



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE
MANABÍ**

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ESTUDIO NUTRICIONAL DE LA ELABORACIÓN DE
CROQUETAS PARA MASCOTAS A BASE DE RESIDUOS
DE PESCADO EN LA CIUDAD DE MANTA”**

Autor:

Allison Milena Murillo Molina

Tutor:

Ing. Fernando José Veloz Párraga, Mg

Manta - Manabí - Ecuador

2026

**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ESTUDIO NUTRICIONAL DE LA ELABORACIÓN DE CROQUETAS
PARA MASCOTAS A BASE DE RESIDUOS DE PESCADO EN LA
CIUDAD DE MANTA”**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD

DIRECTOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Allison Milena Murillo Molina**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico **2025-2**, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **"ESTUDIO NUTRICIONAL DE LA ELABORACIÓN DE CROQUETAS PARA MASCOTAS A BASE DE RESIDUOS DE PESCADO EN LA CIUDAD DE MANTA"**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Fernando José Veloz Párraga, Mg.

TUTOR DE TITULACIÓN

Declaración de Autoría de Tesis

Yo, Allison Milena Murillo Molina, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería Industrial, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado **"ESTUDIO NUTRICIONAL DE LA ELABORACIÓN DE CROQUETAS PARA MASCOTAS A BASE DE RESIDUOS DE PESCADO EN LA CIUDAD DE MANTA"** es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Fernando José Veloz Párraga y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Allison Milena Murillo Molina
C.I. 1315294874



Ing. Fernando José Veloz Párraga, Mg.
C.I. 1309294088

Dedicatoria

Este trabajo de investigación está dirigido a mi pareja Gabriel Auz, por su apoyo constante, su cariño y su acompañamiento incondicional en mi vida académica y personal, siendo un hogar y un pilar fundamental para mi crecimiento durante estos años.

A mi mamá, a mi papá y a mi hermano, por su amor incondicional, por guiarme desde mis primeros años de estudio y por estar presentes en cada etapa de mi vida universitaria.

A mis amigas María José, Angelina y Liseth, por su compañía y apoyo desde los primeros semestres, compartiendo experiencias durante toda la carrera.

Con mucho cariño, a mi perrito Theito, por su compañía durante estos días de arduo estudio, y a Rabo Trucho, un perrito de la calle que dejó una huella especial en mi vida.

Asimismo, dedico de manera especial a la memoria de mi abuelita y de mi tía Lilia, quienes hoy descansan en paz.

Reconocimiento

A Dios, por brindarme la sabiduría, la fortaleza y la guía necesarias para culminar esta etapa académica.

A mi propio esfuerzo y perseverancia, por no rendirme ante las dificultades y por buscar siempre alternativas para seguir adelante, incluso cuando el camino no fue sencillo.

A mi tutor de tesis, por su orientación, acompañamiento y disposición durante el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, agradezco a todas las personas que contribuyeron a este proceso universitario y formaron parte de esta etapa de aprendizaje y crecimiento.

Índice de Contenido

Certificación del Tutor	3
Declaración de Autoría de Tesis	4
Índice de Contenido.....	7
Resumen Ejecutivo.....	10
Executive Summary.....	11
Introducción.....	12
Planteamiento del problema	13
Formulación del problema.....	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
1 Fundamentación Teórica.....	17
1.1 Antecedentes Investigativos	17
1.2 Bases Teóricas.....	17
1.2.1 Fundamentos generales	17
1.2.2 Croquetas para mascotas: Tipos y análisis del mercado	19
1.2.3 Generalidades de las croquetas para mascotas	20
1.2.4 Aprovechamiento de residuos de pescado	21
1.2.5 Impacto ambiental y social del uso de residuos.....	23
1.2.6 Bioaccesibilidad y biodisponibilidad de nutrientes en croquetas elaboradas con residuos pesqueros.....	24
1.2.7 Tecnología de extrusión en la producción de alimentos secos para mascotas.....	25
1.2.8 Seguridad alimentaria en productos para mascotas	26
1.3 Marco Conceptual	27
1.4.1. Nutrición animal	27

1.4.2. Alimento balanceado para mascotas	27
1.4.3. Croquetas	27
1.4.4. Subproductos pesqueros	27
1.4.5. Insumos alimentarios	28
1.4.6. Procesamiento de subproductos pesqueros	28
1.4.7. Sostenibilidad.....	28
1.4.8. Economía circular	28
1.4.9. Proteína cruda	28
1.4.10. Grasa cruda	29
1.4.11. Fibra cruda.....	29
1.4.12. Cenizas	29
1.4.13. Humedad	29
1.4 Marco Legal y Ambiental	29
1.5 Hipótesis y Variables (sólo proyecto de investigación)	30
1.5.1 Hipótesis.....	30
1.5.2 Identificación de las Variables.....	31
1.5.3 Operacionalización de las Variables	31
1.6 Marco Metodológico	32
1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación	32
1.6.2 Enfoque	32
1.6.3 Nivel de Investigación	32
1.6.4 Población de Estudio	32
1.6.5 Tamaño de la Muestra.....	32
1.6.6 Técnicas de recolección de datos.....	33
1.6.8 Procesamiento de la Información.....	33
Capítulo 2.....	34
Diagnóstico o estudio de campo	34

2.1. Contexto del residuo de pescado en la ciudad de Manta.....	34
2.2. Descripción del residuo de pescado como materia prima.....	35
2.3. Caracterización fisicoquímica del residuo de pescado.....	36
2.4. Proceso de deshidratación del residuo de pescado.....	37
2.5. Cálculo teórico del contenido nutricional en base seca.....	38
2.6. Beneficios del residuo de pescado deshidratado	38
2.7. Insumos complementarios para la formulación de croquetas y su funcionalidad	39
2.8. Análisis y tabulación de encuestas	41
2.9. Diagrama conceptual de formulación de croqueta	49
Capítulo 3	50
Propuesta de mejora	50
3.1. Diagrama de flujo de procesos	50
3.2. Formulación de croquetas	51
3.2. Elaboración de croquetas a base de residuos de pescado	53
3.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos (proteína y grasa).....	54
3.5. Comparación nutricional con productos comerciales	55
Conclusiones y recomendaciones.....	57
Conclusiones.....	57
Recomendaciones	57
Bibliografía	58
Anexos	65

Resumen Ejecutivo

El objetivo de la presente investigación fue analizar el perfil nutricional de croquetas para mascotas elaboradas a partir de residuos pesqueros en la ciudad de Manta, como una alternativa sostenible para la alimentación canina. La metodología fue descriptiva, para lo que fue la formulación de un alimento balanceado seco utilizando harina de pescado, harinas vegetales, aceite de pescado y un premix vitamínico-mineral. El proceso de elaboración tuvo lugar con la molienda de materias primas, luego la mezcla de estas, secado y almacenamiento. Posteriormente, se realizó un análisis fisicoquímico del producto final para determinar su contenido de proteína, grasa, carbohidratos, fibra, humedad y cenizas. Los resultados permitieron determinar que las croquetas elaboradas a partir de residuos de pescado deshidratado presentan un contenido proteico adecuado para perros adultos, acompañado de un nivel moderado de grasa y un bajo % de humedad. Asimismo, el aporte de carbohidratos y fibra fueron los considerados adecuados para cubrir los requerimientos energéticos y digestivos de las mascotas, de hecho, la comparación con productos comerciales reconocidos permitió identificar que el perfil nutricional obtenido se encuentra dentro de rangos similares a los establecidos por marcas comerciales y normativas internacionales para alimentos balanceados caninos. En conclusión, la formulación de croquetas a partir de residuos pesqueros constituye una alternativa nutricionalmente viable y sostenible, con potencial para su aplicación en la industria de alimentos para mascotas. Este estudio demuestra que el aprovechamiento de subproductos pesqueros puede contribuir tanto a la reducción de residuos como al desarrollo de alimentos balanceados de calidad para perros.

Palabras clave: *residuos pesqueros, croquetas, nutrición animal, sostenibilidad.*

Executive Summary

The purpose of this study was to examine the nutritional profile of pet food made from fish waste in the city of Manta, serving as a sustainable option for dog nutrition. The approach was descriptive, involving the creation of a dry, balanced feed that included fishmeal, vegetable meals, fish oil, and a vitamin-mineral premix. The production steps covered grinding the raw materials, mixing them, drying, and storing. Later, a physicochemical analysis of the final product measured its protein, fat, carbohydrate, fiber, moisture, and ash levels. The findings showed that the food prepared from dehydrated fish waste offers suitable protein for adult dogs, along with moderate fat and low moisture. The carbohydrate and fiber amounts also proved fitting to cover the animals' energy and digestive needs. In fact, when compared to established commercial items, the nutritional makeup matched ranges set by market brands and global standards for balanced dog food. To sum up, making kibble from fish waste stands as a practical, sustainable choice with real promise for the pet food sector. This work shows how using fish byproducts can cut down waste while producing top-quality balanced dog food.

Keywords: *fish waste, kibble, pet nutrition, sustainability.*

Introducción

La ciudad de Manta posee varios puertos pesqueros donde se generan diariamente grandes cantidades de residuos que provienen del procesamiento de especies como el atún y el camarón. Dentro de los residuos más comunes se encuentran cabezas, vísceras, piel y espinas que suelen ser descartados, a pesar de su alto contenido en proteínas y nutrientes, demostrando falta de aprovechamiento y un problema ambiental debido que estos desechos suelen acumularse sin un tratamiento.

La harina de pescado obtenida de residuos como las cabezas y vísceras puede alcanzar niveles de proteína superiores al 50%, además de contener ácidos grasos beneficiosos como los omega-3 (Álvarez, Rojas y Narváez, 2020). Diversos estudios internacionales han demostrado que estos ingredientes, bien procesados, no solo mantienen el valor nutricional, sino que mejoran la digestibilidad y aceptación en mascotas, sin representar un riesgo para su salud (Cabrita et al., 2024).

Esta investigación realizó la caracterización nutricional de los residuos pesqueros en Manta; además de la formulación de una mezcla balanceada para croquetas; y tercero, la comparación del perfil nutricional del producto final con marcas comerciales disponibles. Asimismo, se examinaron las opiniones de consumidores locales para medir la aceptación de este alimento para mascotas.

Este estudio busca probar que estos residuos considerados muchas veces desechos o de poco valor puede convertirse en un recurso útil para la industria de alimentos animales. Este trabajo pretende hacer mejor uso de las materias primas locales y a crear conciencia sobre consumo responsable y sostenibilidad, la cual espera lograr alcance ambiental, social y económico en Manta.

Por eso, este trabajo examina el perfil nutricional de croquetas para mascotas hechas con residuos pesqueros en la ciudad de Manta. Su objetivo principal es proponer una alternativa alimenticia sostenible, saludable y viable a nivel local y fomentar el aprovechamiento de residuos de la actividad que más se desarrolla en Manta.

Planteamiento del problema

Ecuador posee varias industrias pesqueras de alto rendimiento que representa aproximadamente el 8 % del producto interno bruto agropecuario. Esta actividad produce más de 600.000 toneladas en rendimiento cada año, por ende, se posicionan como los mayores exportadores regionales de productos como atún, camarón y dorado (Banco Mundial y Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2023).

Entre el 30 % y el 40 % de esta biomasa pesquera se convierte en residuos orgánicos no aptos para el consumo humano, como vísceras, espinas, cabezas y recortes musculares. Estos subproductos, suelen tener alto contenido en proteínas (50 %–60 %) y micronutrientes esenciales, representan un recurso subutilizado en el modelo productivo actual. La cifra que es de gran interés es de que solo el 5 % de estos residuos se aprovecha o se transforma (FAO, 2020).

La inadecuada gestión de estos residuos genera impactos ambientales evidentes sobre las zonas costeras, muchas de las cuales ya se enfrentan a problemas crónicos de contaminación y deterioro ecológico. Además, se estima que estas malas prácticas representan pérdidas económicas del 0,84 % del PIB pesquero (SeaChoice, 2020).

La provincia de Manabí, y en particular el cantón Manta, constituye uno de los principales núcleos operativos de la actividad pesquera en el Ecuador, con infraestructura industrial dedicada al procesamiento de especies como el atún. Según la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, en esta zona se concentra una parte significativa de la actividad procesadora nacional. Este volumen genera grandes cantidades de subproductos pesqueros que, en su mayoría, no son sometidos a procesos de valorización ni transformación técnica (Subsecretaría de Recursos Pesqueros [SRP], 2021).

Cabe mencionar que la falta de estudios bromatológicos y propuestas tecnológicas específicas para croquetas de mascotas restringe el avance de soluciones prácticas e innovadoras en la industria local de alimentos balanceados.

En Manta, la industria pesquera genera grandes volúmenes de subproductos derivados del procesamiento de especies como el atún y el camarón. Asimismo, la

demanda de alimentos concentrados para mascotas ha mostrado un crecimiento constante, aunque su fabricación local depende de materias primas importadas.

A pesar del potencial nutricional de los residuos pesqueros, en Manta no se han desarrollado estudios bromatológicos ni propuestas tecnológicas para su aplicación en la elaboración de croquetas para mascotas. Investigaciones recientes han documentado que la harina obtenida a partir de cabezas de camarón presenta concentraciones proteicas adecuadas y propiedades funcionales estables mediante procesos controlados de secado y extracción. Aunque estos resultados han sido aplicados principalmente en el sector acuícola, constituyen una base técnica con potencial de adaptación al sector de alimentos para mascotas (García, 2021).

Formulación del problema

- ¿Cuál es el perfil nutricional de las croquetas para mascotas elaboradas a partir de residuos de pescado en la ciudad de Manta?
- ¿Cuáles son las características nutricionales presentan los subproductos del pescado como vísceras, cabeza, piel y harina para su uso en alimentos para mascotas?

Objetivos

Objetivo General

- Analizar el perfil nutricional de croquetas para mascotas elaboradas a partir de residuos pesqueros en la ciudad de Manta, para determinar su viabilidad como alternativa nutritiva, sostenible y competitiva en el mercado local.

