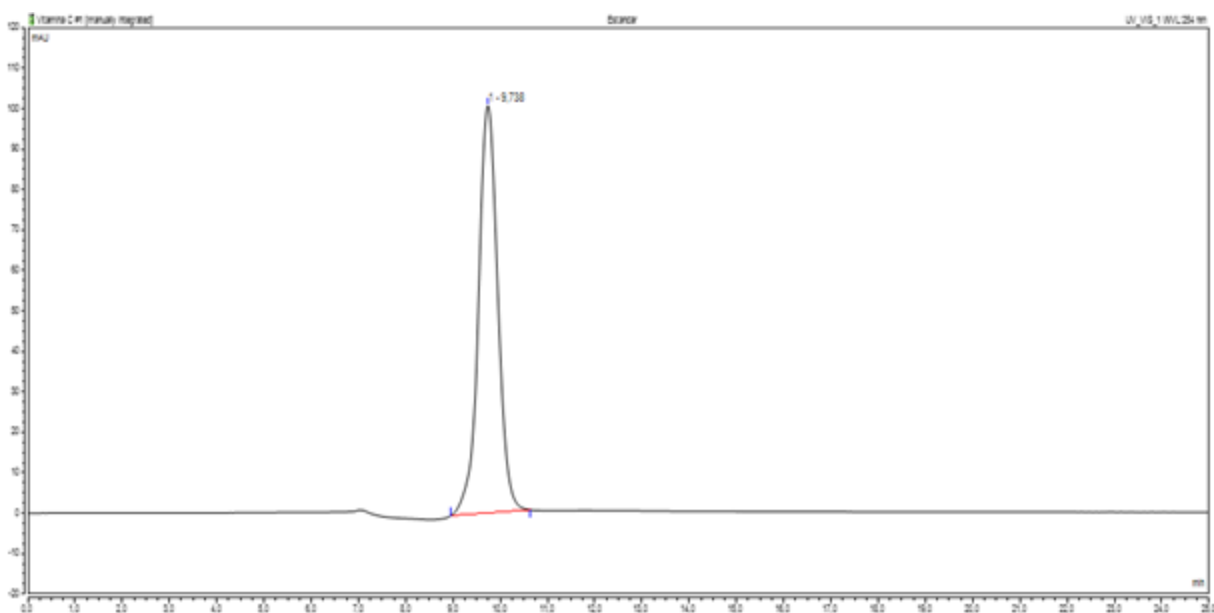
Fuente: el autor, 2025.

Figura 29. Cromatograma del estándar de vitamina B3 (Ref. 47864).



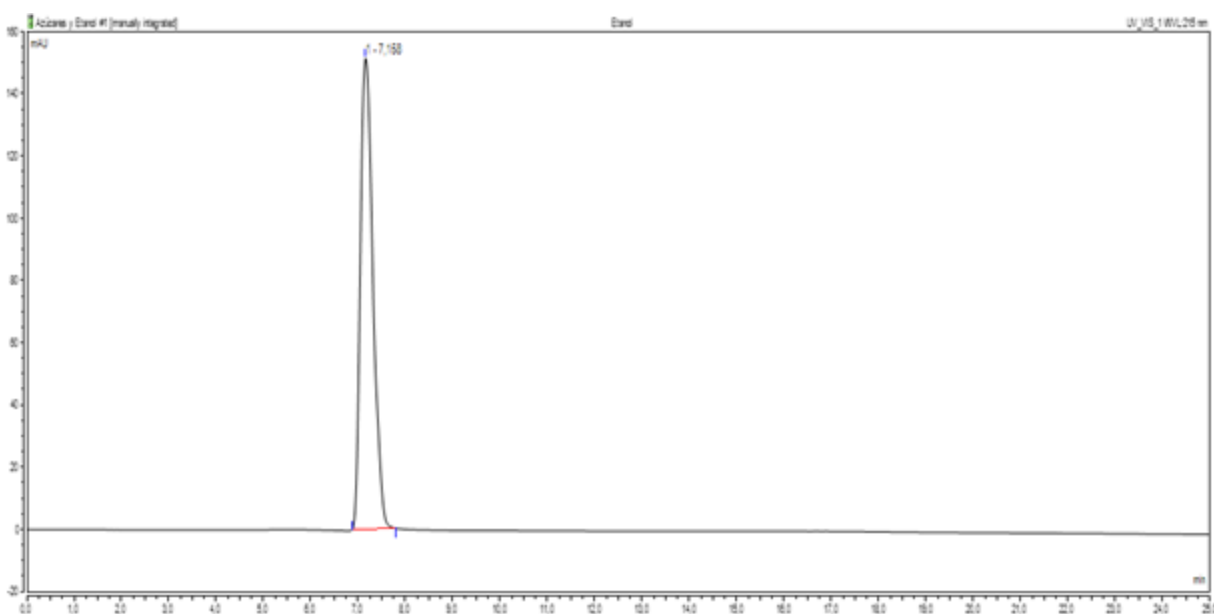
Fuente: el autor, 2025.

