

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

**CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE**

**MAESTRÍA EN ESTUDIOS TRANSDISCIPLINARES EN CIENCIA**

**Y TECNOLOGÍA**



**DESARROLLO DE UN ALIMENTO BALANCEADO PARA AVES DE CORRAL A  
PARTIR DE HARINA DE PESCADO OBTENIDA POR TECNOLOGÍAS  
TERMOSOLARES PARA SU APLICACIÓN EN CONTEXTOS COMUNITARIOS**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRO EN ESTUDIOS  
TRANSDISCIPLINARES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**P R E S E N T A**

**L.A. SAÚL ALONSO HERRERA AGUAYO**

Directora: Dra. Martha Fabiola Martín del Campo Solís

Codirectora: Dra. Beatriz Castillo Téllez

Asesor: Mtro. José Juan González Pérez

Asesora: Dra. Margarita Castillo Téllez

Asesor: Dr. Juan Carlos Percino Picazo

COLOTLÁN, JALISCO

DICIEMBRE, 2024

## Índice

|         |                                                                          |    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1       | INTRODUCCIÓN .....                                                       | 6  |
| 2       | ANTECEDENTES .....                                                       | 7  |
| 3       | MARCO TEÓRICO .....                                                      | 13 |
| 3.1     | Sostenibilidad .....                                                     | 13 |
| 3.1.1   | Seguridad alimentaria .....                                              | 13 |
| 3.1.2   | Soberanía alimentaria.....                                               | 14 |
| 3.1.3   | Sustentabilidad alimentaria.....                                         | 15 |
| 3.1.4   | Líneas de bienestar.....                                                 | 15 |
| 3.1.5   | Carencia por acceso a la alimentación .....                              | 16 |
| 3.2     | Contextos comunitarios .....                                             | 16 |
| 3.2.1   | Huejúcar, Jalisco.....                                                   | 16 |
| 3.2.2   | Santa María de los Ángeles, Jalisco .....                                | 17 |
| 3.2.3   | Colotlán, Jalisco .....                                                  | 19 |
| 3.2.4   | Villanueva, Zacatecas.....                                               | 20 |
| 3.2.5   | Momax, Zacatecas .....                                                   | 21 |
| 3.3     | Desarrollo Rural Sostenible.....                                         | 21 |
| 3.3.1   | Desarrollo Rural Sostenible con Enfoque Territorial.....                 | 22 |
| 3.3.2   | Dimensiones del Desarrollo Rural Sostenible con Enfoque Territorial..... | 22 |
| 3.3.2.1 | Dimensión sociocultural.....                                             | 22 |
| 3.3.2.2 | Dimensión Económica.....                                                 | 23 |
| 3.3.2.3 | Dimensión Ambiental.....                                                 | 24 |
| 3.5     | Pesca .....                                                              | 24 |
| 3.5.1   | Pesca artesanal .....                                                    | 25 |
| 3.5.2   | Unidades Pesqueras o Acuícolas .....                                     | 26 |
| 3.5.3   | Artes de pesca .....                                                     | 27 |
| 3.5.4   | Embarcaciones.....                                                       | 27 |
| 3.5.5   | Sistema de comercialización.....                                         | 28 |
| 3.5.6   | Acuicultura.....                                                         | 28 |
| 3.5.7   | Acuicultura rural .....                                                  | 28 |
| 3.5.8   | Ordenamiento de la pesca artesanal y acuicultura .....                   | 29 |
| 3.5.9   | Regímenes de propiedad pesquera.....                                     | 29 |

|        |                                                          |    |
|--------|----------------------------------------------------------|----|
| 3.5.10 | Externalidades pesqueras .....                           | 30 |
| 3.5.11 | Cadena de valor.....                                     | 32 |
| 3.5.12 | Cadenas de valor en la pesca .....                       | 32 |
| 3.6    | Nutrición animal .....                                   | 33 |
| 3.6.1  | Alimentos balanceados .....                              | 34 |
| 3.6.2  | Energía.....                                             | 34 |
| 3.6.3  | Digestibilidad aparente y verdadera.....                 | 36 |
| 3.6.4  | Energía bruta .....                                      | 36 |
| 3.6.5  | Energía digestible .....                                 | 37 |
| 3.6.6  | Energía metabolizable .....                              | 37 |
| 3.6.7  | Energía neta .....                                       | 38 |
| 3.6.8  | Extracalor.....                                          | 38 |
| 3.6.9  | Energía metabolizable en aves de corral .....            | 38 |
| 3.6.10 | Balance de Nitrógeno (N).....                            | 39 |
| 3.6.11 | Proteínas y Aminoácidos.....                             | 40 |
| 3.6.12 | Carbohidratos.....                                       | 41 |
| 3.6.13 | Fibra bruta.....                                         | 42 |
| 3.6.14 | Lípidos .....                                            | 43 |
| 3.6.15 | Vitaminas y Minerales.....                               | 44 |
| 3.7    | Avicultura .....                                         | 45 |
| 3.7.1  | Aves de corral.....                                      | 45 |
| 3.7.2  | Pollos .....                                             | 45 |
| 3.8    | Harina de pescado .....                                  | 48 |
| 3.8.1  | Residuos de pescado .....                                | 50 |
| 3.8.2  | Descarte cero .....                                      | 51 |
| 3.9    | Tecnologías termosolares .....                           | 52 |
|        | Secado de alimentos .....                                | 53 |
|        | Secado solar .....                                       | 54 |
|        | Sistemas de secado solar.....                            | 55 |
|        | Sistemas de convección natural y convección forzada..... | 56 |
| 3.9.2  | Secado solar indirecto o por convección.....             | 56 |
|        | Secado solar directo o por conducción .....              | 57 |
|        | Secador solar mixto.....                                 | 58 |

|       |                                                                                                        |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.9.3 | Cocinas solares.....                                                                                   | 59 |
| 4     | DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....                                                                         | 61 |
| 5     | JUSTIFICACIÓN.....                                                                                     | 62 |
| 6     | HIPÓTESIS.....                                                                                         | 64 |
| 6     | OBJETIVO GENERAL.....                                                                                  | 64 |
| 7     | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                                             | 65 |
| 8     | MATERIALES Y MÉTODOS.....                                                                              | 65 |
| 8.1   | Revisión del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).....                       | 66 |
| 8.2   | Revisión de los padrones municipales de productores.....                                               | 67 |
| 8.3   | Cuestionario para Unidades Pesqueras o Acuícolas (CUPA) Información de 2023.....                       | 67 |
| 8.4   | Cuestionario para Unidades Pesqueras o Acuícolas Sobre el Uso de los Desechos de Pescado               | 68 |
| 8.5   | PRODUCCIÓN DE HARINA DE PESCADO.....                                                                   | 68 |
| 8.5.1 | Obtención de la muestra.....                                                                           | 68 |
| 8.5.2 | Cocción en estufa solar.....                                                                           | 69 |
| 8.5.3 | Prensado.....                                                                                          | 71 |
| 8.5.4 | Deshidratación en secador solar mixto.....                                                             | 71 |
| 8.5.5 | Molienda.....                                                                                          | 73 |
| 8.6   | DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA HARINA DE PESCADO Y EL ALIMENTO BALANCEADO.....       | 73 |
| 8.6.1 | Cuantificación de microorganismos mesófilos en placa.....                                              | 73 |
| 8.6.2 | Cuantificación de microorganismos coliformes totales en placa.....                                     | 74 |
| 8.6.3 | Determinación de microorganismos patógenos: Salmonella.....                                            | 74 |
| 8.7   | DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD BROMATOLÓGICA DE LA HARINA DE PESCADO Y DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS.....  | 75 |
|       | Determinación del contenido humedad.....                                                               | 76 |
|       | Determinación del contenido extracto etéreo.....                                                       | 76 |
|       | Determinación del contenido de proteínas.....                                                          | 77 |
|       | Determinación del contenido cenizas.....                                                               | 78 |
| 9     | ANEXOS.....                                                                                            | 83 |
|       | Anexo 2. Cuestionario para unidades pesqueras o acuícolas sobre el uso de los desechos de pescado..... | 97 |

10 REFERENCIAS..... 103

# 1 INTRODUCCIÓN

Los residuos de pescado representan un reto significativo tanto en ámbitos comunitarios como industriales a nivel global, nacional, estatal y local. Por una parte, son un desafío ecológico y de salud pública con profundas consecuencias ambientales que requieren atención urgente. Por otra, su alto valor nutricional los transforma en un recurso valioso y multifacético, apto para la producción de una amplia gama de productos, desde alimentos balanceados hasta aceites, biocombustibles, cosméticos, entre otros (1–3). Este notable potencial puede ser el catalizador para impulsar una producción agroalimentaria sostenible en comunidades rurales y desfavorecidas, tal como ocurre en la Región Norte de Jalisco y el sur de Zacatecas.