Objetivos Específicos

- Caracterizar los subproductos de pescado como vísceras, cabezas y piel, de acuerdo a su composición nutricional y su potencial para croquetas de mascotas, para identificar los componentes más adecuados en la formulación del alimento balanceado.
- Formular un alimento balanceado para mascotas, con residuos pesqueros como fuente principal de proteína y grasa, para aprovechar estos subproductos y obtener una croqueta con adecuado aporte nutricional.
- Comparar el perfil nutricional de las croquetas elaboradas con el de productos comerciales disponibles en el mercado, para evaluar su calidad nutricional y nivel de competitividad frente a otras marcas existentes.

Justificación

Este proyecto surge de la necesidad de aprovechar los residuos de la pesca en Manta, que terminan botados sin ningún uso. Por eso, cabezas, vísceras, espinas y pedazos de carne que no se venden se vuelven un problema ambiental si no se tratan bien, aunque guardan nutrientes de primera para hacer comida de animales y cortar el desperdicio en una economía circular.

De este modo, fabricar croquetas para mascotas con esa materia prima cambia un lío ecológico en algo rentable. De paso, aprovecha insumos locales baratos para ofrecer alimentos al alcance de la gente.

Además, con tanta gente cuidando mejor a sus mascotas, buscan opciones naturales sin aditivos raros. Bien procesados, esos residuos dan proteínas, grasas buenas y minerales clave para la dieta animal.

Cabe mencionar que esto mueve la economía local con talleres pequeños que convierten basura en producto, crean puestos de trabajo, alivian gastos a las pesqueras y cuidan el medioambiente. Tal como menciona INEC (2023), la pesca manda en Manabí, pero sus sobras se pierden; aquí las caracterizamos y probamos para croquetas de mascotas.

1 Fundamentación Teórica

1.1 Antecedentes Investigativos

En los últimos años ha adquirido más relevancia el uso de subproductos pesqueros para fabricar alimentos de mascotas, sobre todo porque permite dar salida sostenible a residuos como cabezas, espinas, pieles y vísceras, cargados de proteínas y ácidos grasos esenciales.

Por ejemplo, Cabrita y colegas (2024) probaron cambiar ingredientes comunes por hidrolizados y aceites de restos de pescado en dietas de perros adultos. Vieron que la digestión y el gusto por la comida no cambiaron, pero sí subieron los omega-3 (EPA y DHA) en sangre, lo que apunta a mejoras en el corazón y las defensas.

Bhati y Hayes (2025) determinaron cómo los hidrolizados de pescado mejoran la digestión, bajan la inflamación y ayudan en piel y sistema inmune de perros. Ellos mismos destacan: “Los ácidos grasos omega-3 de subproductos marinos benefician mucho la salud de la piel y el cerebro en perros” (p. 10).

La Organización de Ingredientes Marinos (IFFO, 2024) estima que el 33 % de la harina de pescado para croquetas proviene de subproductos, al igual que el 50 % del aceite. Engormix (2023) señala que esa harina posee un 19 % de cenizas y un 8-12 % de grasa rica en omega-3, las cuales son buenas tanto para la piel como uñas en animales.

Pedrinelli et al. (2022) señalaron que los alimentos secos en forma de croquetas representan un menor problema ambiental en comparación con los alimentos húmedos, en especial cuando se elaboran a partir de subproductos como la harina y el aceite de pescado. Dichos antecedentes respaldan el presente estudio, ya que demuestran que los residuos pesqueros generados en la ciudad de Manta pueden ser aprovechados para la elaboración de croquetas, con adecuado valor nutricional y menor impacto ambiental.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1 Fundamentos generales

La nutrición animal estudia los procesos mediante los cuales los animales obtienen, metabolizan y utilizan los nutrientes necesarios para su mantenimiento,

crecimiento, reproducción y salud. Los nutrientes esenciales se agrupan en seis categorías: agua, carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales. Cada uno de estos elementos cumple una función específica dentro del organismo animal.

Una dieta balanceada tiene que juntar bien estos nutrientes según la especie, edad, peso, actividad y estado del animal. Los alimentos completos parten de ahí, cumpliendo lo que fijan expertos en la materia (Pérez, et al., 2021). Lo mismo han determinado los organismos internacionales que marcan los estándares clave para formular piensos de mascotas (National Animal Nutrition Program, 2023).

1.2.1.1 Principios de sostenibilidad en la agroindustria alimentaria

La sostenibilidad en la agroindustria es el correcto uso de los recursos naturales, humanos y económicos en cada fase de la producción alimentaria. En el sector alimentario, tal sostenibilidad se relaciona con la disminución del desperdicio, el uso de residuos, el manejo responsable del agua y la energía, y la revalorización de subproductos. Según López y Pérez (2024), "la sostenibilidad agroalimentaria se afirma como un modelo de desarrollo que antepone la eficiencia ecológica y la responsabilidad social en la obtención de alimentos" (pág. 112).

De esta manera, los sistemas alimentarios sostenibles salen adelante si son inclusivos, resistentes y eficientes, garantizando comida nutritiva y al alcance por mucho tiempo (FAO, 2022). Esto se logra con prácticas de economía circular que convierten residuos en recursos útiles.

1.2.1.2 Economía circular aplicada a la cadena alimentaria

La economía circular plantea un modelo regenerativo en el que los materiales se mantienen en uso el mayor tiempo posible, extrayendo su máximo valor antes de ser recuperados o reciclados. En el contexto de la cadena alimentaria en Ecuador, esto implica transformar residuos y subproductos en nuevos recursos dentro de procesos sostenibles de la industria local (Rincón, Cifuentes, & Meneses, 2023, p. 14).

Este enfoque hace posible producir alimentos con insumos alternativos, como los residuos de pescado, aliviando así la demanda sobre materias primas convencionales. En Ecuador, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2022) promueve estrategias de economía circular para el

manejo de residuos orgánicos. En efecto, investigaciones recientes indican que implementar la economía circular en la cadena alimentaria eleva la productividad y reduce el impacto ambiental en el país.

1.2.2 Croquetas para mascotas: Tipos y análisis del mercado

1.2.2.1 Clasificación de croquetas según ingredientes y funcionalidad

Las croquetas para mascotas se clasifican según su composición, funcionalidad y nivel de procesamiento. Desde el punto de vista nutricional, se pueden diferenciar en croquetas de mantenimiento, terapéuticas y funcionales. Las croquetas de mantenimiento satisfacen los requerimientos generales; las terapéuticas se orientan al tratamiento de afecciones específicas; y las funcionales incluyen componentes bioactivos que previenen o controlan condiciones fisiológicas.

En cuanto a los ingredientes, hay croquetas basadas en carne, pescado, cereales, legumbres o vitaminas extras. La elección depende de qué tan bien se absorben, digieren y gustan al animal, además de lo que pide la gente (Gómez y Arias, 2022). Todo el perfil nutricional debe ajustarse a la edad y necesidades específicas de cada mascota (Pet Food Institute, 2023).

1.2.2.2 Análisis del mercado de croquetas en Ecuador

Las croquetas se posicionan como el producto más demandado por su facilidad de almacenamiento, bajo costo relativo y nutrición balanceada (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca del Ecuador, 2023). Empresas nacionales han comenzado a desarrollar productos con ingredientes locales, lo que permite reducir costos logísticos y promover la sostenibilidad. Existe una oportunidad creciente para la inclusión de subproductos pesqueros en la elaboración de alimentos balanceados. El sector pet food ha sido identificado como estratégico para la diversificación productiva nacional (ProEcuador, 2022).

En Manta, tener tanta disponibilidad de materia prima de pescado es una ventaja que casi nadie aprovecha. Debido que es en esta materia prima que se puede hacer croquetas para mascotas con los restos del pescado, lo que podría darles valor agregado.

1.2.3 Generalidades de las croquetas para mascotas

1.2.3.1 Origen del término “croqueta”

A diferencia de las croquetas de consumo humano, que suelen ser preparaciones culinarias fritas a base de bechamel o papa, las croquetas para mascotas se producen mediante un proceso de extrusión térmica que permite mezclar ingredientes secos y húmedos, cocinarlos a alta temperatura y moldearlos con presión. Esta tecnología mejora la digestibilidad del alimento, reduce contaminantes microbiológicos y favorece la incorporación de nutrientes esenciales.

Según Zambrano (2024), la extrusión representa una solución tecnológica eficaz en la producción de alimentos para animales, al permitir el control preciso de aspectos como la textura, el valor nutricional y la seguridad sanitaria del producto final. Además, el crecimiento del mercado de alimentos para mascotas.

1.2.3.2. Características básicas y tipos

Las croquetas presentan una serie de características que las hacen especialmente adecuadas para la alimentación diaria de mascotas. Entre las principales destacan:

- Bajo contenido de humedad (menos del 10 %), lo que prolonga su vida útil sin necesidad de refrigeración.
- Densidad energética alta, que cubre las calorías en porciones chicas.
- Forma y tamaños uniformes, ideales para razas pequeñas o animales con problemas dentales.
- Buen sabor, por las grasas y condimentos que abren el apetito.

En cuanto a su clasificación, las croquetas pueden dividirse en:

- **Croquetas estándar:** Formuladas con ingredientes de menor costo como subproductos cárnicos y cereales, dirigidas a cubrir las necesidades básicas a bajo precio.
- **Croquetas premium:** Estas se basan en proteína de mayor calidad, mejores fuentes de grasa y menos aditivos artificiales.
- **Croquetas funcionales o super premium:** Que se diseñan para apoyar condiciones específicas de salud (digestión, articulaciones, pelaje, entre

otros.) mediante el uso de ingredientes funcionales como probióticos, antioxidantes, omega-3 o glucosamina (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), 2022).

También existen croquetas pensadas para cachorros, perros adultos o animales mayores, ajustadas a su tamaño, nivel de ejercicio o alergias alimenticias. Esa variedad las convirtió en el alimento seco más popular del mercado para mascotas. Farmina Pet Foods (2020) lo explica bien: surge de la demanda actual por opciones especializadas, con beneficios añadidos, nutrición que evita problemas y fórmulas que se adaptan a cada fase de la vida animal.

1.2.3.3. Requerimientos nutricionales según normativa o criterios técnicos

La formulación de croquetas debe seguir reglas técnicas y normas de organismos como FEDIAF e INIAP, que fijan rangos claros para proteínas, grasas, carbohidratos, fibra, minerales y vitaminas. Estas guías vienen de estudios sobre lo que los animales necesitan para estar sanos.

Por ejemplo, en perros adultos se pide al menos 18 % de proteína con aminoácidos bien balanceados, más ácidos grasos clave, calcio y fósforo en proporciones justas (National Animal Nutrition Program, 2023).

En Ecuador, AGROCALIDAD obliga a registrar la composición exacta, el contenido calórico y el cumplimiento de estándares mundiales, usando ingredientes seguros y procesos que limpien bien el producto final. De tal modo que cumplir todo esto al pie de la letra asegura que las croquetas alimenten de verdad y no hagan daño con el tiempo.

1.2.4 Aprovechamiento de residuos de pescado

1.2.4.1 Disponibilidad y caracterización de los residuos en Manta

La ciudad de Manta genera volúmenes considerables de residuos de actividades industriales como el procesamiento de atún, sardina y otras especies pelágicas. Estos residuos incluyen cabezas, vísceras, espinas, piel y recortes musculares, con alto contenido de materia orgánica apta para aprovechamiento (Valverde, Moreno y Salinas, 2021, pp. 77-78).

La revalorización de estos residuos no solo mitiga el impacto ambiental de la

pesca, sino que abre la posibilidad de incorporarlos como materia prima en otras industrias, como la alimentaria animal, mediante criterios de sostenibilidad y economía circular. Según Gómez (2024), “la valorización de residuos de procesamiento pesquero permite convertir hasta el 70 % del peso de la captura en productos de valor agregado, disminuyendo la contaminación y generando beneficios económicos”.

1.2.4.2 Valor nutricional de los residuos de pescado

Los restos de pescado traen un perfil nutricional de primera, con proteínas fáciles de absorber, ácidos grasos omega-3 y minerales como calcio y fósforo, de tal modo que incluirlo en comida para animales sube la calidad del producto y ayuda a usar todo el pescado sin desperdicio. De acuerdo con Álvarez et al. (2020, p. 56), estos subproductos pueden presentar contenidos proteicos superiores al 50 %, en función del tipo de residuo y del tratamiento aplicado.

Sin embargo, su composición puede variar, ya que depende del origen del residuo y del proceso de transformación, además que, para conservar sus nutrientes, es necesario aplicar un secado adecuado o utilizar antioxidantes de origen natural. Asimismo, deben cumplirse condiciones estrictas de higiene, especialmente en el caso de croquetas extruidas, debido a que este tipo de producto está destinado para una larga duración.

1.2.4.3 Potencial de uso en la alimentación animal

El potencial de los residuos pesqueros en la alimentación animal ha sido ampliamente reconocido en diversos estudios. Su uso en croquetas para mascotas representa una alternativa eficiente y sostenible, permitiendo reemplazar ingredientes más costosos o de origen vegetal que poseen menor digestibilidad. Además, su incorporación favorece la economía circular y reduce el impacto ambiental del sector pesquero. Investigaciones como la de Castillo, et al (2023, pág. 101) muestran que meter harina de restos de pescado en alimentos balanceados mejora el sabor y el valor nutricional, sin tocar la seguridad ni cómo los animales lo aceptan.

Los residuos de pescado tienen un alto potencial para ser utilizados en la formulación de alimentos para animales, especialmente como fuentes alternativas de proteína. Su incorporación permite reducir el uso de insumos tradicionales como

harina de carne o soya, y favorece el desarrollo de productos más sostenibles y funcionales.

1.2.5 Impacto ambiental y social del uso de residuos

1.2.5.1 Contribución a la reducción de desechos orgánicos

El aprovechamiento de residuos orgánicos de origen pesquero para la elaboración de alimentos balanceados contribuye de forma significativa a la gestión sostenible de desechos. La conversión de subproductos como vísceras, cabezas y espinas en ingredientes funcionales permite reducir la cantidad de material orgánico que normalmente sería descartado en vertederos o cuerpos de agua, disminuyendo la contaminación ambiental y los problemas asociados a la proliferación de vectores patógenos (Rodríguez & Guzmán, 2021, pág. 41).