Figura 30. Cromatograma del estándar de vitamina C (Ref. 47863).



Fuente: el autor, 2025.

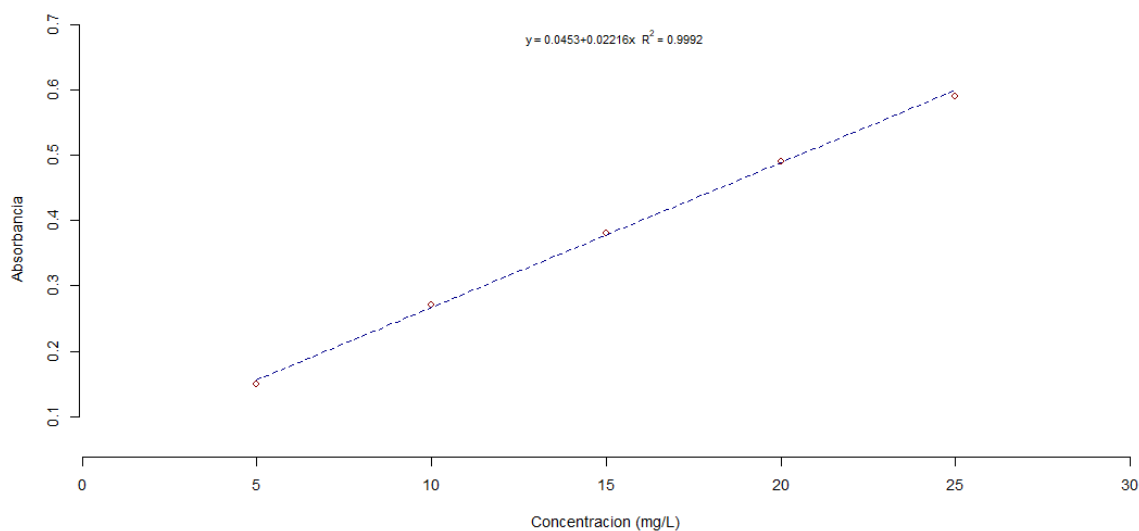
Figura 31. Cromatograma del estándar de vitamina E (Ref. T3251).



Fuente: el autor, 2025.