El cambio climático, junto con la inestabilidad política y económica global, ha provocado un incremento generalizado en los precios de los alimentos balanceados y otros productos alimenticios. Esta tendencia ha resultado en que una porción significativa de la población mundial enfrente retos para mantener una dieta equilibrada. Además, las cadenas de valor tradicionales están siendo afectadas por una inflación creciente, lo cual representa un obstáculo para lograr una producción sostenible (4).

En este escenario, las tecnologías termosolares y el aprovechamiento de materias primas residuales con un enfoque de descarte cero para fortalecer la producción y el consumo de manera responsable. Todo lo anterior, enmarcado dentro de la Agenda 2030 para el logro de los objetivos y metas del desarrollo sostenible planteados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (5–7).

Las tecnologías termosolares están ganando un papel central dentro de la industria alimentaria. El secado y la cocción solares se presentan como ventanas de oportunidad para el procesamiento, tanto a pequeña como a gran escala, de una amplia gama de alimentos y bebidas. Estas técnicas se destacan por ser completamente sostenibles y poseer múltiples aplicaciones a nivel ecológico, económico y social (8).

## **2 ANTECEDENTES**

La humanidad, desde tiempos ancestrales, ha buscado aprovechar la energía solar para realizar sus actividades diarias. El secado solar, la técnica de conservación de alimentos más antigua, tiene raíces en el año 20,000 a.C. en Rusia occidental. En el 12,000 a.C., Oriente Medio ya practicaba el secado solar. En el sur de Francia, pueblos mesolíticos secaban pescado al sol hacia el 10,000 a.C.; en la cuenca del Mediterráneo, griegos, egipcios y romanos usaban este método desde la Antigüedad Clásica. Los pueblos prehispánicos de Mesoamérica y Perú también secaban hojas y frutos de cacao al sol (9).

En la Francia de finales del Siglo XVIII, se ideó el primer secador solar con control de temperatura. Al mismo tiempo, en Dresde, Alemania, se crearon los primeros hornos solares, precursores de la cocción solar moderna. No obstante, fue hasta principios del Siglo XX, que se desarrolló el secador mecánico, el cual, después de la Segunda Guerra Mundial terminó por desplazar y remplazar al sol como fuente de secado natural (10), marcando un cambio importante en la técnica de secado, cuando los combustibles fósiles se convirtieron en los nuevos protagonistas a nivel energético, lo cual terminó por convertirse en una problemática

ambiental, puesto que contribuyó a acelerar los efectos del cambio climático a nivel mundial (11). A pesar de esto, durante la segunda mitad del Siglo XX y las primeras décadas del XXI, se continuaron haciendo avances notables en el diseño y posibles aplicaciones de secadores, hornos y estufas solares. Estos avances han propiciado un retorno gradual pero firme en la industria agroalimentaria de las tecnologías termosolares, reintegrándose de manera progresiva al panorama global (12).

El consumo energético del sector de la industria representa el 38 % de la demanda energética global (11). Desde hace años, la industria agroalimentaria ha buscado aumentar su eficiencia energética para optimizar los procesos automatizados y productivos, y de esta manera reducir el uso de recursos y el impacto ambiental (13). La energía solar térmica puede contribuir significativamente con la reducción de los costos energéticos y las emisiones de dióxido de carbono para el procesamiento de alimentos (14).

De acuerdo con el informe *Renewables 2021 Global Status Report de REN21*, en 2018, más del 50% de la energía final consumida se utilizó en aplicaciones térmicas como calentamiento de agua, calefacción, refrigeración de espacios y calor para procesos industriales. Dentro de este consumo, aproximadamente tan solo el 10.2% procedía de fuentes de energía renovables (13,15). En México, la industria alimentaria también ha empezado a adoptar la energía termosolar para sus actividades productivas, en el país se cuenta con las condiciones óptimas para utilizar la energía solar, ya que la irradiación global media diaria en el territorio nacional es de alrededor de 6.36 kWh/m<sup>2</sup> (7). Así mismo, la mayor demanda de

energía total se da en la industria alimentaria, representando el 21% del consumo final de energía nacional (16).

Los primeros alimentos balanceados se desarrollaron en 1870, tomando como referencia la dieta que seguían los marineros cuando se encontraban navegando en altamar (17). Esta dieta debía contener todos los nutrientes esenciales para la supervivencia del individuo (18). Fue durante la Revolución Verde, cuando se tuvo la necesidad imperante de producir alimentos equilibrados para los animales domésticos de granja (19), de manera que se pudiera asegurar un mayor rendimiento productivo en carne, lácteos y demás productos para poder atender la enorme y creciente demanda alimentaria provocada por el crecimiento poblacional estrepitoso a nivel global (20).

Tras la adopción de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible por parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2015, se establecieron los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), surge la exploración de nuevas prácticas alimentarias sostenibles, priorizando el equilibrio ecológico, económico y social en la producción agroalimentaria (21). Esto ha dado paso a diversas tendencias que optimizan el uso de los recursos disponibles (22). Una de estas estrategias es el enfoque de descarte cero, que busca maximizar el aprovechamiento de todos los componentes nutricionales y nutracéuticos de los productos alimentarios, evitando cualquier forma de desperdicio (23). A nivel global, se procesan cerca de 70 millones de toneladas de pescado anualmente, generando desechos que representan el 65% de la materia original y que pueden ser convertidos en subproductos (24).

Debido a su perfil nutrimental, la harina de pescado es la principal fuente de aminoácidos de origen animal utilizada para la elaboración de los alimentos balanceados, especialmente para las dietas dirigidas a cerdos, rumiantes y aves de corral (25). Si bien, el maíz y la soya son las principales fuentes de nutrientes utilizadas dentro de la alimentación balanceada, el valor agregado es obtenido a partir de la adición de harina de pescado, elevando la calidad del producto (26).

Durante el año 2020, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de “*carne de origen avícola representó casi el 40 por ciento de la producción mundial de carne*” (27). No obstante, la mayor parte de este crecimiento se registró en los países asiáticos (28). Mientras que, en México, en el año 2022, de acuerdo con la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), “*se produjeron 6.67 millones de toneladas de productos avícolas, carne de ave y huevo*” (29), con un consumo anual per cápita de 35.3 kg por mexicano (24). Las aves de corral incluyen una amplia variedad de especies, siendo los pollos los más producidos a nivel global, contribuyendo con el 90% de la producción mundial de carne avícola y el 93% de la producción de huevo. Otras especies importantes en cuanto a producción son los patos, pavos, gansos, codornices y avestruces, las cuales también tienen presencia en múltiples regiones del mundo, sobre todo en sistemas productivos a gran escala (30). Resulta importante señalar que para el año 2022, el valor productivo de la industria avícola mexicana alcanzó un total de 5,500 millones de dólares (31), presentando un crecimiento de 3% con respecto a 2021 (32)

En los últimos años, se han desarrollado diversas aplicaciones para aprovechar la energía solar en la nutrición animal. Por ejemplo, se han diseñado sistemas automatizados de distribución de alimentos para sistemas acuícolas que funcionan con suministro eléctrico proveniente de paneles fotovoltaicos (33). También se han concebido diseños teóricos de plantas de producción de alimentos balanceados que operan completamente con energía solar fotovoltaica (34), así como sistemas basados en energías alternativas para las cadenas de producción de la industria alimentaria (35).

A pesar de estos avances, el uso de tecnologías termosolares en las cadenas de valor de la industria agroalimentaria para la producción de alimentos balanceados se ha limitado únicamente a un nivel teórico. No hay registros en la literatura que documenten aplicaciones reales o prácticas que hayan aprovechado activamente este recurso inagotable. En gran medida, la energía requerida para el secado y la cocción de alimentos continúa siendo suministrada por combustibles fósiles (36).

El uso de la tecnología termosolar para la producción de alimentos balanceados dentro de los contextos comunitarios puede ser una estrategia importante para alcanzar la soberanía y seguridad alimentarias, puesto que, en Declaración Final del Foro Mundial sobre Soberanía Alimentaria se abordó la urgencia de conceder a las comunidades el control de su alimentación, basado en políticas propias que respetan las prácticas y recursos locales. Se pone en primer plano las necesidades de quienes producen, distribuyen y consumen alimentos, priorizando la producción y consumo locales. Asegura la gestión comunitaria de

recursos agropecuarios. Este enfoque fortalece la independencia económica y cultural de los pueblos al situar su bienestar alimentario por encima de las dinámicas del mercado y las corporaciones (37).

Salas, et al. (2022) llevaron a cabo un análisis del bienestar, centrándose en la comprensión de las motivaciones y percepciones que impactan en la relación de los pescadores con sus recursos naturales. Este análisis consideró el entorno socioeconómico y cultural en el que operan, así como los riesgos que enfrentan y que pueden generar condiciones de vulnerabilidad (38).