Esta práctica encaja en la idea de darle valor a los residuos, convirtiendo lo que se desecha en materia prima útil para otros procesos. En la pesca, esto no solo disminuye el daño al medioambiente, sino que fomenta una mentalidad sostenible en la costa del Ecuador. Rivas (2022) indica que un buen manejo de restos marinos reduce hasta un 60 % los desechos sólidos de las plantas procesadoras, lo que ayuda directo a los ecosistemas y a la salud de la gente. Además, que se implementa un sistema de manejo de basura más eficiente, alineado con la economía circular y las metas de producción responsable.

1.2.5.2 Aporte al desarrollo de la industria local y economía circular

El aprovechamiento de los residuos pesqueros abre camino a nuevos negocios industriales y sacude la economía en las costas. Voltear esos restos en croquetas para mascotas empuja emprendimientos del lugar, recorta gastos de producción y afloja la dependencia de insumos que vienen de lejos (Pérez, Romero y Delgado, 2023, p. 38).

Narváez (2022), señala que armar cadenas productivas con residuos es un camino clave para fortalecer economías locales mediante esquemas sostenibles, uniendo a la comunidad, el gobierno y las empresas en procesos de innovación circular.

1.2.6 Bioaccesibilidad y biodisponibilidad de nutrientes en croquetas elaboradas con residuos pesqueros

La bioaccesibilidad se refiere a la proporción de nutrientes disponibles para ser absorbidos desde el lumen intestinal, mientras que la biodisponibilidad mide la fracción que efectivamente es asimilada y utilizada por el organismo del animal. En las croquetas elaboradas a partir de residuos pesqueros, como harinas o hidrolizados obtenidos de vísceras, piel y cabezas, las características del producto final dependen de la calidad de la materia prima y del proceso tecnológico aplicado.

La extrusión es un método que combina calor, presión y humedad durante un tiempo corto, lo que permite mejorar la digestión de las proteínas y los almidones. Este proceso facilita la ruptura de estructuras fibrosas, reduce la presencia de compuestos antinutricionales y elimina microorganismos patógenos. No obstante, el uso de temperaturas superiores a 200 °C o niveles insuficientes de humedad puede afectar aminoácidos esenciales, como la lisina, y disminuir la calidad de la proteína.

La harina de pescado obtenida de subproductos se caracteriza por su alto valor biológico y elevada digestibilidad, que puede alcanzar hasta el 87 % en perros, superando a fuentes proteicas como el cordero (71 %) y el pollo (80 %). Además, contiene entre 8 % y 12 % de grasa rica en ácidos grasos EPA y DHA (Aldrich, 2015).

Un estudio reciente evaluó el uso de hidrolizados proteicos y aceites derivados de residuos pesqueros en dietas extruidas para perros, reportando resultados favorables en su aprovechamiento nutricional. Los resultados demostraron que, a pesar de reemplazar ingredientes importados como el hidrolizado de camarón y el aceite de salmón, no se comprometieron ni la palatabilidad ni la digestibilidad de la materia seca, la proteína o la energía.

De hecho, el contenido de EPA y DHA en los eritrocitos aumentó significativamente el índice de omega-3 (Omega-3 Index), indicativo de auténtica biodisponibilidad metabólica, sin alteraciones en la calidad del pelaje ni en parámetros fecales o peso corporal. Aborda la capacidad del organismo animal para absorber y utilizar los nutrientes presentes en las croquetas, considerando la influencia de los procesos térmicos y tecnológicos aplicados sobre los subproductos pesqueros (Cabrita et al., 2024).

1.2.7 Tecnología de extrusión en la producción de alimentos secos para mascotas

En la producción de alimentos secos extruidos para mascotas, como integraciones innovadoras a base de residuos pesqueros procesados, el proceso de extrusión resulta decisivo para determinar la textura, digestibilidad y valor nutricional del producto final. En primer lugar, las materias primas molidas (harinas de pescado, proteínas, lípidos, carbohidratos) se someten a preacondicionamiento con vapor para alcanzar temperaturas de entre 60 °C y 95 °C y humedades de 25 %–30 %, lo que facilita una cocción más uniforme en el extrusor y favorece la gelatinización del almidón y la desnaturalización de proteínas. Durante la extrusión, la mezcla es empujada a través de un tornillo giratorio dentro del cilindro bajo presión (10–20 bar), acumulando temperatura generada por fricción interna en tiempos de residencia que oscilan entre 10 y 270 segundos, mientras que la humedad del producto final se mantiene usualmente entre 15 % y 30 %.

Estos parámetros físicos promueven la gelatinización casi total del almidón, que puede alcanzar más del 98 % cuando se controla correctamente la temperatura y humedad, mejorando significativamente la digestibilidad aparente de carbohidratos (Loureiro et al., 2024). Asimismo, la desnaturalización de proteínas y la inactivación de anti nutrientes incrementan la disponibilidad de aminoácidos, lo que se refleja en una mejor digestibilidad ileal especialmente de metionina, triptófano y lisina– sin comprometer la palatabilidad del producto.

En cuanto a la textura, la caída súbita de presión al salir del troquel genera expansión y formación de macroceldas internas, dando lugar a croquetas con estructura esponjosa, fragilidad controlada y densidad aparente típica para buenos niveles de palatabilidad se recomienda no superar los 400 g/L al salir del extrusor para mantener una estructura que facilite la liberación de sabor y la absorción de grasa superficial (Verstegen & Hendriks, 2008). Si bien una extrusión más agresiva mejora la porosidad del producto, también aumenta el riesgo de reacciones de Maillard que pueden reducir la proporción de lisina reactiva y afectar micronutrientes termolábiles como vitaminas A, E y tiamina, especialmente si la temperatura excede 150 °C y la humedad cae por debajo de 15 %.

Adicionalmente, cuando se incorporan lípidos marinos con alto contenido de ácidos grasos omega-3 (EPA/DHA) derivados de subproductos pesqueros, existe el riesgo de oxidación lipídica que compromete sabor, shelflife y valor nutricional. Este fenómeno puede mitigarse parcialmente mediante el control de humedad, la inclusión de antioxidantes naturales o mecanismos de empaques con control de oxígeno. Por otro lado, el secado posterior entre 120 y 160 °C no afecta significativamente los ácidos grasos o aminoácidos esenciales, siempre que se eviten temperaturas más elevadas que aumenten la oxidación o pérdida de micronutrientes sensibles (Rowlands, 2024).

1.2.8 Seguridad alimentaria en productos para mascotas

La inocuidad comienza con la implementación estricta de Buenas Prácticas de Manufactura (GMP) en la planta (recepción, molienda, mezcla, extrusión, envasado), con especial atención a la eliminación o reducción de patógenos como *Salmonella* spp., *E. coli* y *Listeria monocytogenes*. Un estudio en plantas costarricenses demostró que el proceso de extrusión térmica (80 a 150 °C) redujo eficazmente la carga microbiana, aunque los recuentos de mesófilos y mohos en producto final podían incrementarse si fallaba la higiene posterior (Leiva et al. 2019)

La trazabilidad debe abarcar toda la cadena: origen del residuo de pescado (especie, lote, fecha), proveedor, procesos técnicos aplicados (estabilización, secado, molienda), fecha de producción y lote del producto final. Se sugiere incorporar tecnologías como RFID o blockchain para garantizar trazabilidad “del mar a la mesa” y permitir la rápida localización de lotes en caso de alerta (Rahman et al., 2021).

En cuanto a contaminantes químicos, es indispensable analizar metales tóxicos como plomo, mercurio, cadmio, arsénico y vanadio en materia prima y croquetas, comparando los resultados con los niveles máximos tolerables (MTL) establecidos por autoridades como FDA o la EU. En otra investigación se detectó que entre 32 % y 100 % de alimentos comerciales excedían el MTL para Hg, Pb o Al, especialmente cuando se emplearon subproductos de origen animal (Zafalon et al., 2022)

En definitiva, una estrategia firme debe incluir control microbiológico

certificado, trazabilidad total del insumo, y pruebas sistemáticas de contaminantes, especialmente para ingredientes novedosos como los residuos pesqueros.

1.3 Marco Conceptual

1.4.1. Nutrición animal

La nutrición animal es la ciencia que estudia qué nutrientes necesita cada animal para crecer sano, mantenerse bien y estar en forma, junto con cómo darles esa comida a través de la dieta. Para las mascotas, una buena alimentación cubre sus necesidades de energía y funciones del cuerpo según la edad, cuánto se mueven o su salud, garantizando un balance seguro (Pérez et al., 2021).

1.4.2. Alimento balanceado para mascotas

El alimento balanceado para mascotas corresponde a una formulación diseñada para aportar todos los nutrientes esenciales en proporciones adecuadas, de modo que cubra los requerimientos nutricionales diarios sin necesidad de suplementos adicionales. Estos productos se elaboran bajo criterios técnicos y normativos que garantizan su calidad, inocuidad y valor nutricional, considerando proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales (Alvarado et al., 2022).

1.4.3. Croquetas

La palabra "croqueta" viene del francés *croquette*, que es el diminutivo de *croquer*, o sea, crujir o morder. Al principio hablaba de una comida para humanos, como un puré de papa o bechamel rebozado con pan rallado. Con el tiempo, en la industria de alimentos para mascotas se estiró el término para incluir estos productos secos hechos por extrusión. En este contexto, las croquetas son formas compactas de alimento balanceado, diseñadas para facilitar su consumo, digestión y conservación (Méndez et al., 2024, pág. 139).

1.4.4. Subproductos pesqueros

Los subproductos pesqueros son materiales derivados de la actividad de pesca y procesamiento industrial que no se destinan al consumo humano directo, tales como cabezas, vísceras, espinas y pieles. Estos recursos poseen un alto valor nutricional debido a su contenido proteico y lipídico, lo que los convierte en materias primas viables para la formulación de alimentos para animales, contribuyendo

además a la reducción de desperdicios en la cadena productiva (Álvarez et al., 2020).

1.4.5. Insumos alimentarios

Los insumos para alimentos son todas las materias primas que se usan para armar piensos balanceados, desde ingredientes animales y vegetales hasta aditivos técnicos, los cuales hay que elegir pensando en su valor nutricional, cómo funcionan y su seguridad, para que el producto final salga de calidad y cubra justo lo que necesita el animal (Muñoz et al., 2020).

1.4.6. Procesamiento de subproductos pesqueros

El procesamiento de subproductos pesqueros hace referencia a las técnicas aplicadas para transformar estos materiales en ingredientes seguros y aprovechables, mediante operaciones como cocción, secado, molienda o extrusión (Valverde et al., 2021).

1.4.7. Sostenibilidad

La sostenibilidad es el enfoque que cubre las necesidades de hoy sin joder las chances de las futuras generaciones, que junto con lo ambiental, social y económico. En el mundo de la comida y la agricultura, esto pasa por usar bien los recursos, cortar residuos e implementar prácticas responsables que bajen el daño al medioambiente en la producción (FAO, 2022).

1.4.8. Economía circular

La economía circular es un modelo de producción y consumo que busca mantener los recursos girando el mayor tiempo posible, reutilizando, reciclando y sacándole provecho a los subproductos. En la pesca, esto permite convertir los residuos en materia prima para otros procesos, trayendo ganancias económicas y ambientales al mismo tiempo (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022).

1.4.9. Proteína cruda

La proteína cruda mide el nitrógeno total en un alimento y sirve como indicador del contenido proteico. En piensos para mascotas resulta clave para el crecimiento muscular, la reparación de tejidos y el buen funcionamiento del cuerpo, por eso se usa tanto para evaluar la calidad nutricional (FEDIAF, 2022).

1.4.10. Grasa cruda

La grasa cruda corresponde a la fracción lipídica del alimento y constituye una fuente concentrada de energía, además de facilitar la absorción de vitaminas liposolubles. En dietas para mascotas, su adecuada inclusión mejora la palatabilidad del producto y contribuye al equilibrio energético, siempre que se mantenga dentro de rangos técnicamente establecidos (FEDIAF, 2022).

1.4.11. Fibra cruda

La fibra cruda agrupa componentes estructurales de origen vegetal que no son completamente digeribles, pero que cumplen un papel relevante en la regulación del tránsito intestinal. En alimentos balanceados para mascotas, la fibra contribuye a la salud digestiva y al control del peso corporal cuando se incorpora en cantidades adecuadas (Gómez & Arias, 2022).

1.4.12. Cenizas

Las cenizas representan el contenido total de minerales presentes en un alimento tras la combustión de la materia orgánica. Este parámetro permite estimar la concentración de elementos esenciales como calcio, fósforo y magnesio, los cuales son indispensables para funciones óseas, metabólicas y fisiológicas en las mascotas (Gómez & Arias, 2022).

1.4.13. Humedad

La humedad indica el porcentaje de agua contenido en un alimento y es un factor determinante en su estabilidad, conservación e inocuidad. En el caso de las croquetas, niveles controlados de humedad contribuyen a prolongar la vida útil del producto y a prevenir el crecimiento de microorganismos que puedan afectar su calidad (Leiva et al., 2019).

1.4 Marco Legal y Ambiental

En Ecuador, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1643:2013 regula los alimentos para animales domésticos que usan ingredientes distintos a los comunes, como subproductos o harinas de pescado. Esa norma define estos productos como mezclas de nutrientes pensadas para cubrir lo que necesita cada especie, edad o tipo de producción, ya sea como comida completa o complemento. Así se permite meter materias primas alternativas como residuos pesqueros, siempre que cumplan

las reglas establecidas (INEN, 2013).

Para su comercialización legal, es obligatorio que estos productos pasen por rigurosos análisis físico-químicos y microbiológicos, exigidos por Agrocalidad. Entre estos se incluyen evaluaciones de humedad, contenido proteico, grasas, fibra, ceniza, presencia de metales pesados, micotoxinas como la aflatoxina y la fumonisina (Agrocalidad, 2017). Estas normas no solo aseguran que el producto salga limpio, sino que cuidan a las mascotas de riesgos por mal uso de residuos animales.

La Norma INEN 188:2014 indica que el etiquetado de los alimentos para animales debe presentar de forma clara la información nutricional, los ingredientes utilizados, la especie animal a la que va dirigido el producto, el número de registro, la fecha de caducidad y advertencias (INEN, 2014).