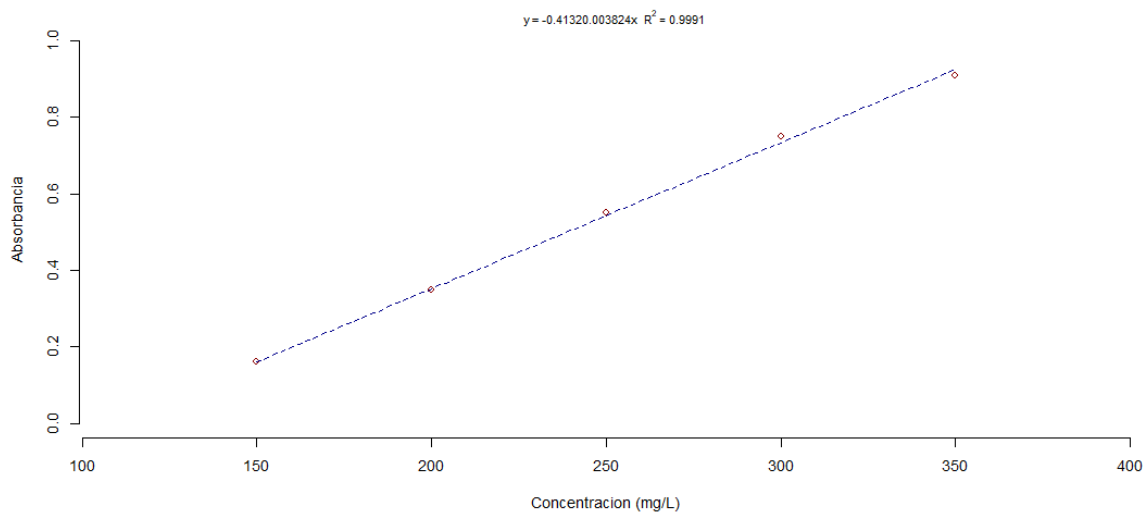
Apéndice D. Curva de calibración de los estándares de minerales (Ref. PanReac AppliChem).

Figura 32. Curva de calibración de los estándares de sodio (Ref. 313192).



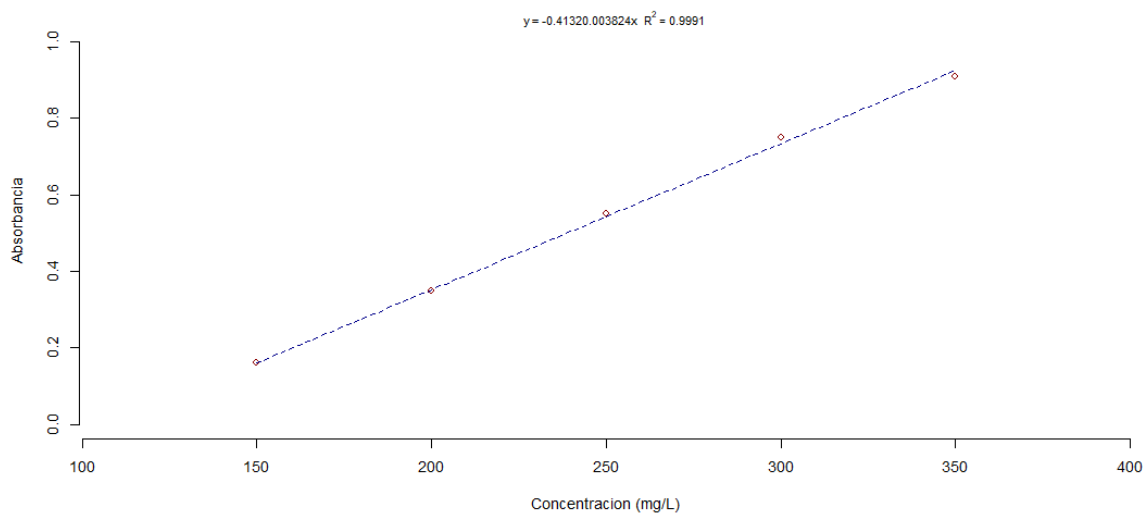
Fuente: el autor, 2025.

Figura 33. Curva de calibración de los estándares de potasio (Ref. 313190).