Gough y McGregor (2007) exploraron las necesidades desde una perspectiva tridimensional, considerando aspectos materiales, subjetivos y relacionales. Estos autores proponen un modelo conceptual en el cual estos componentes están íntimamente interconectados (38).

Salas, et al. (2022) emplearon el modelo de Gough y McGregor (2007) para elaborar una propuesta tridimensional que aborda el bienestar comunitario en la Península de Yucatán. Este enfoque considera tres dimensiones principales: Material, Relacional y Subjetiva. La dimensión Material se refiere al acceso a los recursos; la dimensión Relacional abarca las estrategias institucionales; y la dimensión Subjetiva se centra en la percepción del bienestar, riesgo y vulnerabilidad (38).

### **3 MARCO TEÓRICO**

A continuación, se exponen los modelos teóricos fundamentales, ideas, variables, entre otros aspectos relevantes que se consideren pertinentes para la investigación.

#### **3.1 Sostenibilidad**

En 1987, la Comisión Brundtland de las ONU definió la sostenibilidad como aquello que permite “*satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias*” (39).

Los diecisiete ODS, representan un marco integral, cuyo fin común es contribuir a mejorar la calidad de vida de las poblaciones globales, al mismo tiempo que ayudan reducir los impactos perjudiciales generados por la actividad humana vinculados al cambio climático para el año 2030, en donde la meta es establecer un equilibrio entre la sostenibilidad social, económica y ambiental, aprovechando al máximo el conocimiento, la tecnología y los recursos naturales, financieros, materiales y humanos (5).

##### **3.1.1 Seguridad alimentaria**

El Atlas de la Sustentabilidad Alimentaria en México (ASAM) resalta la meta de la seguridad alimentaria, asegurar que todas las personas, familias y la comunidad accedan en todo momento a alimentos suficientes, nutritivos, seguros y culturalmente aceptados, garantizando una nutrición óptima y una vida saludable y productiva, respetando sus preferencias y diversidad cultural.

Los alimentos adecuados y nutritivos son los proveen las calorías y nutrientes necesarios en cada fase del ciclo vital humano para asegurar el crecimiento físico y mental, así como el desarrollo y mantenimiento del individuo. Estos alimentos satisfacen las necesidades fisiológicas fundamentales en cada etapa de la vida, contribuyendo a un adecuado funcionamiento del organismo (40).

### **3.1.2 Soberanía alimentaria**

Por otro lado, la soberanía alimentaria se refiere al derecho de los pueblos y comunidades a una alimentación sana y adecuada, lograda mediante políticas propias de producción, distribución y consumo de alimentos. Esto implica respetar sus culturas y diversidad de métodos de producción, situando las necesidades de quienes producen y consumen en el centro de las políticas alimentarias, priorizando la producción local, y garantizando que los derechos sobre tierras, agua, semillas y biodiversidad estén en manos de los productores, no del sector empresarial.

Los principios de soberanía alimentaria son los siguientes: 1. *La alimentación es un derecho humano básico*, 2. *Acceso a los recursos productivos*, 3. *Protección de la biodiversidad, la agrobiodiversidad y las semillas*, 4. *Los alimentos son un derecho humano básico*, 5. *Prioridad a los mercados locales*, 6. *La producción es un derecho de los pueblos rurales*, 7. *Diversificación de los sistemas de producción*, 8. *Historia y cultura alimentarias de los pueblos* y 9. *Autoorganización de los pueblos* (40).

### **3.1.3 Sustentabilidad alimentaria**

El ASAM resalta la meta de la sustentabilidad alimentaria “*comprender las relaciones y dinámicas entre el capital natural -ecosistemas, biodiversidad y servicios ecosistémicos- y los sistemas alimentarios, en un contexto de amenazas y vulnerabilidad ante el cambio ambiental global. Por tanto, el objetivo es generar sistemas alimentarios adaptados capaces de conseguir la seguridad alimentaria, frenar la degradación del capital natural y conservarlo, hacer frente a los escenarios de cambio global y en un futuro crear nuevas condiciones y escenarios*” (40).

### **3.1.4 Líneas de bienestar**

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) la pobreza se mide utilizando el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) calculado y publicado por el INEGI. Para ello, emplea dos líneas de ingreso, la primera es la *Línea de Pobreza Extrema por Ingresos* (LPEI) o línea de bienestar mínimo, misma que es equivalente al valor monetario de la canasta alimentaria por individuo al mes, y la segunda *Línea de Pobreza por Ingresos* (LPI) o línea de bienestar, la cual “*equivale al valor total de la canasta alimentaria y de la canasta no alimentaria por persona al mes*”. Mientras que las canastas alimentarias se construyen a partir de Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), en la cual se espera que los hogares puedan cubrir sus requerimientos macro y micro nutrimentales (41)

El CONEVAL mide la pobreza a nivel federal y a nivel estatal cada dos años, mientras que a nivel municipal lo hace cada cinco años (41)

### **3.1.5 Carencia por acceso a la alimentación**

Se trata de un indicador de carencia social implementado por el CONEVAL que busca medir la vulnerabilidad de las personas con respecto al acceso a una alimentación a partir del concepto de seguridad alimentaria. Para ello, se emplea una escala de cuatro niveles de inseguridad alimentaria: severa, moderada, leve y seguridad alimentaria (plena). Se considera que una persona presenta inseguridad alimentaria cuando cae en severa o moderada (42)

## **3.2 Contextos comunitarios**

### **3.2.1 Huejúcar, Jalisco**

El municipio de Huejúcar se halla localizado en la región norte de Jalisco. Al sur colinda con el municipio jalisciense de Santa María de los Ángeles y al norte, este y oeste se haya rodeado íntegramente por territorio zacatecano. En el extremo más oriental del municipio se encuentra el Área Natural Protegida de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit.

Con una superficie de 498 kilómetros cuadrados, su clima es mayormente templado subhúmedo, se encuentra entre los 1,750 y 2,581 msnm y presenta una precipitación media anual de 700 mm (43)

Para el año 2020, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio contaba con una población de 5,920 personas, de las que un 49.1% correspondía a hombres y un 50.9% a mujeres. A su vez, Huejúcar contaba con 36 localidades, de las cuales 35 de ellas eran comunidades rurales. De

acuerdo con CONEVAL, en el municipio el 9.8% de la población carecía de acceso a la alimentación y el 44.9% de los habitantes presentaba un ingreso inferior a la línea de bienestar (43)

De acuerdo con el inventario de presas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el municipio de Huejúcar cuenta con el embalse denominado *Achimec*, cuyo nombre común es *Presa Vaqueros*, teniendo como capacidad de operación máxima 9.00 Mm<sup>3</sup> (44)

Según la CONAGUA, Huejúcar se halla en “*la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico; Región Hidrológica 12 Lerma – Santiago, Zona Hidrológica Río Santiago en las Cuencas Hidrológicas Río Tepetongo y Río Bolaños 1*” (44)

En cuanto a lo referido al uso de suelo, el INEGI reporta predominancia del uso Agrícola de Temporal con un 33% de cobertura municipal aproximada (43).

### **3.2.2 Santa María de los Ángeles, Jalisco**

Santa María de los Ángeles es un municipio ubicado en la zona norte del Estado de Jalisco, que colinda al norte con Huejúcar y al sur con Colotlán. Por el este y el oeste se encuentra rodeado por el Estado de Zacatecas. Al lado oriente del municipio se halla el Área Natural Protegida de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit (45)

Su extensión aproximada es 312.52 kilómetros cuadrados. Su altitud se encuentra entre los 1,690 y 2,420 msnm y su precipitación media anual es de 700 mm al igual que su vecino Huejúcar (45)

Según el INEGI, en 2020, el municipio contaba con una población de 3,515 habitantes. Con un porcentaje de población masculina de 48.8% y de población femenina de 51.2%. Cuenta con 22 localidades, de las cuales 21 comunidades son de ámbito rural (45)

El CONEVAL reportó para el año 2020 que un 12.6% de la población santamaritense se encontraba en al menos un grado de carencia de acceso a la alimentación moderada o severa, y el 56.7% presentaba un ingreso inferior a la línea de bienestar (45)

La CONAGUA reporta que en el municipio cuenta con la Presa Tenasco, comúnmente llamada Boquilla de Zaragoza, con una capacidad de operación de 6.13 Mm<sup>3</sup>. Así mismo, “Santa María de los Ángeles se encuentra en la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico; Región Hidrológica 12 Lerma – Santiago, Zona Hidrológica Río Santiago en la Cuenca Hidrológica Río Tepetongo” (46)

Con respecto al uso del suelo, la Selva Caducifolia es las más representativa con un 32% del territorio municipal, seguida por la Agricultura de Temporal con un 26% (46)