De igual manera, el art 483 de la Comunidad Andina establece los requisitos para el registro y control de los productos veterinarios, entre ellos los alimentos para animales. Esta disposición exige que las empresas cumplan la normativa vigente, cuenten con un responsable técnico y apliquen buenas prácticas de manufactura (Comunidad Andina, 2000).

A nivel internacional, la norma ISO 14001:2015 da un esquema para que las fábricas de croquetas manejen su impacto ambiental. Pone reglas para detectar riesgos con residuos orgánicos, controlar emisiones y consumo de energía, y armar planes para usar mejor los recursos (ISO, 2015).

De tal modo que juntar normas ecuatorianas, reglas andinas y estándares mundiales da base legal y ambiental para hacer croquetas con residuos pesqueros. Así el proyecto sale innovador, sostenible y en línea con la tendencia global de reusar desechos de forma responsable.

1.5 Hipótesis y Variables (sólo proyecto de investigación)

1.5.1 Hipótesis

La incorporación de residuos pesqueros estabilizados en la elaboración de croquetas para mascotas permite desarrollar un alimento con adecuada calidad nutricional y aceptabilidad sensorial, cumpliendo con los estándares técnicos establecidos para su comercialización en Ecuador.

1.5.2 Identificación de las Variables

- **Variable Independiente:**
 - Actitud ante residuos
 - Tipo de alimentación

- **Variable Dependiente:**
 - Intención de compra
 - Preferencia del producto
 - Percepción de calidad

1.5.3 Operacionalización de las Variables

1.5.3.1 Operacionalización de la Variable Independiente

Actitud ante residuos:

Esta variable se midió a través de las respuestas de los encuestados respecto a su aceptación, rechazo o indiferencia frente al uso de residuos de pescado como ingredientes en croquetas para mascotas.

Tipo de alimentación:

Se refiere al tipo de comida que se da a las mascotas, ya sea croquetas compradas, comida casera, mezcla de las dos o dieta BARF.

1.5.3.2 Operacionalización de la Variable Dependiente

Intención de compra:

Esta variable se midió según la disposición declarada por el encuestado a adquirir croquetas elaboradas con residuos de pescado.

Preferencia del producto:

Se refiere a los atributos más apreciados por el consumidor al adquirir alimento para mascotas, tales como el precio, la calidad nutricional, la recomendación veterinaria y el origen sostenible.

Percepción de calidad:

Corresponde a la opinión que tiene el consumidor sobre la seguridad e inocuidad del producto al saber que contiene residuos pesqueros. Se midió a partir de su

confianza en la trazabilidad, rotulado e información nutricional del alimento.

1.6 Marco Metodológico

1.6.1 Modalidad Básica de la Investigación

La investigación es de tipo cuantitativo, ya que se trabajó con datos numéricos obtenidos mediante el análisis nutricional de las croquetas elaboradas y los resultados de encuestas aplicadas a los consumidores. Es también investigativa porque busca generar conocimiento nuevo sobre el aprovechamiento de residuos pesqueros en alimentos para mascotas. Finalmente, se considera descriptiva al centrarse en caracterizar tanto el producto elaborado como las percepciones del público objetivo.

1.6.2 Enfoque

El estudio adoptó un enfoque descriptivo, pues pretende identificar y detallar las propiedades nutricionales de las croquetas elaboradas a partir de subproductos

pesqueros, así como comprender las preferencias, actitudes e intención de compra de los consumidores frente a este tipo de alimento para mascotas. También se incluirá una fase comparativa, donde se analizaron los resultados obtenidos frente a otras marcas comerciales disponibles en el mercado.

1.6.3 Nivel de Investigación

El nivel es descriptivo y comparativo, debido que se describen características físicas y químicas del producto elaborado y se compara su contenido nutricional con el de otras croquetas comerciales. Asimismo, se analiza la aceptación del producto por parte del consumidor mediante el análisis de los resultados de la encuesta.

1.6.4 Población de Estudio

La población estuvo compuesta por propietarios de perros en la ciudad de Manta, específicamente aquellos que adquieren regularmente croquetas para sus mascotas. Se seleccionaron personas mayores de edad que acepten participar voluntariamente en la encuesta.

1.6.5 Tamaño de la Muestra

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, aplicando la encuesta a al menos 30 dueños de mascotas, considerando la accesibilidad y disponibilidad de los participantes en lugares como parques, clínicas veterinarias y tiendas de alimentos

para animales.

1.6.6 Técnicas de recolección de datos

Se aplicó una encuesta estructurada con preguntas cerradas de opción múltiple que permitió conocer el nivel de aceptación del producto y la intención de compra. Además, se complementó con un análisis nutricional de las croquetas formuladas, utilizando hojas de cálculo y herramientas proporcionadas por el ingeniero asesor del proyecto.

1.6.7 Recolección de datos

Tabla 1

Plan de recolección de datos

#	Pregunta	Explicación
1	¿Para qué?	Para saber si la gente acepta el producto, si piensa comprarlo y qué opina de su calidad.
2	¿De qué personas?	De dueños de perros en Manta, mayores de edad, que compren croquetas seguido.
3	¿Sobre qué aspectos?	Sus opiniones sobre usar restos de pescado, qué comida dan, preferencias y cómo ven la calidad.
4	¿Quién investiga?	La investigadora Allison Murillo.
5	¿Cuándo?	Agosto de 2025.
6	¿Dónde?	En Manta: tiendas de croquetas, parques y clínicas veterinarias.
7	¿Cuántas veces?	Una sola vez por persona.
8	¿Qué técnica?	Encuesta con preguntas cerradas y de opción múltiple.
9	¿Con qué?	Cuestionario en papel o digital, con 10 preguntas.
10	¿En qué situación?	En visitas directas a sitios donde andan dueños de mascotas.

Fuente: Elaboración propia.

1.6.8 Procesamiento de la Información

Se aplicó una encuesta estructurada a un grupo seleccionado de dueños de mascotas en Manta, con el fin de recoger datos sobre sus costumbres de compra, opiniones respecto al uso de residuos pesqueros y visión de la calidad del producto. Para asegurar representatividad, se tomaron encuestas mediante Google forms. Los datos recolectados se analizaron y se pudo evidenciar la disposición a comprar y grado de aceptación del producto elaborado.

Capítulo 2

Diagnóstico o estudio de campo

2.1. Contexto del residuo de pescado en la ciudad de Manta

En Manta al concentrarse gran parte de la actividad relacionada con la pesca industrial, especialmente del atún, así como la pesca artesanal, atiende a cientos de barcos industriales y miles de embarcaciones artesanales, con un volumen de desembarque que supera las 40 000 toneladas métricas en el primer semestre en 2024; esta magnitud refleja el papel clave que tiene la pesca en la generación de empleo, divisas y actividad comercial en la ciudad (Más Container, 2024).

Como resultado del alto volumen de captura y procesamiento, se genera una cantidad considerable de residuos de pescado, los cuales provienen principalmente de actividades como el fileteado, eviscerado y procesamiento industrial. Estos residuos incluyen cabezas, vísceras, espinas, piel y recortes musculares que no son destinados al consumo humano directo. A nivel nacional se estima que Ecuador genera al menos 250 000 toneladas anuales de desechos de pescado, los cuales presentan un potencial sin explotar para la diversificación productiva, como ingredientes para harinas o alimentos animales, pero que todavía se destinan principalmente a formas de gestión tradicionales o a disposición sin aprovechamiento óptimo (Espinoza & Macías, 2019).

En la ciudad de Manta se producen aproximadamente 58 000 toneladas métricas al año de subproductos pesqueros incluyendo harina y aceite, insumos utilizados principalmente en la alimentación animal. Según información de la Cámara Nacional de Pesquería, en la provincia operan varias plantas dedicadas a esta actividad, las cuales transforman subproductos del procesamiento pesquero en productos con valor comercial. Sin embargo, este aprovechamiento no cubre la totalidad de los residuos generados, lo que provoca que una fracción significativa no reciba un tratamiento adecuado (Cámara Nacional de Pesquería, 2020).

En los últimos años han surgido varios proyectos para aprovechar mejor los restos de la pesca, dentro de lo que llaman economía circular. Hay acciones para reusar los subproductos orgánicos y reciclar materiales de la pesca como redes o plásticos. La idea es reducir el daño al medio ambiente y usar de forma más eficiente

lo que ya se tiene disponible (Tunacons, 2022).

En este caso, los restos de pescado que se generan en Manta no solo son un problema ambiental, sino una buena chance para crear productos nuevos, como comida para animales. Usarlos bien bajaría la cantidad de basura, sumaría valor a la pesca local y ayudaría a prácticas más limpias en el sector, en línea con las políticas del país sobre manejo de residuos y economía circular (FiTI, 2023).

2.2. Descripción del residuo de pescado como materia prima

El residuo de pescado generado en las actividades de pesca y procesamiento es un material con un perfil nutricional muy valioso que puede aprovecharse para múltiples fines, entre ellos la formulación de alimentos. Estos residuos que incluyen cabezas, vísceras, pieles, espinas y recortes no son desechos sin valor, sino que contienen una composición química rica en nutrientes que se asemeja en muchos aspectos a la del pescado destinado al consumo directo (Waqar et al., 2025).

Una parte significativa de los residuos está compuesta por proteínas de alta calidad, con proporciones que pueden representar entre 49 % y 58 % del peso seco total de subproductos provenientes de especies como dorada o lubina, dependiendo del tipo de tejido considerado (piel, carne adherida al hueso, etc.) (García-Rodríguez et al., 2024). Las proteínas presentes son ricas en aminoácidos esenciales como lisina, leucina, valina y metionina, que son fundamentales para procesos fisiológicos relacionados con crecimiento, mantenimiento de tejidos y función inmunológica, lo cual es importante para la nutrición animal.

Además de proteínas, los restos de pescado traen buenas cantidades de grasas, sobre todo ácidos grasos omega-3 como EPA y DHA (Sosa y otros, 2024). Estos lípidos abundan en vísceras y cabezas, donde la grasa puede llegar al 20-50 % en peso fresco, dando energía de sobra y beneficios para la salud como bajar inflamación o cuidar el corazón.

En cuanto a vitaminas y micronutrientes, poseen compuestos del grupo B (como riboflavina y niacina) y sustancias liposolubles, presentes sobre todo en tejidos grasos y vísceras. Ciertamente, la composición varía según la especie, la edad y el estado del pescado al momento de la captura, pero agregan valor más allá de proteínas y grasas. Los carbohidratos son prácticamente inexistentes en estos residuos, dado que los tejidos animales no los acumulan en cantidades significativas

como proteínas o lípidos. Por ello, la energía proviene principalmente de estas últimas, lo que los hace aptos para formular dietas nutritivas animales. En definitiva, más del 40 % del peso del pescado se destina a subproductos tras el fileteado o procesos iniciales (Montero-Barrantes, 2021).

Se observa que hay un potencial enorme para usar este residuo como recurso nutritivo y funcional en comida para animales o usos tecnológicos.

2.3. Caracterización fisicoquímica del residuo de pescado

La caracterización fisicoquímica de los restos de pescado se hizo con los resultados del laboratorio, para saber su composición nutricional y ver si sirve como materia prima para croquetas de mascotas. Los datos analizados muestran el aporte de energía, proteínas y minerales, además de cómo se comporta en estabilidad y calidad.

Los parámetros evaluados fueron los siguientes:

a) Grasa total

El residuo de pescado registra un 7,98 % de grasa total, lo que representa un aporte energético moderado. Esta fracción lipídica mejora la palatabilidad del alimento y facilita la absorción de vitaminas liposolubles, resultando clave en la formulación de alimentos balanceados para mascotas.

b) Sodio

Se determinó 314,00 mg, siendo un mineral que ayuda en funciones nerviosas, contracción muscular y equilibrio hídrico, aunque su nivel debe excederse en la formulación para prevenir efectos negativos en la salud animal.

c) Humedad

El contenido de humedad alcanzó el 66,00 %. Este alto porcentaje de agua afecta la estabilidad microbiológica, requiriendo procesos de conservación que reduzcan riesgos de deterioro y extiendan la vida útil.

d) Cenizas

Se encontró un 6,80 % de cenizas. Este contenido refleja presencia de minerales esenciales como calcio y fósforo, necesarios para la estructura ósea y funciones fisiológicas de las mascotas.

e) Proteínas

El análisis mostró 18,50 %, confirmando su importancia como fuente proteica animal.

f) Carbohidratos

Se registró solo 0,70 % de carbohidratos, donde la energía proviene principalmente de proteínas y grasas.

g) Azúcares totales

No se detectaron azúcares (N/D).

h) Valor energético

El residuo presenta 147,00 kcal, generadas por proteínas y grasas. Este valor resulta apropiado para formulaciones de croquetas para mascotas.

2.4. Proceso de deshidratación del residuo de pescado

La razón por la que se realiza la deshidratación del residuo de pescado es para reducir su contenido de humedad y, de esta manera, aumentar su vida útil y facilitar su posterior aprovechamiento como materia prima.

De tal modo que el primer paso del proceso consiste en la recepción y selección del residuo, el cual está compuesto principalmente por cabezas, vísceras, espinas y recortes de pescado (Padmanaban et al., 2024). Este material se somete a un lavado con agua potable para eliminar restos de sangre e impurezas, seguido de un escurrido para retirar el exceso de agua superficial. Posteriormente, el residuo es sometido a un proceso de trituración con el fin de obtener un tamaño apropiado (Smida & Farid, 2022).

Luego se lleva a cabo la etapa de deshidratación, la cual se realiza en un secador de bandejas con circulación de aire caliente. Este material previamente triturado se coloca en capas sobre las bandejas y se lleva al horno a 50 y 70 °C, durante 8 a 12 horas, hasta alcanzar un contenido de humedad inferior al 12 % (Padmanaban et al., 2024). Smida y Farid (2022) señalan que un secado gradual permite conservar mejor las proteínas y los minerales presentes en el pescado.

Una vez que el residuo llega al nivel de humedad adecuado, se saca del secador y se deja enfriar a temperatura ambiente por 30 a 60 minutos. Al final, el

residuo seco se muele hasta quedar como harina pareja, lista para meterla en la fórmula de croquetas.