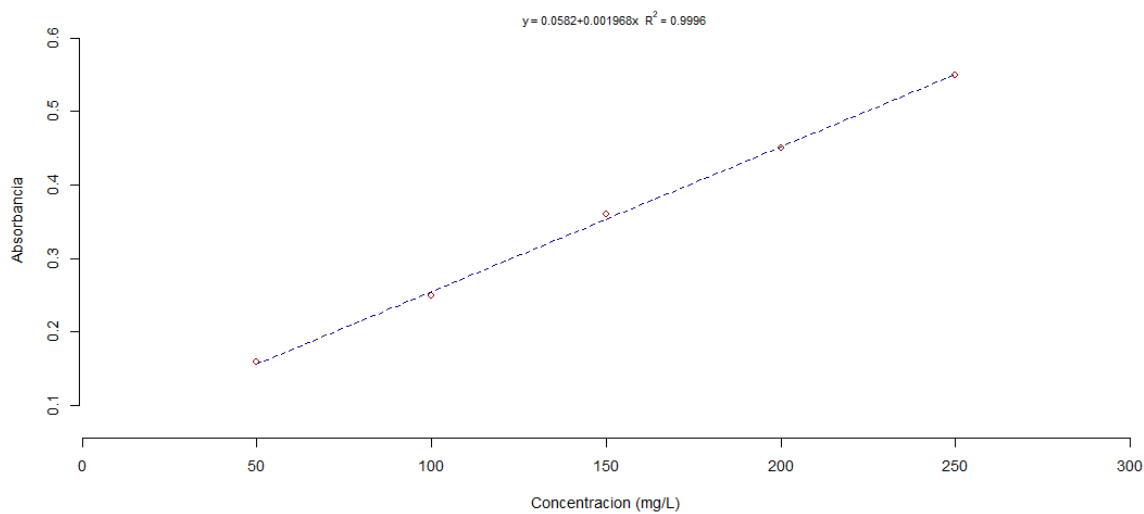
Fuente: el autor, 2025.

Figura 34. Curva de calibración de los estándares de calcio (Ref. 313176).



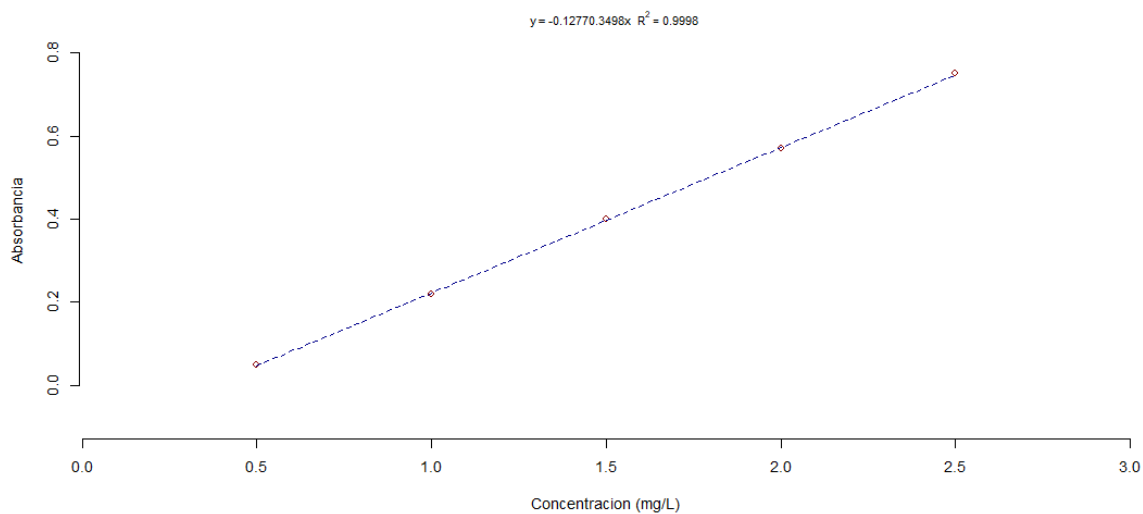
Fuente: el autor, 2025.

Figura 35. Curva de calibración de los estándares de magnesio (Ref. 313184).