### **3.2.3 Colotlán, Jalisco**

Colotlán es un municipio jalisciense, que colinda al norte con Santa María de los Ángeles, al sureste limita con Totatiche y por el resto de los vientos se encuentra rodeado por territorio de Zacatecas. Tiene una extensión de superficie de 684.61 kilómetros cuadrados. Por el lado oeste del territorio se encuentra el Área Natural Protegida de la Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit (47)

La mayor parte del municipio tiene un clima semicálido semihúmedo, donde la precipitación media anual es de 717 mm. Así mismo, su altitud varía desde los 1,400 hasta los 2,700 msnm y el 22.7% de la superficie municipal corresponde a uso agrícola (47)

Según el INEGI, en 2020 Colotlán contaba con una población de 19,689 habitantes, de los cuales, el 51.8% eran mujeres y el 48.2 restante eran hombres. El municipio se integra por 68 localidades, de las que, 66 corresponden a comunidades rurales. Además, el CONEVAL reportó que del total de la población, el 11% se encontraba en estado de inseguridad alimentaria y también el 41.8% correspondía a población con un ingreso inferior a la línea de bienestar (47)

En el inventario de presas de la CONAGUA se tiene registro de la existencia del cuerpo de agua con una capacidad operativa de 3.50 Mm<sup>3</sup> llamado Presa Valentín Gómez Farías, cuyo nombre común es “Los Pérez”. Colotlán pertenece a *“la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico; Región*

*Hidrológica 12 Lerma – Santiago, Zona Hidrológica Río Santiago en las Cuencas Hidrológicas Río Tepetongo, Río Tlaltenango y Río Bolaños 1” (48)*

### **3.2.4 Villanueva, Zacatecas**

Villanueva es un municipio zacatecano, ubicado al sur de la capital estatal, que colinda al este con el Estado de Aguascalientes y al oeste con el Estado de Jalisco. Cuenta con una superficie de 2,156.51 kilómetros cuadrados (49)

El Censo de 2020 del INEGI reportó que Villanueva contaba con 31,558 habitantes (49.4% hombres y 50.6% mujeres). El municipio cuenta con 117 localidades, de las cuales 115 son de carácter rural (49,50) Según Informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2023, en Villanueva había 5,321 personas con carencia de acceso a la alimentación nutritiva y de calidad (51)

Según el inventario de presas de la CONAGUA, Villanueva cuenta con 22 cuerpos de agua registrados en su territorio, uno de ellos es el embalse con una capacidad operativa de 3.00 Mm<sup>3</sup> llamado Presa Julio Ruelas, comúnmente conocida con “Presa El Jaguey”, así mismo, este embalse tiene un cuerpo de agua derivador llamado El Jaguey II con capacidad de operación de 0.070 Mm<sup>3</sup> (52).

Villanueva pertenece íntegramente a la Región Hidrológica Lerma de Santiago en las Cuencas Hidrológicas Río Juchipila (97.0%), Río Bolaños (2.7%) y Río Verde Grande (0.3%) (53).

### **3.2.5 Momax, Zacatecas**

Momax es un municipio ubicado en el sur de Zacatecas, que limita al sur con Tlaltenango, al este con el municipio de Joaquín Amaro y al resto de los vientos colinda con el Estado de Jalisco. Tiene una superficie de apenas 160.17 kilómetros cuadrados (54,55)

Según el INEGI, el municipio contaba en 2020 con 2,446 habitantes (51.6% mujeres y 48.4% hombres), repartidos en 19 localidades, 18 de las cuales corresponden a entornos rurales (54,56) Según Informe Anual Sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2023, en Momax había 224 personas con carencia de acceso a la alimentación nutritiva y de calidad (57)

Según CONAGUA, Momax pertenece a la Región Hidrológica Lerma de Santiago en las Cuencas Hidrológicas Río Bolaños (99.96%) y Río Juchipila (0.04%) (55)

### **3.3 Desarrollo Rural Sostenible**

Desde la perspectiva conceptual del Desarrollo Sostenible (DS), tanto el desarrollo económico como el uso de los recursos de manera racional están fuertemente unidos en la dicotomía espacio-tiempo. Por su parte, el Desarrollo Rural Sostenible (DRS) destaca por la búsqueda del aprovechamiento racional e integral de los recursos naturales como piedra angular de cualquier tipo de estrategia de desarrollo en un medio rural y/o comunitario (58).

Tanto el DS como el DRS buscan la transformación dinámica del entorno rural con respecto a los espacios urbanos (58).

### ***3.3.1 Desarrollo Rural Sostenible con Enfoque Territorial***

El Desarrollo Rural Sostenible con Enfoque Territorial (DRSET) se conceptualiza como una estrategia integral orientada a transformar la dinámica de desarrollo territorial. Este enfoque se basa en la distribución ordenada de las actividades productivas, tomando en consideración el potencial de recursos naturales y humanos de la región (58).

En los últimos años, el campo se ha diversificado con una amplia gama de actividades productivas que van más allá de la agricultura tradicional, incluyendo la elaboración de artesanías, el turismo rural, la prestación de servicios ambientales y una variedad de servicios de apoyo a estas actividades y a la producción agropecuaria (58).

### ***3.3.2 Dimensiones del Desarrollo Rural Sostenible con Enfoque Territorial***

#### ***3.3.2.1 Dimensión sociocultural***

Al centro de la dimensión sociocultural se halla el ser humano, con sus patrones de consumo, sus formas de organización, sus modos de producción de bienes y servicios y sus rasgos culturales. La diversidad cultural emerge como un elemento fundamental en el análisis del desarrollo endógeno de las comunidades. Este principio postula que la población local debe ser la fuerza motriz de su propio

proceso de desarrollo, reconociendo la diversidad cultural como un activo invaluable para alcanzar el bienestar común (58).

De acuerdo con Kliksberg, el concepto de capital social se refiere a “*la capacidad de actuar sinérgicamente, generando redes y concertaciones al interior de la sociedad*” (59). El territorio, por su parte, se convierte en el escenario donde se desarrollan las actividades productivas, económicas, sociales y culturales que influyen en el paisaje y actúan como un indicador del progreso cultural de la comunidad (58).

Por otro lado, el nivel de desarrollo de una región está directamente relacionado con la capacidad de su población para generar excedentes de producción y reinvertirlos en su contexto inmediato (58).

### **3.3.2.2      *Dimensión Económica***

La dimensión económica está vinculada tanto a la capacidad de una población para producir bienes y servicios como a su potencial para generar riqueza suficiente para el presente y el futuro de todos sus habitantes. La creación de cadenas agroalimentarias y la asociación y conexión con clústeres de producción son fundamentales para estimular la producción eficiente en el ámbito rural (58).

Los entornos rurales suelen poseer un valioso patrimonio de prácticas ancestrales y artesanales, que tienen una gran importancia en los ámbitos ecológico, económico, social y cultural, y que deben ser reconocidas, rescatadas y difundidas (58).

### **3.3.2.3 Dimensión Ambiental**

El medio ambiente es la base de toda actividad humana, representa el entorno natural en donde se fundamenta y sustenta cualquier tipo de desarrollo. La dimensión ambiental implica por ende la generación de estrategias de protección a los recursos y sistemas naturales (58).

Dado que los sistemas naturales, como las cuencas hidrográficas y los ecosistemas, a menudo trascienden los límites político-jurisdiccionales, se requiere una visión integral y transdisciplinaria que involucre a todos los actores sociales relacionados directa e indirectamente con el medio ambiente. Por ello, resulta imprescindible que exista un equilibrio entre la producción y la conservación, promoviendo de esta manera un manejo integral de los recursos naturales (58).

## **3.5 Pesca**

Según lo establecido en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS), la pesca se define como la actividad que involucra la extracción, captura o recolección, mediante cualquier método, de especies biológicas cuyo hábitat natural sea el medio acuático, ya sea de forma total, parcial o temporal (60)

Cuando se capturan especies biológicas acuáticas con el objetivo de obtener ganancias económicas, se conoce como pesca comercial. Por otro lado, si la pesca se realiza con fines recreativos utilizando artes de pesca, se denomina pesca deportiva. Por último, si la finalidad es obtener alimentos para el consumo personal

del pescador y sus dependientes, sin buscar lucro, se denomina pesca de consumo doméstico (60)

La estructura del sector pesquero se divide en tres actividades principales: la actividad industrial, la actividad artesanal y la acuicultura (61)

### **3.5.1 Pesca artesanal**

De acuerdo con la Ley General de Pesca (Decreto Ley N.º 25977) de la República del Perú, la pesca artesanal es definida como la actividad desarrollada por personas físicas o morales, que puede ser realizada sin el uso de embarcaciones o bien utilizando embarcaciones con una capacidad de bodega de máximo 32.6 metros cúbicos y una eslora quince metros como máximo. El trabajo manual es predominante en esta actividad. El objetivo principal es la extracción de material biológico para satisfacer la demanda a pequeña y mediana escala de pescado fresco o refrigerado para consumo humano directo e inmediato. Se caracteriza por el empleo de artes de pesca menores (62,63).