2.5. Cálculo teórico del contenido nutricional en base seca

El cálculo del contenido nutricional en base seca se utiliza para conocer el valor real de los nutrientes presentes en un alimento, eliminando el efecto del agua, debido que la humedad suele ser elevada y puede hacer que los valores nutricionales aparenten ser menores de lo que realmente son, y este cálculo permite evaluar la calidad del ingrediente y compararlo con otros insumos utilizados en la formulación de alimentos para mascotas.

Para esto se cita la metodología de Case et al., (2021), quien indica lo siguiente:

Para realizar este cálculo, primero se determina el porcentaje de materia seca restando la humedad del 100 %. Luego, el porcentaje de cada nutriente se divide entre el porcentaje de materia seca y se multiplica por 100. Por ejemplo, si un residuo de pescado presenta 70 % de humedad, su materia seca será 30 %. Si en base húmeda contiene 15 % de proteína, el cálculo sería: $(15 \div 30) \times 100$, lo que equivale a 50 % de proteína en base seca. Este procedimiento se aplica de la misma forma para grasa, fibra y cenizas.

El uso de este cálculo facilita la formulación de dietas balanceadas, ya que los requerimientos nutricionales se expresan generalmente en base seca. En el caso del residuo de pescado, este método permite estimar con mayor exactitud su aporte real de proteína y energía, y verificar si cumple con los niveles recomendados para alimentos caninos. De esta manera, se evitan errores de formulación derivados de la variabilidad en la humedad y se mejora la calidad nutricional del producto final (National Research Council, 2021).

2.6. Beneficios del residuo de pescado deshidratado

García et al. (2021) y Rustad et al. (2023) describen los beneficios más relevantes reportados en la literatura científica reciente:

- a) Contiene proteínas de alto valor biológico, esenciales para el crecimiento, mantenimiento y reparación de tejidos animales.
- b) Aporta aminoácidos clave como lisina, metionina y treonina, vitales para el desarrollo muscular y eficiencia alimenticia.

- c) Tiene buena digestibilidad proteica, ideal para sistemas digestivos de perros.
- d) Fuente rica en ácidos grasos omega-3 (EPA y DHA).
- e) Fortalece el sistema inmunológico gracias a lípidos bioactivos y péptidos.
- f) Proporciona minerales como calcio y fósforo.
- g) Posee oligoelementos (zinc, hierro, selenio) para procesos enzimáticos y acción antioxidante.
- h) Actúa como saborizante natural, elevando la palatabilidad de las raciones.
- i) Reduce la necesidad de suplementos sintéticos de aminoácidos y minerales.
- j) Permite almacenamiento prolongado sin pérdida significativa de nutrientes.
- k) Útil para producir harinas proteicas y concentrados nutricionales.
- l) Representa una opción económica frente a soya o harina de carne tradicional.

2.7. Insumos complementarios para la formulación de croquetas y su funcionalidad

Para elaborar croquetas para perros con restos de pescado es necesario agregar otros ingredientes que equilibren los nutrientes, mejoren las características del producto y hagan que los animales lo coman con gusto. Estos insumos cumplen funciones claras como aportar energía, ayudar a la digestión, aumentar el sabor y cubrir las necesidades de micronutrientes esenciales.

Tabla 2.

Insumos complementarios para la formulación de croquetas y su funcionalidad

Insumo	Funcionalidad tecnológica y nutricional	Fuentes	Niveles
			mínimo y máximo de inclusión (%)
Carbohidratos	Aporte energético,	Harina de arroz,	Mín. 30 – Máx.
	formación de estructura y	harina de maíz	45

	gelatinización del almidón durante la extrusión		
Fibra	Mejora de la digestibilidad, regulación del tránsito intestinal y estabilidad del producto	Cereales integrales, legumbres, zanahoria, calabaza	Mín. 2 – Máx. 5
Grasas	Fuente concentrada de energía, mejora de la palatabilidad y reducción de polvo en croquetas	Aceite de pescado	Mín. 8 – Máx. 15
Vitaminas y minerales	Asegurar el aporte de micronutrientes esenciales y estabilidad nutricional post-extrusión	Premix vitamínico- mineral para alimentos de mascotas	Mín. 0.5 – Máx. 2

Nota: Los niveles de inclusión recomendados son los señalados por FEDIAF (2022) y Loureiro et al., (2024) sobre formulación y procesamiento de alimentos balanceados para perros.

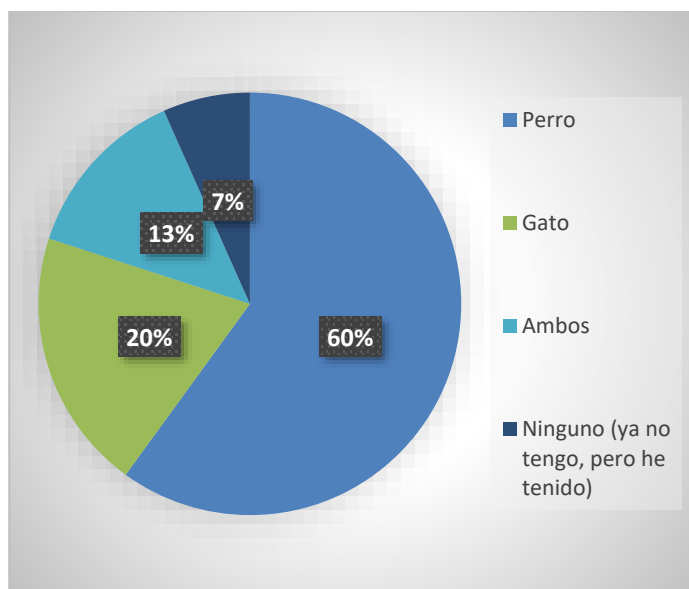
2.8. Análisis y tabulación de encuestas

A continuación, se detallan los resultados de la aplicación de la encuesta dirigida a propietarios de mascotas.

Tabla 3.

Pregunta 1: ¿Qué tipo de mascota tiene actualmente?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Perro	18	60 %
Gato	6	20 %
Ambos	4	13 %
Ninguno (ya no tengo, pero he tenido)	2	7 %
Total	30	100 %

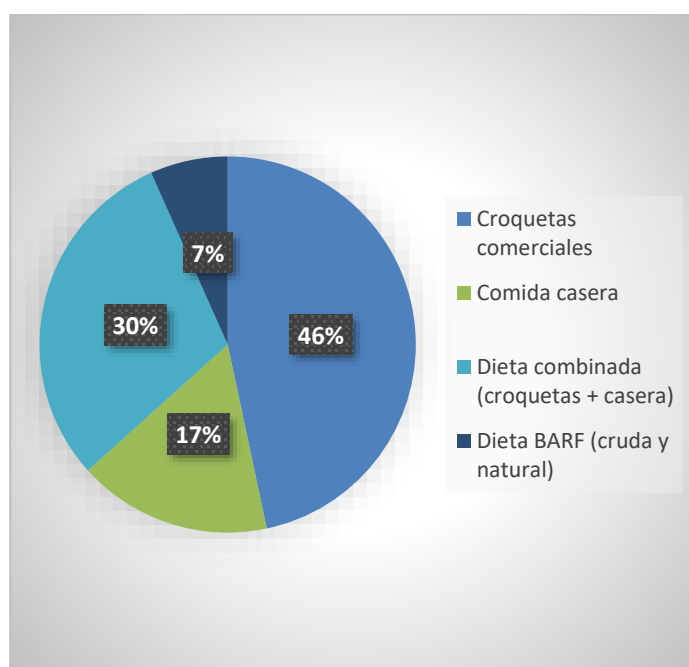


La mayoría de los encuestados posee perros, representando el 60 %, lo que evidencia una clara preferencia por este tipo de mascota dentro de la muestra analizada. En menor proporción se encuentran quienes tienen gatos con el 20 %, seguidos por quienes poseen ambos tipos de mascotas con el 13 %. El porcentaje más bajo corresponde a personas que actualmente no tienen mascota, pero han tenido anteriormente, con apenas el 7 %. Estos resultados permiten inferir que el mercado de alimentos para perros presenta un mayor potencial de alcance, considerando la elevada presencia de este tipo de mascota entre los encuestados.

Tabla 4.

Pregunta 2: ¿Qué tipo de alimento suele dar a su mascota?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Croquetas comerciales	14	47 %
Comida casera	5	17 %
Dieta combinada (croquetas + casera)	9	30 %
Dieta BARF (cruda y natural)	2	6 %
Total	30	100 %

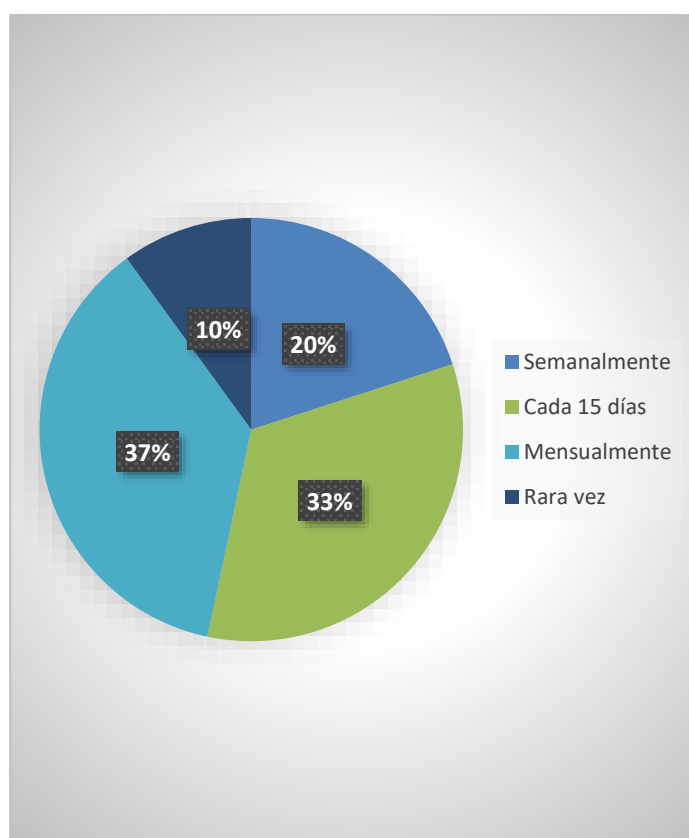


Los resultados muestran que el 47 % de los encuestados opta principalmente por croquetas comerciales, lo que refleja una preferencia por opciones prácticas y de fácil acceso. En segundo lugar, el 30 % combina croquetas con comida casera, evidenciando una tendencia hacia una alimentación más equilibrada. La comida casera exclusiva alcanza el 17 %, mientras que la dieta BARF presenta el porcentaje más bajo con apenas el 6 %. Esto sugiere que, aunque existe interés por alternativas naturales, aún predominan los alimentos balanceados comerciales en la alimentación de las mascotas.

Tabla 5.

Pregunta 3: ¿Con qué frecuencia compra alimento balanceado (croquetas)?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Semanalmente	6	20 %
Cada 15 días	10	33 %
Mensualmente	11	37 %
Rara vez	3	10 %
Total	30	100 %



La frecuencia de compra más común es mensual, con el 37 %, seguida de la compra cada 15 días con el 33 %, lo que indica un patrón de consumo relativamente constante. El 20 % compra croquetas semanalmente, reflejando una mayor preferencia por presentaciones pequeñas. En contraste, solo el 10 % realiza compras rara vez, ya que posiblemente prefieran cocinarles a sus mascotas. Estos resultados evidencian una demanda estable de alimento balanceado, lo cual resulta favorable para la comercialización continua del producto.

Tabla 6.

Pregunta 4: ¿Conoce qué ingredientes contienen las croquetas que ofrece a su mascota?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí, completamente	9	30 %
Solo en parte	13	43 %
No lo sé	6	20 %
No me interesa	2	7 %
Total	30	100 %

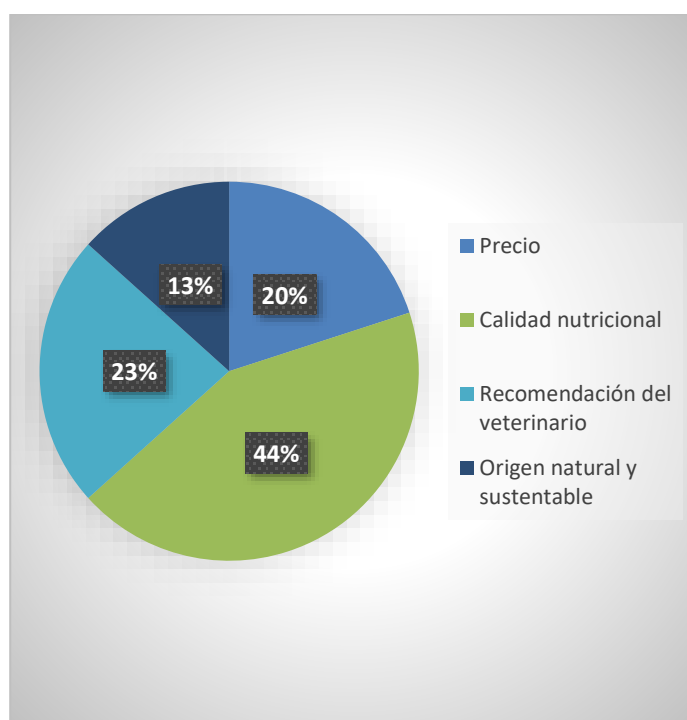


La mayor parte de los encuestados conoce solo parcialmente los ingredientes de las croquetas, representando el 43 %, lo que indica un nivel medio de información. El 30 % afirma conocer completamente la composición del alimento, lo cual demuestra un interés significativo por la nutrición de sus mascotas. En menor medida, el 20 % manifiesta no conocer los ingredientes y apenas el 7 % señala no tener interés en esta información. Estos datos reflejan una oportunidad para fortalecer la comunicación nutricional en el etiquetado de los productos.

Tabla 7.