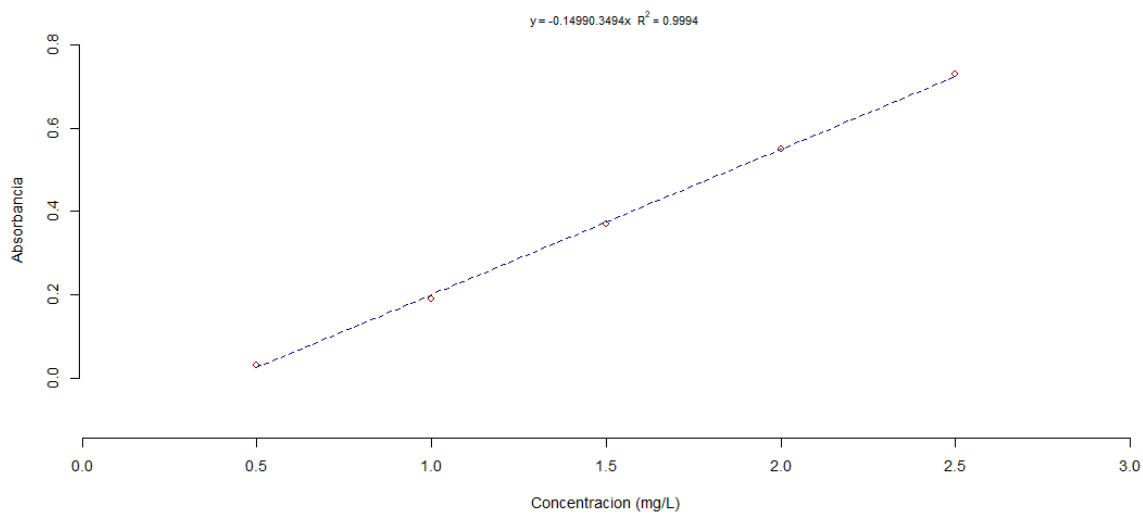
Fuente: el autor, 2025.

Figura 36. Curva de calibración de los estándares de manganeso (Ref. 766052).



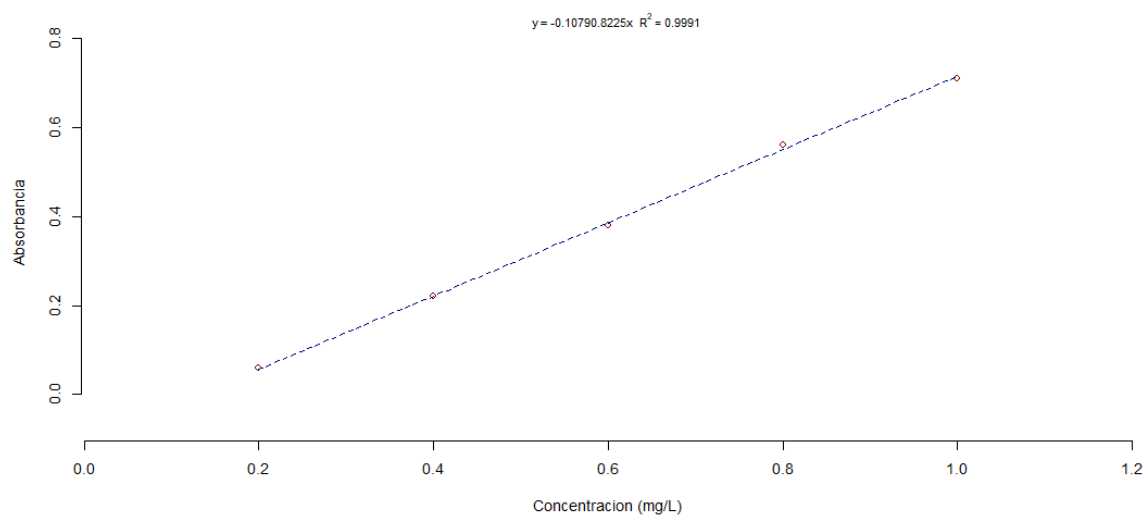
Fuente: el autor, 2025.

Figura 37. Curva de calibración de los estándares de hierro (Ref. 313182).



Fuente: el autor, 2025.

Figura 38. Curva de calibración de los estándares de zinc (Ref. 766058).



Fuente: el autor, 2025.