Socialmente, la pesca artesanal puede representar desde la pesca de subsistencia (comercial o de consumo doméstico) hasta una pesca organizada en comunidades, cooperativas, sociedades o agremiados pesqueros con mayor grado de organización social (60).

La FAO describe las pesquerías artesanales como aquellas que cuentan con una cantidad relativamente baja de capital y energía, utilizan pequeñas embarcaciones (si es que las utilizan), realizan faenas de pesca de corta duración,

operan en áreas cercanas a la costa y producen principalmente para el consumo local. Además, la pesca artesanal puede abarcar tanto la pesca de subsistencia como la comercial, destinada a la exportación o al consumo local de la población. *“El término no tiene una referencia obvia al tamaño, pero tiende a tener una connotación de niveles relativamente bajos de tecnología, pero puede que no siempre sea así”* (64).

Las pesquerías artesanales de la región de América Latina y el Caribe se distinguen por su gran diversidad de especies objetivo y métodos de pesca, así como por la escasa inversión financiera y la enorme dependencia de la mano de obra. A pesar de su significativa contribución como fuente de empleo e ingresos, estas organizaciones se enfrentan diversos desafíos tales como la estacionalidad en la disponibilidad de recursos, la insuficiente regulación y la alta incidencia de actividades ilegales. Para garantizar su sostenibilidad resulta necesario el abordaje mediante un enfoque integral que contemple dimensiones económicas, sociales y ambientales (65).

### **3.5.2 Unidades Pesqueras o Acuícolas**

Son todas aquellas unidades económicas que realizan actividades de captura, extracción o acuicultura de especies acuáticas con fines comerciales, de autoconsumo o de fomento. Estas actividades se llevan a cabo en mares, ríos, lagos, lagunas, presas, estanques, etcétera, bajo el control de una persona física o moral propietaria o controladora. Estas entidades deben contar con los bienes de producción de producción necesarios, artes de pesca, embarcaciones, equipo,

bienes muebles o inmuebles, entre otros. La pesca comercial combinada con el autoconsumo también se encuentran dentro de este rubro (66)

### **3.5.3 Artes de pesca**

Las artes de pesca son todos los instrumentos, equipos y estructuras empleados para realizar la extracción o captura de las especies biológicas (60). Tanto en la pesca artesanal de agua dulce como en la pesca artesanal de lagunas costeras se suelen emplear artes de pesca como redes de enmalle o agaleras, con tamaños de malla variables según las especies a capturar. El uso de espinel es un rasgo más distintivo de la pesca artesanal de agua dulce (67)

Con respecto al equipamiento de seguridad, *“el pescador de aguas interiores sale a pescar con escasos elementos de seguridad, algún salvavidas y en raros casos, equipo de radio. Esto sucede tanto para las lagunas costeras como en ríos y lagunas interiores de agua dulce”* (67)

### **3.5.4 Embarcaciones**

El tipo de embarcaciones utilizadas en la pesca de agua dulce se caracterizan por ser de tamaño generalmente pequeño: aproximadamente 4 metros de largo (eslora) por 2 a 2.5 metros de ancho (manga). Sin poseer bodega cubierta debido a su escasa dimensión. Por lo general en ellas pueden pescar 1 o 2 personas.

En ocasiones, en algunas zonas es común encontrar embarcaciones de dimensiones algo mayores, las cuales pueden contar con cabina y una gama más completa de elementos de seguridad (67)

### **3.5.5 Sistema de comercialización**

En la mayoría de los contextos, el mecanismo de distribución comercial está condicionado por la presencia del acopiador o intermediario. La necesidad de recurrir a este intermediario resulta en gran medida inevitable, ya que el pescador artesanal carece generalmente de los recursos necesarios, como vehículos para el transporte de sus capturas y medios adecuados de preservación, en particular refrigeración. Adicionalmente, la carencia de electricidad en numerosas ocasiones restringe aún más las alternativas para mantener la frescura de los productos pesqueros (67).

### **3.5.6 Acuicultura**

También denominada acuicultura, la acuicultura engloba al conjunto de actividades realizadas en cualquier tipo de instalación, por medio de técnicas de cría y/o de cultivo, con el propósito de producir de manera controlada especies de flora y fauna acuáticas en aguas dulces, marinas o salobres, con fines comerciales cuando se realiza con el propósito de obtener beneficios económicos, ornamentales o recreativos (60).

### **3.5.7 Acuicultura rural**

Se denomina acuicultura rural al sistema de producción de organismo acuícolas a pequeña escala, típicamente llevado a cabo en entornos familiares o comunitarios. Este sistema suele ser de carácter extensivo o semiextensivo, y tiene

como objetivo principal el autoconsumo, además de la venta parcial de los excedentes de la producción (60).

### **3.5.8 Ordenamiento de la pesca artesanal y acuicultura**

En México, la autoridad encargada del ordenamiento pesquero es la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), el cual es el órgano desconcentrado de la SADER dedicado a promover y desarrollar estrategias de coordinación con diversas entidades para aplicar políticas, programas y regulaciones que impulsen y faciliten el desarrollo competitivo y sostenible del sector pesquero y acuícola (68). Así mismo, las prácticas pesqueras artesanales y acuícolas se deben ajustar a la LGPAS, cuyo objetivo es *“Establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales”*. Así como también, *“Promover el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores del país a través de los programas que se instrumenten para el sector pesquero y acuícola”* (60)

### **3.5.9 Regímenes de propiedad pesquera**

Los recursos pesqueros pueden estar sujetos a 4 regímenes de propiedad distintos, a saber, propiedad estatal, propiedad privada, propiedad común y propiedad de acceso abierto (69,70).

El recurso pesquero se considera de *propiedad estatal* cuando los usuarios tienen la obligación de cumplir con las reglas y normativas establecidas por una institución de carácter gubernamental responsable del manejo y con el derecho de controlar el acceso y uso a los recursos pesqueros (69,70)

El *régimen de propiedad* se considera de tipo *privado* cuando los usuarios del recurso pesquero gozan del derecho para darle cualquier tipo de uso que sea socialmente aceptable, al mismo tiempo están obligados a abstenerse de hacer uso inadecuado del mismo (69,70)

Cuando el recurso pesquero ha sido asignado por el Estado a un grupo de pescadores en específico, los cuales regularmente están organizados en sociedades cooperativas pesqueras, se dice que el *régimen de propiedad es común* a todos los miembros o socios de la cooperativa (*res communis*) (69,70)

Por último, cuando no existe ningún tipo de propiedad sobre el recurso pesquero (*res nullius*) se dice que existe un *régimen de propiedad de acceso abierto*, donde absolutamente cualquier miembro de la sociedad tiene derecho de obtener beneficios por la apropiación directa del recurso pesquero (69,70)

### **3.5.10 Externalidades pesqueras**

Una externalidad se define como cualquier efecto no contabilizado por el pescador que lo provoca, pero que si tiene consecuencias sobre otros usuarios del recurso, pudiendo ser de carácter benéfico o de carácter adverso (69).

En el ámbito pesquero, las externalidades son por lo regular negativas. Agnello y Donnelley lograron identificar tres tipos de externalidades generalmente presentes en la inmensa mayoría de las pesquerías: externalidades del stock, externalidades de aglomeración y externalidades del arte de pesca (71).

Las *externalidades del stock* ocurren cuando la entrada de nuevas embarcaciones a la pesquería reduce la disponibilidad del recurso para los pescadores que ya estaban presentes, lo que conlleva a un aumento de los costos de extracción para estos últimos. Estos costos adicionales no son considerados por los pescadores, ya que cada uno se centra únicamente en sus propios costos privados (internos) asociados con el viaje de pesca, sin tomar en cuenta los costos externos que imponen a otros en términos de la reducción del recurso (69,71).

Las *externalidades de aglomeración* surgen cuando el acceso ilimitado a un recurso provoca un incremento y congestión de embarcaciones en un área de pesca restringida. Una vez que se supera cierto límite, definido por la extensión del área de pesca y la cantidad del recurso, cada nueva embarcación que se suma al sitio de pesca genera efectos de aglomeración para las embarcaciones ya presentes (69,71)

Cuando surgen el tipo de arte de pesca utilizado altera la dinámica de las poblaciones objetivo y de las capturas incidentales asociadas se dice que se está ante la presencia de una *externalidad de las artes de pesca*. Por lo general, las embarcaciones artesanales, debido a su autonomía y características físicas, suelen

realizar sus actividades de pesca en áreas próximas a la costa, donde se encuentran habitando juveniles o adultos jóvenes de las especies objetivo (69,71)

### **3.5.11 Cadena de valor**

De acuerdo con la perspectiva de Michael Porter, la cadena de valor se define como el conjunto de actividades interrelacionadas que una empresa lleva a cabo con el propósito de crear, producir, entregar y comercializar un producto o servicio, agregándole valor en cada etapa del proceso (63).