Pregunta 5: ¿Qué valoraría más al elegir un nuevo tipo de croquetas?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Precio	6	20 %
Calidad nutricional	13	43 %
Recomendación del veterinario	7	23 %
Origen natural y sustentable	4	14 %
Total	30	100 %

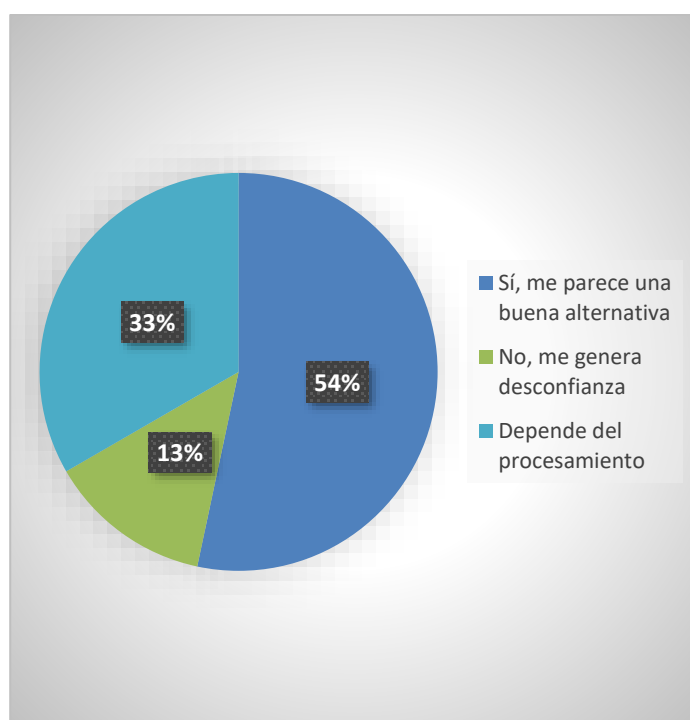


La calidad nutricional se posiciona como el factor más valorado con el 43 %, evidenciando una creciente preocupación por la salud de las mascotas. La recomendación del veterinario ocupa el segundo lugar con el 23 %, lo que resalta la confianza en el criterio profesional. El precio representa el 20 %, mientras que el origen natural y sustentable, aunque importante, obtiene el porcentaje más bajo con el 14 %.

Tabla 8.

Pregunta 6: ¿Cree que los residuos de pescado pueden ser aprovechados como ingredientes para mascotas?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí, me parece una buena alternativa	16	53 %
No, me genera desconfianza	4	13 %
Depende del procesamiento	10	34 %
Total	30	100 %

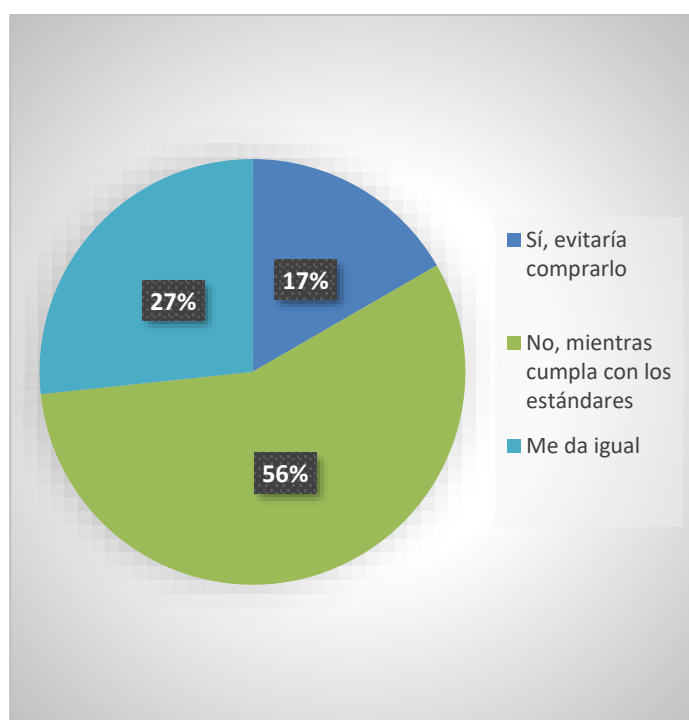


Más de la mitad de los encuestados considera positiva la utilización de residuos de pescado como ingredientes para mascotas, alcanzando el 53 %. Un 34 % señala que su aceptación dependería del tipo de procesamiento, lo que refleja una postura cautelosa pero abierta. Solo el 13 % manifiesta desconfianza frente a esta alternativa.

Tabla 9.

Pregunta 7: ¿Le importaría si en la etiqueta dice que el alimento contiene subproductos pesqueros?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí, evitaría comprarlo	5	17 %
No, mientras cumpla con los estándares	17	57 %
Me da igual	8	26 %
Total	30	100 %

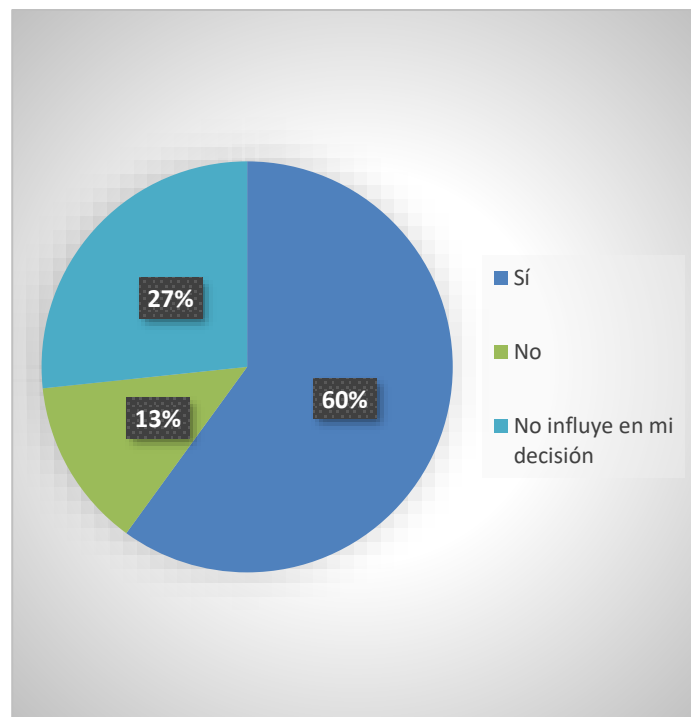


El 57 % de los encuestados no tendría inconveniente en adquirir un alimento que contenga subproductos pesqueros, siempre que cumpla con los estándares de calidad. Un 26 % señala que este aspecto no influye en su decisión de compra. En contraste, solo el 17 % evitaría el producto por esta razón. Estos resultados evidencian una amplia aceptación del uso de subproductos, siempre que exista confianza en la normativa y el control de calidad.

Tabla 10.

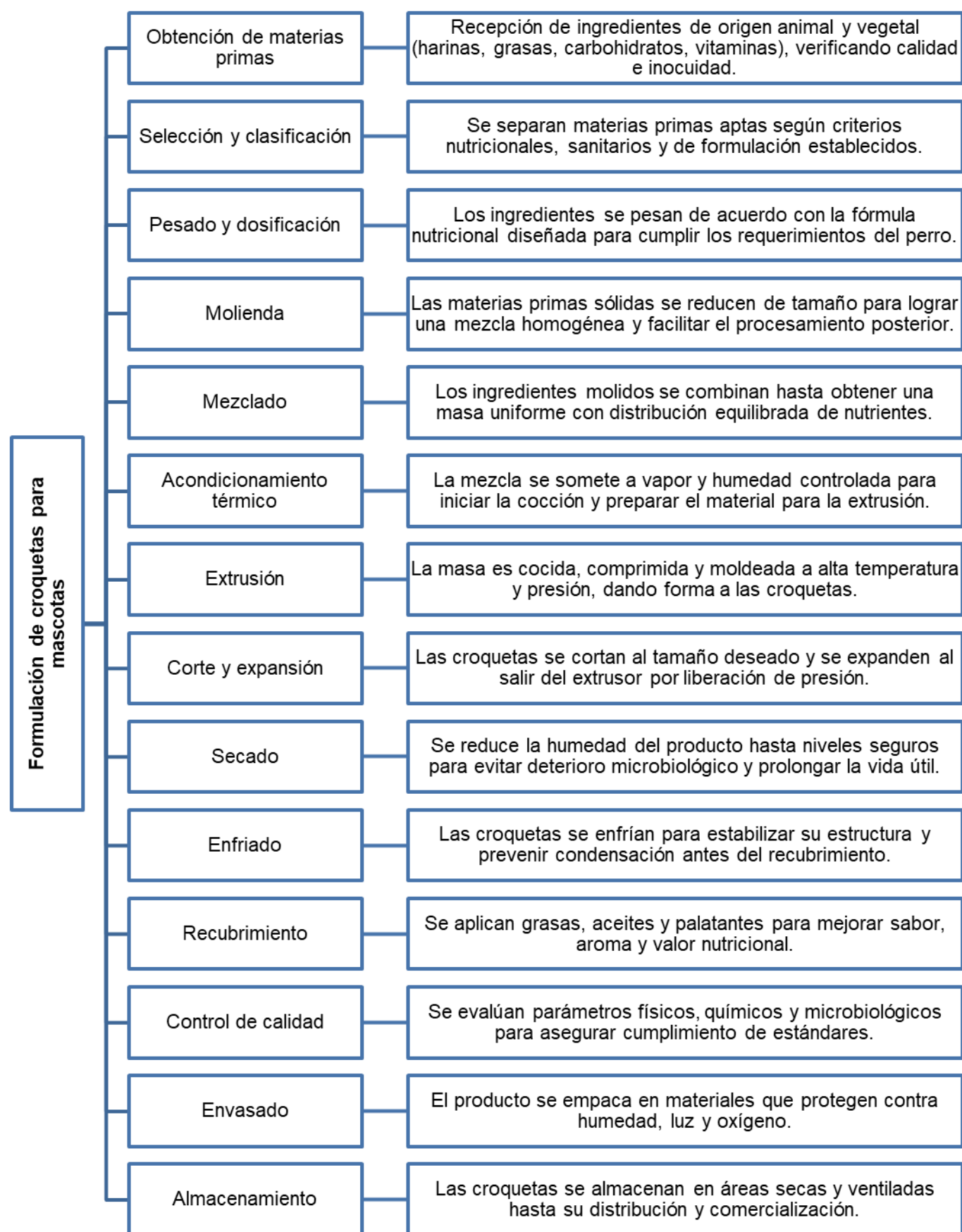
Pregunta 8: ¿Considera importante que el alimento sea producido localmente (en Manta)?

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Sí	18	60 %
No	4	13 %
No influye en mi decisión	8	27 %
Total	30	100 %



La producción local es considerada importante por el 60 % de los encuestados, lo que demuestra una valoración positiva hacia los productos elaborados en Manta. El 27 % indica que este aspecto no influye en su decisión de compra, mientras que solo el 13 % considera que no es relevante. Estos resultados reflejan una tendencia favorable hacia el consumo local, lo cual puede representar una ventaja competitiva para productos desarrollados en la zona.

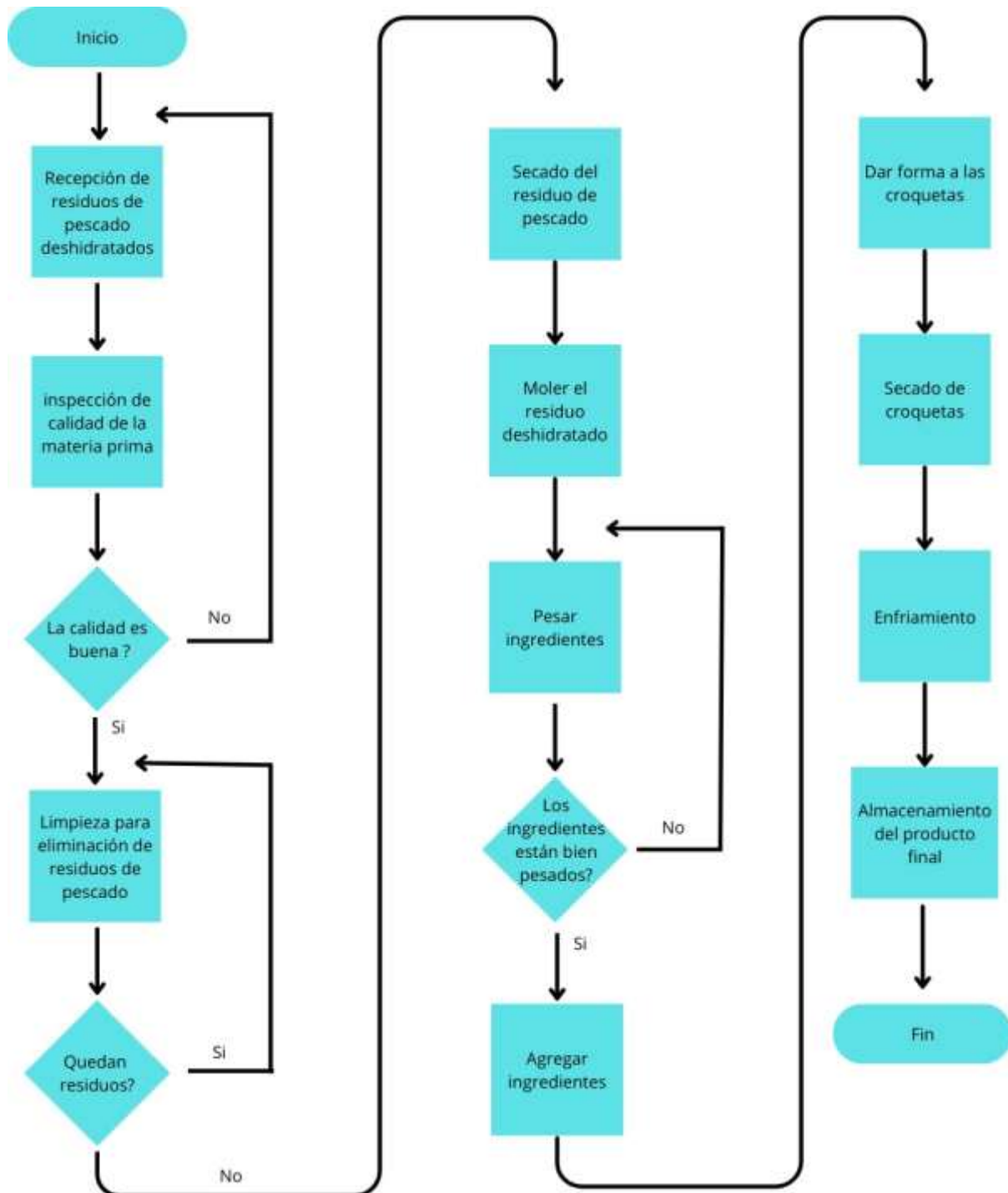
2.9. Diagrama conceptual de formulación de croqueta



Capítulo 3

Propuesta de mejora

3.1. Diagrama de flujo de procesos



En el diagrama de flujo se puede apreciar el procedimiento realizado para la elaboración del producto final de las croquetas hechas a base de harina de pescado. Comenzando por la recepción de la materia prima es decir pescado deshidratado,

realizándosele una inspección minuciosa de la calidad, comprobando si la materia es de buena calidad, caso contrario se vuelve a receptar más materia prima, se realiza una limpieza de esta materia para evitar residuos restantes y así seguir al secado de este, una vez secado se procede a moler hasta obtener harina de pescado y agregas ingredientes antes pesados respectivamente, una vez realizado este proceso se les da forma de croqueta y se espera un determinado tiempo para su secado y enfriamiento, para así poder almacenar el producto final.