En la fase inicial de la cadena de valor, se realiza la producción del bien mediante el uso de una combinación específica de factores de producción. En la segunda etapa, el bien experimenta cambios parciales para darle determinadas características específicas. El tercer eslabón comprende el conjunto de actividades que desarrollan desde que el producto abandona las instalaciones de la empresa hasta su llegada al consumidor. Por último, se encuentra la fase en la que las personas o instituciones adquieren y consumen el producto final (63).

La creación de valor puede ser expresada a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Beneficio} = \text{Valor creado} - \text{Costos de crear valor} \text{ (63)}$$

### **3.5.12 Cadenas de valor en la pesca**

En el caso de la pesca, la cadena de valor abarca desde la extracción o captura de las especies biológicas, su transformación hasta su comercialización para poder llegar hasta el consumidor final (63).

Debido a las características de los productos pesqueros, que al ser recursos naturales renovables están sujetos a una disponibilidad temporal, no es posible extraer este recurso de manera ilimitada y por ellos se debe poder generar el mayor valor posible a estos recursos. Esta situación cobra una relevancia especial en el marco de los países en desarrollo, tomando en cuenta la vulnerabilidad de los pescadores artesanales a raíz de su situación económica (63).

De acuerdo con Bjørndal, la FAO señala que las cadenas de valor pesqueras incluyen las 4 etapas anteriormente señaladas: 1. *Captura o extracción*, 2. *Transformación*, 3. *Transporte* y 4. *Consumo final* (72).

### **3.6 Nutrición animal**

Lassiter y Edwards (1983) definen la Nutrición animal como la rama de la Zootecnia que abarca los procesos de ingesta y uso de sustancias para el mantenimiento, crecimiento, producción y/o reproducción animal. Como disciplina, busca optimizar los requerimientos nutricionales para alcanzar el máximo potencial productivo, considerando especie y etapa. Se enfoca en comprender nutrientes esenciales, sistemas digestivos y fisiológicos, y evaluar los recursos alimenticios. Los objetivos fundamentales incluyen definir necesidades de nutrientes y energía, analizar el valor nutricional de alimentos para monogástricos y poligástricos, y estudiar el impacto de sustancias en la mejora de parámetros productivos. Es una ciencia compleja que involucra conocimientos multidisciplinarios para optimizar la alimentación animal (73).

### **3.6.1 Alimentos balanceados**

De acuerdo con Colmán, los alimentos balanceados son mezclas nutricionalmente equilibradas de diversos componentes alimenticios, diseñados para satisfacer las necesidades macro nutrimentales y micro nutrimentales específicas de las distintas especies animales. Están compuestos por una variedad de materias primas provenientes de la agricultura, la crianza animal y productos químicos (74). El objetivo de estos es aumentar el rendimiento del animal en cuanto a producción de carne, lácteos y otros derivados (75).

Las formulaciones de cada alimento se ajustan según la especie, raza y etapa de crecimiento del animal. Los requerimientos nutricionales varían según la edad, por lo que se adaptan a las necesidades específicas de cada espécimen durante su desarrollo (76).

### **3.6.2 Energía**

El Manual de Nutrición y Dietética define la energía como *“la capacidad para realizar trabajo”*. Los organismos vivos requieren un aporte continuo de energía para realizar relacionados con el crecimiento, reproducción y reparación de tejidos y también para mantener la temperatura corporal. La energía es suministrada a través de los alimentos y se obtiene mediante el proceso de oxidación de los macronutrientes, proteínas, carbohidratos y lípidos. *“Todos los alimentos son potenciales fuentes de energía, pero en cantidades variables según su diferente contenido en macronutrientes”*. El valor energético de un determinado alimento es

la cantidad de energía total que se genera cuando este ha sido metabolizado por completo (77).

De acuerdo con la empresa Merck Sharp and Dohme (MSD) el valor energético de los productos alimenticios se mide utilizando un instrumento denominado bomba de combustión o calorímetro, cuyo principio de funcionamiento implica que:

Una muestra del alimento se coloca en una cámara aislada, llena de oxígeno y rodeada de agua, denominada bomba calorimétrica. La muestra se quema completamente. El calor de la combustión hace aumentar la temperatura del agua, que se mide; este valor indica el número de calorías del alimento” (78).

De acuerdo con Patience *“el valor nutritivo de los alimentos se basa principalmente en su contenido en energía y proteína (en especial aminoácidos), que son los dos principales componentes cuantitativos y de mayor coste de la dieta”*(79).

En avicultura, la predicción de los requerimientos de energías para las aves de corral se expresa como energía metabolizada aparente (EMA), puesto que, tanto las heces como la orina son excretadas de manera conjunta. Para determinar este parámetro, se mide la cantidad de alimento consumido, la producción de excretas y la energía total del alimento balanceado (80).

### **3.6.3 Digestibilidad aparente y verdadera**

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España (MAPA), la digestibilidad se refiere a la porción del alimento balanceado que no aparece en las heces fecales, es decir, el alimento que fue asimilado por el organismo, a esta medida también se le conoce como digestibilidad aparente porque no considera los elementos que no provienen del alimento, como los jugos gástricos o los productos de la fermentación bacteriana en el intestino. Para una medida de digestibilidad más precisa se utiliza la digestibilidad verdadera, la cual implica deducir de la porción excretada en las heces los elementos que no se originan directamente del alimento consumido, como los fluidos digestivos y las células descamadas del cuerpo, es decir, las contribuciones metabólicas endógenas y originadas dentro del cuerpo, procedentes de enzimas, células epiteliales, microbios y metabolitos, entre otros, que alcanzan el interior del intestino (81–83). El valor de digestibilidad que posee un alimento balanceado es para poder calcular el consumo en las raciones del organismo animal (84).

### **3.6.4 Energía bruta**

El MAPA define a la energía bruta (EB) como la medida energética de calor de combustión contenido en los componentes orgánicos de los productos alimenticios que se libera después del proceso oxidativo durante la digestión (81). De acuerdo con el Instituto Nacional para la Investigación Agronómica (INRAE) de Francia, la EB se mide mediante una prueba estándar de calorimetría dentro de una bomba de combustión o se predice a través de la composición química proximal de los

alimentos mediante ecuaciones de predicción genéricas o específicas (85,86). La EB se expresa normalmente en calorías o en julios (81). Así mismo, EB no es una medida de la energía totalmente disponible para el animal, puesto que parte de esta energía se pierde a través de las heces, la orina, los gases y por el incremento del calor. Para estimar correctamente la energía utilizada por el animal se han introducido otros términos ajustados a tales pérdidas energéticas, a saber, energía digestible (ED), energía metabolizable (EM), energía neta (EN) y extracalor (85,86).

### **3.6.5 *Energía digestible***

ED es la energía contenida en el alimento que está disponible para el organismo después de deducir las pérdidas energéticas a través de las deposiciones fecales. Se calcula restándole a la energía bruta inicial del alimento la energía bruta presente en las heces del animal. En avicultura, ED no se toma como una medida de energía disponible para las aves de corral, ya que las heces fecales y la orina se excretan juntas a través de la cloaca del animal, por lo que en este caso, EM es la medida energética más apropiada para conocer el calor de combustión que está disponible para el organismo (81,85–88).

### **3.6.6 *Energía metabolizable***

EM es la medida de energía que el cuerpo del animal reserva para llevar a cabo los procesos metabólicos básicos del organismo. Se trata de la medida más adecuada para conocer el valor nutritivo de los productos alimenticios. EM corresponde a ED menos la energía bruta contenida en la orina y los gases (principalmente metano) excretados por el animal. Sin embargo, en las aves de

corral, las pérdidas energéticas por gases son prácticamente insignificantes (81,85–89).

### **3.6.7 Energía neta**

EN es una medida de energía que solo se aplica a los rumiantes, a los cerdos y a los equinos. La energía neta corresponde a EM menos los gastos energéticos denominados como *extracalor* o incremento de calor (81,85,86).

### **3.6.8 Extracalor**

El extracalor es la energía consumida por el organismo en los procesos de ingesta, tránsito, digestión, absorción y aprovechamiento de los nutrientes consumidos (81).

### **3.6.9 Energía metabolizable en aves de corral**

EM se puede dividir en aparente (EMA) y verdadera (EMV) y/o corregida o No corregida para el equilibrio de nitrógeno (N). EMA no considera las pérdidas endógenas provenientes de los procesos metabólicos como secreciones digestivas, desprendimiento de células intestinales, microorganismos presentes en el tracto digestivo, productos del catabolismo proteico, entre otros (89).