3.2. Formulación de croquetas

Tabla 11.

Análisis matricial teórico de la formulación de croquetas para perros

Componente nutricional	Obj(%)	Harina de pescado	Harina de arroz	Harina de maíz	Harina de arveja	Harina de lenteja	Aceite de pescado	Pre mix	Res (%)
Sodio	100	314	2,5	2	15	5	0	0	87,3
Azúcar	0	0	0,1	1,6	3	2	0	0	1,01
Grasa	7	12	1	3,8	1,8	1,5	99	0	7,9
Proteína	9	60	3,5	7,2	23	24	0	0	24,41
Carbohidratos	30	0,7	80	76	63	60	0	0	47,79
Humedad	40	5	5	5	5	5	0,5	5	4,85
Cenizas	6	21	0,6	1,4	2,8	2,5	0	95	9,87
Total	—	—	—	—	—	—	—	—	94,82

Con el fin de estimar el aporte nutricional de la formulación desarrollada, se realizó un análisis matricial teórico considerando la proporción de cada ingrediente y su composición nutricional referencial. Este procedimiento permitió calcular de manera preliminar los niveles de proteína, grasa, carbohidratos, humedad, cenizas y sodio del producto formulado, antes de su validación mediante análisis de laboratorio.

El contenido de proteína fue del 24,41 %, valor que supera el mínimo recomendado, principalmente por el aporte de la harina de pescado, la harina de arveja y la harina de lenteja. De igual forma, el contenido total de grasa alcanza el 7,9 %, lo cual se atribuye en gran medida al aceite de pescado, que además aporta ácidos grasos esenciales.

En cuanto a los carbohidratos, se registró un 47,79 %, valor superior al de referencia, asociado al uso de harinas de origen vegetal como arroz, maíz, arveja y lenteja. Aunque estos componentes representan una fuente importante de energía, su proporción sugiere la necesidad de realizar ajustes en la formulación para evitar posibles efectos negativos sobre la digestibilidad. El contenido de humedad, por su parte, se mantiene en niveles bajos, acorde con el proceso de secado aplicado.

Respecto al contenido de cenizas, el valor supera ligeramente el esperado, debido al aporte del premix vitamínico-mineral y la harina de pescado, por otro lado, el nivel de sodio se encuentra dentro de un rango aceptable, sin representar riesgos significativos.

Se realizó un diagrama de matrices (Tabla 12) donde se presenta la relación entre los ingredientes empleados en la formulación y su aporte a los distintos componentes nutricionales del producto final. Este recurso facilitó la organización de la información nutricional de cada materia prima y el análisis de su contribución individual y conjunta, en función de los objetivos planteados para el alimento balanceado.

En la matriz, las filas son los componentes nutricionales, mientras que las columnas son los ingredientes utilizados en la formulación.

Tabla 12.*Diagrama de matrices*

Componente nutricional	Harina de pescado	Harina de arroz	Harina de maíz	Harina de arveja	Harina de lenteja	Aceite de pescado	Premix vitamínico-mineral
Sodio	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Nulo	Nulo
Azúcar	Nulo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Nulo	Nulo
Grasa	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Muy alto	Nulo
Proteína	Muy alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Nulo	Nulo
Carbohidratos	Muy bajo	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Nulo	Nulo
Humedad	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Muy bajo	Bajo
Cenizas	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Nulo	Muy alto

3.2. Elaboración de croquetas a base de residuos de pescado

- **Paso 1:** Las lentejas fueron previamente seleccionadas y sometidas a un proceso de trituración mecánica hasta obtener una harina de textura fina y uniforme, adecuada para su incorporación homogénea en la formulación de las croquetas.
- **Paso 2:** Posteriormente, se pesó cada materia prima seca, incluyendo la harina de pescado, la harina de maíz, la harina de arroz, la harina de arveja, la harina de lenteja y el premix vitamínico-mineral. Luego se procedió a mezclarlas en seco hasta lograr la mezcla homogénea de todos los insumos.
- **Paso 3:** Tras obtener la mezcla seca, se incorporó el aceite de pescado atomizándolo, luego se añadió agua tibia de a poco, con mezcla constante, hasta lograr una masa compacta, uniforme, para luego moldear.
- **Paso 4:** La masa fue moldeada manualmente en forma de croquetas de

tamaño igual cada muestra.

- **Paso 5:** Las croquetas moldeadas fueron sometidas a un proceso de secado en horno a una temperatura de 100 °C durante cuatro horas, con el objetivo de reducir el contenido de humedad.
- **Paso 6:** Una vez finalizado el secado, se dejaron enfriar a temperatura ambiente. Posteriormente, se tomaron muestras representativas para la realización de los análisis correspondientes, mientras que el resto del producto fue almacenado en un recipiente plástico limpio y hermético para su conservación.

3.3. Resultados de los análisis fisicoquímicos (proteína y grasa)

Tabla 13.

Análisis nutricional fisicoquímico de las croquetas de pescado

Parámetro	Contenido (por 100 g de muestra)	Porción (8 g de croquetas)
Proteína (%)	23,1	1,85
Humedad (%)	1,35	0,11
Cenizas (%)	7,34	0,59
Materia grasa (%)	9,1	0,73
Carbohidratos (%)	59,11	4,73
Fibra (%)	6,7	0,54
Azúcares totales (%)	< 1	—
Energía (kcal)	410,74	32,86

Los resultados del análisis fisicoquímico del producto final evidencian que la croqueta desarrollada corresponde a un alimento seco, caracterizado por un bajo contenido de humedad del 1,35 %, lo cual favorece su estabilidad microbiológica y prolonga su vida útil durante el almacenamiento. Este bajo contenido de humedad se alinea con el proceso de secado empleado y resulta idóneo para productos destinados a la alimentación canina.

El contenido proteico alcanza un 23,1 %, cifra que se ubica en un rango

apropiado para la dieta de perros adultos, particularmente en etapa de mantenimiento o con actividad moderada. Este nivel proteico contribuye a la preservación de la masa muscular y al adecuado desempeño de las funciones fisiológicas básicas, asegurando un aporte suficiente de aminoácidos esenciales.

La materia grasa presenta un valor del 9,1 %, proporcionando una fuente energética moderada que mejora la palatabilidad del alimento sin generar un exceso calórico. Asimismo, la energía total del producto alcanza 410,74 kcal por cada 100 g, lo que permite cubrir los requerimientos energéticos diarios de los perros cuando se administra en porciones adecuadas. Los carbohidratos representan el 59,11 % del contenido total, constituyéndose como la principal fuente de energía, compuestos mayoritariamente por almidón, lo cual se ve reflejado en el bajo contenido de azúcares totales, inferior al 1 %.

Por otro lado, el contenido de fibra del 6,7 % resulta beneficioso para la salud digestiva, favoreciendo el tránsito intestinal y contribuyendo al adecuado funcionamiento del sistema gastrointestinal. Finalmente, el contenido de cenizas del 7,34 % refleja el aporte mineral del producto, asociado tanto a la harina de pescado como al premix vitamínico-mineral incorporado en la formulación, manteniéndose dentro de valores aceptables para alimentos balanceados para perros.

3.5. Comparación nutricional con productos comerciales

Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados a las croquetas elaboradas a partir de pescado muestran un perfil nutricional comparable al de alimentos comerciales para perros adultos, como Procan y Pedigree. De acuerdo con información proporcionada por los fabricantes, los alimentos secos destinados a perros adultos presentan, en promedio, contenidos de proteína cruda entre 21 % y 26 %, grasa bruta entre 10 % y 13 %, y un nivel máximo de humedad del 12 % (Pedigree, 2023; Procan, 2022).

La formulación se encuentra dentro de estos rangos en cuanto al contenido proteico, lo que demuestra que la harina y los subproductos de pescado constituyen una fuente apropiada para cubrir los requerimientos de mantenimiento de los caninos adultos.

En el caso específico de la marca Pedigree, sus formulaciones, que combinan proteínas de origen animal y vegetal, presentan valores promedio de 22 % de proteína cruda y 11 % de grasa (Case, Daristotle, Hayek & Raasch, 2011). Las croquetas obtenidas en este estudio alcanzan un nivel proteico similar, aunque con un menor contenido graso, lo cual resulta adecuado para perros con actividad física moderada o para dietas con control de lípidos.

El producto que se llevó a cabo si cumple con los criterios establecidos por la Association of American Feed Control Officials, que para alimentos secos destinados a perros adultos establece un mínimo de 22,5 % de proteína cruda y 8,5 % de grasa en base seca (AAFCO, 2023). Como indica el National Research Council, una fórmula balanceada debe asegurar no solo proteínas y energía, sino calidad de ingredientes y digestibilidad (NRC, 2006).

Por ello, la comparación con marcas comerciales confirma la viabilidad nutricional de las croquetas de pescado elaboradas, estableciéndolas como una alternativa funcional frente a los productos de mercado disponibles.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Los resultados del análisis fisicoquímico evidencian que las croquetas de pescado desarrolladas presentan un perfil nutricional adecuado para la alimentación de perros adultos, destacando un contenido de proteína dentro de rangos recomendados, bajo nivel de humedad y una proporción equilibrada de grasa, lo que favorece la estabilidad del producto y su aporte energético.
- La comparación con alimentos comerciales reconocidos indica que la formulación desarrollada a base de residuos deshidratados de pescado tiene valores nutricionales equiparables en cuanto a proteína, carbohidratos y energía metabolizable, lo cual confirma la idoneidad del empleo de materias primas alternativas tales como el pescado y las leguminosas en la producción de alimentos balanceados para mascotas.
- El bajo contenido de azúcares, junto al aporte sustancial de fibra dietaria, favorece una digestibilidad superior y la adecuada regulación del tránsito intestinal, lo que sitúa al producto como una opción funcional idónea para animales en etapa de mantenimiento y con actividad moderada.

Recomendaciones

- Se recomienda seguir realizando investigaciones que evalúen la digestibilidad y aceptación sensorial en perros del alimento elaborado.
- Se recomienda que futuros estudios realicen un análisis económico de costos para determinar la rentabilidad de la elaboración de croquetas a partir de residuos de pescado previamente deshidratado.
- Se propone evaluar la adición de distintos niveles de ingredientes funcionales, como ácidos grasos esenciales o prebióticos, con el objeto de elevar el valor nutricional y diferenciar este producto de las alternativas comerciales disponibles.

Bibliografía

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. (2017). *Manual para el registro de empresas y productos de uso veterinario* (6.^a ed.).

<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/edicion-06.pdf>

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. (2022). *Instructivo para el registro de productos veterinarios*.

<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/io8.pdf>

Aldrich, G. (2015). *Subproductos reciclados de origen animal en los alimentos para mascotas*. North American Renderers Association.

https://www.engormix.com/mascotas/nutricion-mascotas/subproductos-reciclados-origen-animal_a32824

Alonso, L., & Viteri, D. (2021). *Componentes funcionales en alimentos para perros*. Quito.

<https://www.researchgate.net>

Alvarado, J., Narváez, K., & Romero, P. (2022). *Consideraciones técnicas en la formulación de alimentos balanceados para mascotas*. Quito.

<https://www.researchgate.net>

Álvarez, J., Rojas, M., & Narváez, R. (2020). *Subproductos pesqueros en nutrición animal*. Ediciones Biotecmar.

<https://www.biotecmar.com>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Economía circular en la industria pesquera del Pacífico Sur*.

<https://www.iadb.org>

Banco Mundial, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2023). *Políticas agropecuarias, acuícolas y pesqueras en Ecuador*.

<https://publications.iadb.org>

Benítez, M. (2023). *Plataforma sostenibilidad azul*.