Para calcular EMV, Guillaume y Summers propusieron en 1970 que las pérdidas endógenas deben deducirse de las pérdidas energéticas totales presentes en las excretas a través de la siguiente ecuación (89,90):

$$EMV = \frac{(EBi - (EBe - Ee))}{Qi}$$

Donde:

- EMV: Energía metabolizable verdadera
- EBi: Energía bruta ingerida
- EBe: Energía bruta excretada
- Ee: Energía endógena excretada por el ave durante un experimento de equilibrio digestivo.
- Qi: Cantidad de alimento ingerido (89,90).

### **3.6.10 Balance de Nitrógeno (N)**

A pesar de que EMV es la mejor medida del calor de combustión aprovechable para los pollos y otras aves de corral, ni EMV ni EMA permiten realizar una comparación entre un organismo y otro cuando los niveles de producción o síntesis (crecimiento o producción de huevo) son diferentes, especialmente cuando la retención de proteínas es distinta(89). Por lo tanto, *“la corrección de EM por retención de nitrógeno en aves permite la comparación entre animales y mejora la precisión de la medición ya que en un grupo de aves el balance de nitrógeno es variable”* (89).

El balance de Nitrogéno ( $\Delta N$ ) se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\Delta N = Qi \times Ni - Qex \times Nex$$

Donde:

- $\Delta N$ : Balance de Nitrógeno
- Qi: Cantidad de nitrógeno ingerido a través de la dieta

- Ni: Concentración de nitrógeno ingerido a través de la dieta
- Qex: Cantidad de nitrógeno excretado
- Nex: Concentración de nitrógeno excretado

Un  $\Delta N$  positivo ocurre cuando se produce una menor excreción de nitrógeno que la cantidad consumida, los  $\Delta N$  negativos ocurren cuando el animal excreta más nitrógeno del que consume. Un  $\Delta N$  nulo se refiere a cuando el equilibrio de N es igual a cero. Generalmente, las gallinas ponedoras y los pollos en crecimiento tienen EM más altas a las observadas en gallos adultos, los cuales en promedio tienen un  $\Delta N$  nulo (89,91).

### **3.6.11 Proteínas y Aminoácidos**

Los aminoácidos (AA) son las unidades básicas que conforman la estructura química de todas las proteínas. Los AA se clasifican en esenciales y en No esenciales, siendo los primeros los que el organismo no puede sintetizar por sí mismo, requiriendo integrarlos a través de la dieta (92).

Las proteínas son conglomerados de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos (77). Una proteína puede contener varios cientos o miles de AA y la disposición o secuencia de estos determina la estructura y la función de las diferentes proteínas (80).

De acuerdo con González Torres et al *“Las proteínas son macromoléculas las cuales desempeñan el mayor número de funciones en las células de los seres vivos”* (93). Estos elementos integran la estructura primaria de los tejidos, contribuyendo al crecimiento, desarrollo, reparación y mantenimiento corporal.

También cumplen roles fundamentales en procesos metabólicos y reguladores del organismo (94). Así mismo, existe un consenso en torno a que las proteínas de origen animal poseen una calidad superior en comparación con las de origen vegetal (92)

El papel esencial de las proteínas en la nutrición radica en su capacidad para proveer nitrógeno y AA que se emplean en la síntesis de proteínas y otras sustancias nitrogenadas (92).

La calidad nutricional de una proteína se define por su capacidad para satisfacer los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos de un individuo. Aunque los requerimientos se expresan como ingestas totales, no todos los aminoácidos presentes en los alimentos pueden ser absorbidos y utilizados. La biodisponibilidad, que abarca la digestibilidad, integridad química y ausencia de interferencias metabólicas, determina la proporción de aminoácidos de la dieta que realmente pueden ser absorbidos y empleados metabólicamente (95). Regularmente *“las especies de animales monogástricos no tienen requerimientos específicos de proteína sino de AA”* (80).

### **3.6.12 Carbohidratos**

Los carbohidratos (CHO) o hidratos de carbono son compuestos bioquímicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. *“Los CHO son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza”* (77,92).

Los organismos adquieren energía mediante el metabolismo de los carbohidratos a través de procesos bioquímicos como la glucólisis y el ciclo de Krebs (92).

Los carbohidratos no sólo cumplen un papel energético crucial, sino que también desempeñan una función fundamental en el metabolismo de los centros nerviosos (77). La funcionalidad y características específicas de los carbohidratos, derivadas de su estructura química, ejercen una notable influencia sobre las propiedades de los alimentos. Este impacto se manifiesta en atributos como el sabor, la viscosidad, la estructura y el color de los alimentos, siendo consecuencia de las diversas interacciones y reacciones en las que los carbohidratos participan (92).

Se clasifican en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, en función de la cantidad de las unidades de azúcar que contengan dentro de su estructura (77).

### **3.6.13 Fibra bruta**

La fibra dietética es un conjunto amplio de carbohidratos complejos o polisacáridos estructurales, que no suelen ser aprovechados metabólicamente por los organismos monogástricos. *“La fibra está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares de los vegetales, entre los que destacan la celulosa y la hemicelulosa”* (92).

La fibra dietética puede ser fermentada de manera parcial por bacterias digestivas dando pie a ácidos grasos volátiles, los cuales constituyen una fuente de energía (77).

La fibra dietética posee diversas cualidades funcionales, incluyendo su capacidad para absorber agua. Su clasificación se hace en función de su solubilidad en agua, fibra soluble y fibra insoluble, respectivamente (77).

### **3.6.14      *Lípidos***

Los lípidos son grupos de compuestos químicos insolubles en agua, pero si en solventes orgánicos. El papel que desempeñan dentro de los seres vivos es muy importante, además son la fuente de energía de mayor importancia para el organismo. Los lípidos *“son parte estructural de las membranas celulares y de los sistemas de transporte de diversos nutrimentos, otros son ácidos grasos indispensables, vitaminas y hormonas, algunos son pigmentos, etcétera”*(92).

Los lípidos predominantes en la alimentación son las grasas y los aceites, elementos esenciales que aportan textura y cualidades sensoriales a los alimentos, además de contribuir a su valor nutricional. Estos lípidos se encuentran principalmente en semillas oleaginosas y tejidos de origen animal (92). Incluyen los triglicéridos, fosfolípidos y esteroides. Se catalogan de acuerdo con muchos criterios, siendo el más común por su nivel de saturación de ácidos grasos, saturados e insaturados, respectivamente (77).

En avicultura, las grasas y aceites son nutrientes con un impacto importante en la salud de las aves, ya que tanto las deficiencias como los excesos lipídicos

pueden llegar a generar severos problemas digestivos en las aves de postura y engorde (80).

### **3.6.15      *Vitaminas y Minerales***

Las vitaminas son micronutrientes de origen orgánico, sin ningún aporte energético. Su función principal consiste en facilitar el metabolismo de otros nutrientes, así como en sostener una variedad de procesos fisiológicos fundamentales para todas las células activas, tanto en organismos vegetales como animales (92).

Las vitaminas pueden perder su estabilidad debido a diferentes agentes químicos y físicos, como luz, temperatura y la presencia de determinados compuestos químicos (92).

Los minerales o cenizas son elementos químicos inorgánicos que se encuentran en los alimentos. Son nutrientes esenciales para el correcto funcionamiento de los organismos, y la falta de estos puede ocasionar problemas de salud significativos en los seres vivos. Así mismo, debido a su naturaleza, los minerales siempre mantienen su estructura química intacta (77,92).

El fósforo (P) es el mineral de mayor prevalencia dentro de los alimentos balanceados en avicultura, sin embargo, el Calcio (Ca) también es fundamental, ya que ambos participan activamente en el desarrollo óseo y en la formación del cascarón (80).

## **3.7 Avicultura**

### **3.7.1 Aves de corral**

La FAO define a las aves de corral como “*especies de aves domesticadas que pueden criarse por sus huevos, carne y/o plumas*” (30) . Las aves de corral se crían en todo el mundo, siendo los pollos o gallinas por mucho la especie más producida (96). De manera general, la carne de las aves de corral es rica en péptidos, lípidos y minerales (97).

### **3.7.2 Pollos**

Los pollos son la especie avícola de mayor importancia ecológica, económica y social del mundo (98). Se crían específicamente para la producción de carne y huevo, por ende, para poder alcanzar el máximo rendimiento productivo requieren de un manejo a nivel nutrimental controlado (96).

Las necesidades macro nutrimentales y micro nutrimentales de los pollos se espera que varíen dependiendo del sexo, el nivel de desempeño y la etapa de crecimiento en la que se encuentra el animal (99).