<https://sostenibilidadazul.org>

- Cabrita, A., Maia, M., Alves, A., et al. (2024). Protein hydrolysate and oil from fish waste reveal potential as dog food ingredients. *Frontiers in Veterinary Science*.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2024.1372023/full>
- Calderón, M., Rincón, L., & Torres, A. (2025). Health benefits of fish and fish by-products: A nutritional overview. *Journal of Nutrition and Health*.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12098058/>
- Cámara Nacional de Pesquería. (2020). *Censo de plantas de harina y aceite de pescado en el Ecuador*.
<https://camaradepesqueria.ec>
- Case, L. P., Daristotle, L., Hayek, M. G., & Raasch, M. F. (2021). *Canine and feline nutrition* (4th ed.). Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/book/9780323543169/canine-and-feline-nutrition>
- Castillo, N., Zambrano, A., & Estupiñán, R. (2023). *Innovaciones tecnológicas en pet food*. Editores Técnicos Andinos.
<https://www.editorialtecnicosandinos.com>
- Castro, E., Molina, A., & Guevara, S. (2023). *Gestión sostenible en industrias pesqueras del Ecuador*. Ediciones Universidad Marítima.
<https://www.universidadmaritima.edu.ec>
- Cedeño, B., Molina, F., & Chica, R. (2022). *Evaluación de dietas caninas formuladas con ingredientes funcionales*. Portoviejo.
<https://www.researchgate.net>
- Delgado, V., & Ávila, S. (2022). *Resiliencia y sostenibilidad en agroindustria*. INIAP.
<https://www.iniap.gob.ec>
- Díaz, J. (2024, agosto 6). *Repositorio Institucional UPSE*.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11760>

- Espinoza, J., & Macías, R. (2019). *Propuesta de aprovechamiento de residuos pesqueros en la industria alimentaria*. ESPOL.
<https://dspace.espol.edu.ec>
- Euromonitor International. (2023). *Pet food in Latin America 2023*.
<https://www.euromonitor.com>
- FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020*.
<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca9229es>
- FAO. (2022). *Sustainable food and agriculture*.
<https://www.fao.org/sustainability/en>
- FAO. (2022). *The state of world fisheries and aquaculture: Towards blue transformation*.
<https://www.fao.org/3/cc0461en/cc0461en.pdf>
- Farmina – Pet Foods. (2020). *Cachorro, adulto y senior: Ajustando la nutrición*.
<https://www.farina.com/gt/pet-care/geniustips/2612>
- FEDIAF. (2022). *Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs*.
<https://fediaf.org>
- García, B. (2021). *Viabilidad nutricional de la harina de cabeza de camarón* [Tesis de pregrado, UTMACH].
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17980>
- García-Rodríguez, J., Pérez-Mateos, M., & Montero, P. (2024). Fish waste: From problem to valuable resource. *Marine Drugs*, 19(2), 116.
<https://www.mdpi.com/1660-3397/19/2/116>
- García-Sifuentes, C. O., Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sánchez, M. E., & García-Sánchez, G. (2021). Nutritional and functional properties of fish by-products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 98, 103780.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103780>

- Gómez, I., & Arias, M. (2022). *Tecnología de alimentos para mascotas*. Editorial AgroVet.
<https://www.editorialagrovvet.com>
- Gómez, L. (2024). *Observatorio Ecuatoriano de Economía Circular*.
<https://economiacircular.gob.ec>
- González, P., & Vargas, E. (2020). *Economía circular en el procesamiento alimentario*. Guayaquil.
<https://www.researchgate.net>
- INEC. (2023, junio 7). *Ecuador en cifras*.
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Iniciativa para la Transparencia de la Pesca (FiTI). (2023). *Reporte de transparencia del sector pesquero en Ecuador 2022–2023*.
<https://fiti.global>
- Kim, S. K., & Mendis, E. (2020). Bioactive compounds from fish processing by-products. *Advances in Food and Nutrition Research*, 93, 189–215.
<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.03.002>
- Lankhors, C., Tran, Q. D., Havenaar, R., et al. (2007). The effect of extrusion on canine diets. *Animal Feed Science and Technology*, 138(3–4), 285–297.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.11.015>
- Leiva, A., Molina, A., Redondo, M., et al. (2019). Pet food quality assurance survey in Costa Rica. *Animals*, 9(11), 980.
<https://www.mdpi.com/2076-2615/9/11/980>
- Loureiro, B., Oliveira, M., Peixoto, M., et al. (2024). Starch gelatinization implications for Beagle dogs. *Animal Feed Science and Technology*.
<https://www.sciencedirect.com>
- MAATE. (2022). *Proyecto GRECI*.
<https://www.ambiente.gob.ec/proyecto-gestion-integral-de-residuos-solidos-y-economia-circular-inclusiva-greci/>

- Más Container. (2024). *Más de 40 mil toneladas de pesca desembarcadas en Manta*.
<https://mc.mascontainer.com.ec>
- Méndez, P., Ortega, D., & Figueroa, S. (2024). *Tecnología de alimentos para animales*. TecnoAgro Editorial.
<https://www.tecnoagroeditorial.com>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2022). *Hoja de ruta hacia una bioeconomía circular*.
<https://www.produccion.gob.ec>
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2023). *Informe de competitividad del sector alimenticio 2023*.
<https://www.produccion.gob.ec>
- Montero-Barrantes, M. (2021). Hidrolizados proteicos de subproductos pesqueros. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2), 681–695.
https://www.mag.go.cr/rev_meso/v32n02_681.pdf
- Narváez, J. (2022). *Economía circular y desarrollo local en zonas costeras*.
<https://www.costavivaediciones.com>
- National Research Council. (2021). *Nutrient requirements of dogs and cats*. National Academies Press.
<https://nap.nationalacademies.org/catalog/10668>
- Padmanaban, S., Karunanithi, M., Nagarajan, M., et al. (2024). Food dehydration in aquatic products. *International Journal of Biochemistry Research & Review*, 33(6), 91–106.
<https://journalijbcrr.com/index.php/IJBCRR/article/view/892>
- Párraga, M., & Zambrano, C. (2023). *Alimento deshidratado tipo BARF* [Tesis ESPAM MFL].
<https://repositorio.espam.edu.ec>
- Pet Food Institute. (2023). *Understanding pet food labels*.
<https://www.petfoodinstitute.org>

- Rahman, L., Alam, L., Marufuzzaman, M., & Rashid, U. (2021). Traceability of sustainability in fishery supply chains. *Foods*, 10(10), 2265.
<https://doi.org/10.3390/foods10102265>
- Rowlands, R. (2024). Guidance on managing oxidation in pet food. *Pet Food Processing*.
<https://www.petfoodprocessing.net/articles/18364-guidance-on-managing-oxidation>
- Rustad, T., Storro, I., & Slizyte, R. (2023). Utilisation of marine by-products. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(4), 1875–1889.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.16204>
- Salnus, S., & Armah, Z. (2025). Valorization of trash fish through drying innovations. *Hayyan Journal*, 2(2).
<https://doi.org/10.51574/hayyan.v2i2.3274>
- Sánchez-García, M., López-Cervantes, J., & Campas-Baypoli, O. (2021). Composición nutricional del ensilado de residuos de pescado. *Marine and Fishery Sciences*.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8808973.pdf>
- Sánchez-Zapata, E., Amensour, M., Fuentes-Zaragoza, E., et al. (2019). Fish by-products as bioactive sources. *Food Research International*, 116, 109–119.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.12.042>
- Sosa, J., Valenzuela, A., & Valenzuela, R. (2024). *Subproductos de pescado como fuente sostenible de omega-3*. Universidad de Chile.
<https://uchile.cl/noticias/227684>
- Tunacons. (2022). *Programa de reciclaje de redes de pesca en Manta*.
<https://www.tunacons.org>
- Waqar, M., Sajjad, N., Ullah, Q., et al. (2025). Fish by-products utilization in food and health. *Food Science & Nutrition*.
<https://www.researchgate.net/publication/397523171>

Zafalon, R., Pedreira, R., Vendramini, T., et al. (2022). Toxic element levels in pet foods. *Scientific Reports*, 12(1).
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34697366>

Zambrano, I. (2024). *Extrusión y control de calidad en alimentos balanceados*. INDEAGRO Editorial.
<https://www.indeagro.com>

Anexos

Anexo 1. Ficha técnica de los subproductos pesqueros

Subproducto	Descripción	Parámetros
Vísceras	Órganos internos que incluyen hígado, estómago, intestinos, entre otros.	Contenido de humedad: 75% Contenido de grada: 5%
Cabeza	Contiene restos de branquias, ojos, cartílagos y huesos.	Contenido de humedad: 68%
Espinas	Estructuras óseas que proporcionan soporte al cuerpo.	Contenido de proteína: 25%
Piel	Cubierta externa rica en colágeno.	Contenido de humedad: 50%
Recortes musculares	Recortes de la carne del pescado resultantes del fileteado.	Contenido de humedad: 75% Contenido de proteína: 18%

Fuente. Elaboración propia a partir de FAO (2020).

El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: La sostenibilidad en acción.

<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a4a23148-b335-40ff-b2ca-364a50eb233d/content>

Anexo 2. Imágenes de residuos y procesos pesqueros en Manta



Planta procesadora de pescado



Residuos de pescado en contenedores



Almacenamiento de residuos



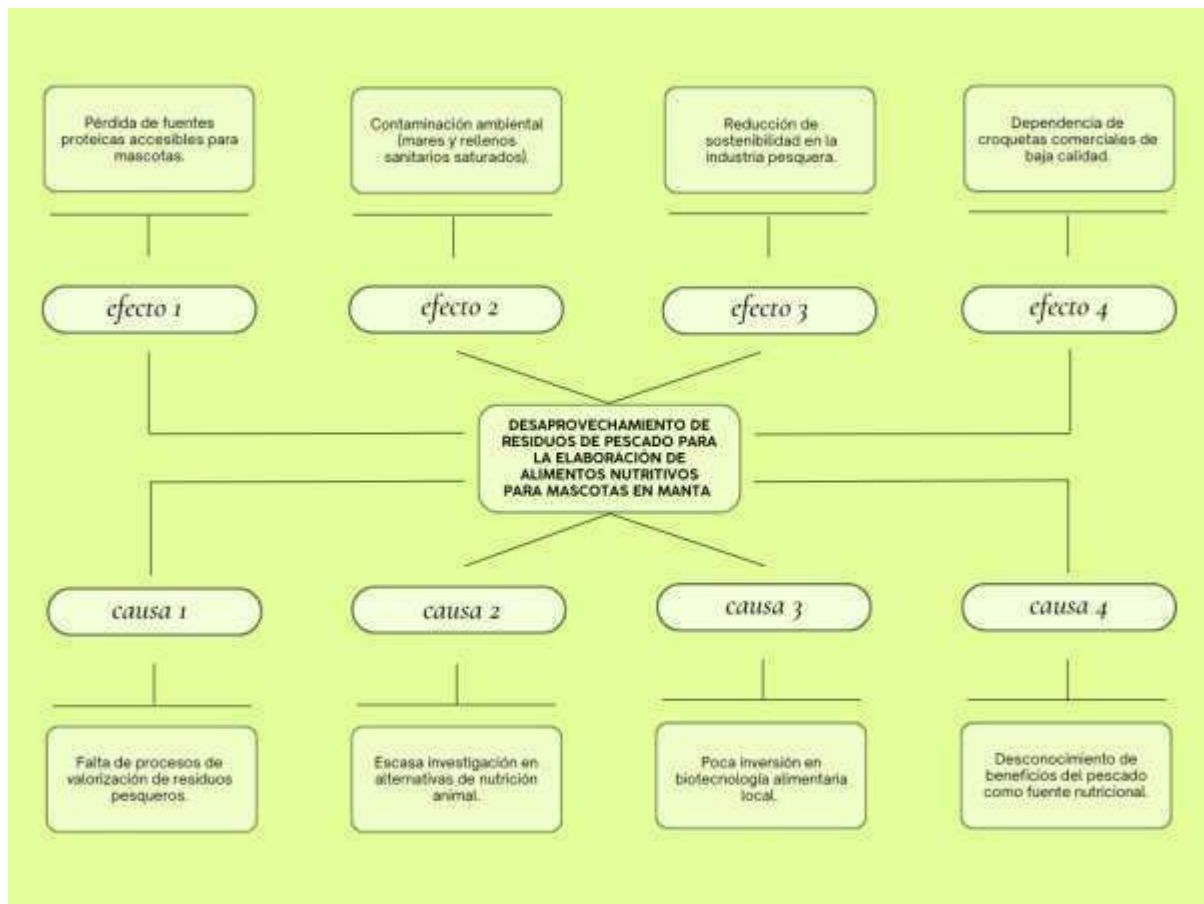
Subproducto seco y triturado
de pescado

Anexo 4. Tabla comparativa de tipos de croquetas en el mercado

Tipo de croqueta	Ingredientes principales	Precio referencial (USD/kg)	País de origen	Beneficios principales
Estándar	Harina de maíz, subproductos cárnicos, soya	\$1.20 – \$2.50	Ecuador / Colombia	Alimentación básica, bajo costo, cobertura calórica general
Premium	Proteína animal (pollo, salmón), arroz, omega 3	\$3.50 – \$6.00	EE. UU. / Canadá	Alta digestibilidad, piel y pelaje sanos, mejor absorción de nutrientes
Funcionales	Proteínas selectas, prebióticos, glucosamina	\$6.50 – \$10.00	Alemania / EE. UU.	Apoyo articular, digestión óptima, control de peso y salud específica

Nota: Los precios son aproximados y pueden variar según la marca y el canal de venta.

Anexo 5. Matriz de identificación del problema



Fuente. Elaboración propia basada en Bravo García (2003).

Alimentos Balanceados Para Animales A Partir De Residuos Orgánicos. <https://www.redalyc.org/pdf/944/94402605.pdf>

Anexo 6. Diseño de encuestas

1. ¿Qué tipo de mascota tiene actualmente?

- ☐ **Perro**
- ☐ **Gato**
- ☐ **Ambos**
- ☐ **Ninguno (ya no tengo, pero he tenido)**

2. ¿Qué tipo de alimento suele dar a su mascota?

- ☐ **Croquetas comerciales**
- ☐ **Comida casera**
- ☐ **Dieta combinada (croquetas + casera)**
- ☐ **Dieta BARF (cruda y natural)**

3. ¿Con qué frecuencia compra alimento balanceado (croquetas)?

- ☐ **Semanalmente**
- ☐ **Cada 15 días**
- ☐ **Mensualmente**
- ☐ **Rara vez**

4. ¿Conoce qué ingredientes contienen las croquetas que ofrece a su mascota?

- ☐ **Sí, completamente**
- ☐ **Solo en parte**
- ☐ **No lo sé**
- ☐ **No me interesa**

5. ¿Qué valoraría más al elegir un nuevo tipo de croquetas?

- ☐ **Precio**
- ☐ **Calidad nutricional**
- ☐ **Recomendación del veterinario**
- ☐ **Origen natural y sustentable**

6. ¿Cree que los residuos de pescado pueden ser aprovechados como ingredientes para mascotas?

- ☐ **Sí, me parece una buena alternativa**
- ☐ **No, me genera desconfianza**
- ☐ **Depende del procesamiento**

7. ¿Le importaría si en la etiqueta dice que el alimento contiene subproductos pesqueros?

- ☐ **Sí, evitaría comprarlo**
- ☐ **No, mientras cumpla con los estándares**
- ☐ **Me da igual**

8. ¿Considera importante que el alimento sea producido localmente (en Manta)?

- ☐ **Sí**
- ☐ **No**
- ☐ **No influye en mi decisión**