A continuación, se presentan las Tablas Brasileñas para Aves con los *Requerimientos Nutricionales de Pollos de Engorde Machos y Hembras de Desempeño Regular*:

**Tabla 1. Requerimientos Nutricionales de Pollos de Engorde Hembras de Desempeño Regular.**  
Tomada de la Universidad Federal de Viçosa (99).

|                              |         | Edad, días |       |       |       |       |
|------------------------------|---------|------------|-------|-------|-------|-------|
|                              |         | 1-7        | 8-21  | 22-33 | 34-42 | 43-46 |
| Peso Medio                   | Kg.     | 0,118      | 0,418 | 1,130 | 1,790 | 2,080 |
| Garancia de Peso             | g/día   | 17,5       | 36,1  | 60,0  | 62,0  | 59,5  |
| Consumo                      | g/día   | 21,1       | 55,8  | 114,0 | 143,0 | 156,0 |
| Requerimiento Lit.Dig.       | g/día   | 0,274      | 0,598 | 1,105 | 1,267 | 1,276 |
| <b>Nutrientes</b>            |         |            |       |       |       |       |
| Energía Metabolizable        | Kcal/kg | 2,925      | 2,980 | 3,050 | 3,100 | 3,150 |
| Proteína                     | %       | 20,80      | 19,77 | 18,43 | 17,25 | 16,60 |
| Calcio                       | %       | 0,883      | 0,833 | 0,769 | 0,712 | 0,660 |
| Fósforo Disponible           | %       | 0,444      | 0,418 | 0,385 | 0,356 | 0,339 |
| Potasio                      | %       | 0,560      | 0,556 | 0,551 | 0,545 | 0,545 |
| Sodio                        | %       | 0,210      | 0,202 | 0,191 | 0,182 | 0,177 |
| Cloro                        | %       | 0,190      | 0,181 | 0,169 | 0,159 | 0,153 |
| Ácido Linoléico              | %       | 1,017      | 0,997 | 0,969 | 0,944 | 0,933 |
| <b>Aminoácido Digestible</b> |         |            |       |       |       |       |
| Lisina                       | %       | 1,299      | 1,076 | 0,969 | 0,886 | 0,818 |
| Metionina                    | %       | 0,507      | 0,420 | 0,388 | 0,354 | 0,327 |
| Metionina + Cistina          | %       | 0,922      | 0,784 | 0,698 | 0,638 | 0,589 |
| Triptófano                   | %       | 0,208      | 0,172 | 0,165 | 0,151 | 0,139 |
| Treonina                     | %       | 0,844      | 0,699 | 0,630 | 0,578 | 0,532 |
| Arginina                     | %       | 1,364      | 1,130 | 1,017 | 0,930 | 0,859 |
| Valina                       | %       | 0,974      | 0,807 | 0,746 | 0,682 | 0,630 |
| Isoleucina                   | %       | 0,844      | 0,669 | 0,649 | 0,594 | 0,548 |
| Leucina                      | %       | 1,403      | 1,162 | 1,056 | 0,960 | 0,882 |
| Histidina                    | %       | 0,468      | 0,387 | 0,349 | 0,319 | 0,294 |
| Fenilalanina                 | %       | 0,818      | 0,678 | 0,610 | 0,558 | 0,515 |
| Fenilalanina + Tirosina      | %       | 1,494      | 1,237 | 1,114 | 1,019 | 0,941 |
| <b>Aminoácido Total</b>      |         |            |       |       |       |       |
| Lisina                       | %       | 1,479      | 1,186 | 1,123 | 1,032 | 0,963 |
| Metionina                    | %       | 0,977      | 0,463 | 0,449 | 0,413 | 0,385 |
| Metionina + Cistina          | %       | 1,050      | 0,842 | 0,809 | 0,743 | 0,693 |
| Triptófano                   | %       | 0,237      | 0,190 | 0,191 | 0,178 | 0,164 |
| Treonina                     | %       | 1,006      | 0,806 | 0,764 | 0,702 | 0,655 |
| Arginina                     | %       | 1,909      | 1,210 | 1,145 | 1,053 | 0,982 |
| Glicina + Serina             | %       | 2,218      | 1,779 | 1,572 | 1,445 | 1,300 |
| Valina                       | %       | 1,124      | 0,901 | 0,876 | 0,805 | 0,751 |
| Isoleucina                   | %       | 0,976      | 0,783 | 0,764 | 0,702 | 0,655 |
| Leucina                      | %       | 1,997      | 1,281 | 1,224 | 1,125 | 1,050 |
| Histidina                    | %       | 0,532      | 0,427 | 0,404 | 0,372 | 0,347 |
| Fenilalanina                 | %       | 0,932      | 0,747 | 0,707 | 0,660 | 0,607 |
| Fenilalanina + Tirosina      | %       | 1,686      | 1,352 | 1,200 | 1,176 | 1,098 |

Tabla 2. Requerimientos Nutricionales de Pollos de Engorde Machos de Desempeño Regular.

Tomada de la Universidad Federal de Viçosa (99)

|                              |         | Edad, días |       |       |       |       |
|------------------------------|---------|------------|-------|-------|-------|-------|
|                              |         | 1-7        | 8-21  | 22-33 | 34-42 | 43-46 |
| Peso Medio                   | Kg.     | 0,120      | 0,435 | 1,250 | 2,066 | 2,515 |
| Garancia de Peso             | g/día   | 18,5       | 40,5  | 74,1  | 82,0  | 80,6  |
| Consumo                      | g/día   | 22,2       | 60,0  | 130,2 | 170,3 | 190,0 |
| Requerimiento Lit.Dig.       | g/día   | 0,289      | 0,668 | 1,366 | 1,690 | 1,765 |
| <b>Nutrientes</b>            |         |            |       |       |       |       |
| Energía Metabolizable        | Kcal/kg | 2,925      | 2,980 | 3,050 | 3,100 | 3,150 |
| Proteína                     | %       | 21,85      | 20,85 | 19,10 | 17,74 | 16,97 |
| Calcio                       | %       | 0,931      | 0,878 | 0,810 | 0,751 | 0,717 |
| Fósforo Disponible           | %       | 0,466      | 0,439 | 0,405 | 0,374 | 0,357 |
| Potasio                      | %       | 0,587      | 0,584 | 0,580 | 0,575 | 0,575 |
| Sodio                        | %       | 0,221      | 0,213 | 0,201 | 0,191 | 0,186 |
| Cloro                        | %       | 0,198      | 0,189 | 0,177 | 0,167 | 0,161 |
| Ácido Linoléico              | %       | 1,072      | 1,051 | 1,022 | 0,995 | 0,984 |
| <b>Aminoácido Digestible</b> |         |            |       |       |       |       |
| Lisina                       | %       | 1,302      | 1,113 | 1,049 | 0,992 | 0,929 |
| Metionina                    | %       | 0,508      | 0,434 | 0,420 | 0,397 | 0,372 |
| Metionina + Cistina          | %       | 0,924      | 0,790 | 0,755 | 0,714 | 0,669 |
| Triptófano                   | %       | 0,208      | 0,178 | 0,178 | 0,169 | 0,158 |
| Treonina                     | %       | 0,846      | 0,723 | 0,682 | 0,645 | 0,604 |
| Arginina                     | %       | 1,367      | 1,169 | 1,101 | 1,042 | 0,975 |
| Valina                       | %       | 0,977      | 0,835 | 0,808 | 0,764 | 0,715 |
| Isoleucina                   | %       | 0,846      | 0,723 | 0,703 | 0,665 | 0,622 |
| Leucina                      | %       | 1,406      | 1,202 | 1,143 | 1,081 | 1,013 |
| Histidina                    | %       | 0,469      | 0,401 | 0,378 | 0,357 | 0,334 |
| Fenilalanina                 | %       | 0,820      | 0,701 | 0,661 | 0,628 | 0,585 |
| Fenilalanina + Tirosina      | %       | 1,497      | 1,280 | 1,206 | 1,141 | 1,068 |
| <b>Aminoácido Total</b>      |         |            |       |       |       |       |
| Lisina                       | %       | 1,435      | 1,227 | 1,157 | 1,094 | 1,024 |
| Metionina                    | %       | 0,960      | 0,479 | 0,463 | 0,438 | 0,410 |
| Metionina + Cistina          | %       | 1,019      | 0,871 | 0,833 | 0,788 | 0,737 |
| Triptófano                   | %       | 0,230      | 0,196 | 0,197 | 0,186 | 0,174 |
| Treonina                     | %       | 0,976      | 0,834 | 0,787 | 0,744 | 0,696 |
| Arginina                     | %       | 1,464      | 1,252 | 1,180 | 1,118 | 1,044 |
| Glicina + Serina             | %       | 2,153      | 1,841 | 1,620 | 1,512 | 1,382 |
| Valina                       | %       | 1,091      | 0,933 | 0,902 | 0,853 | 0,799 |
| Isoleucina                   | %       | 0,947      | 0,810 | 0,787 | 0,744 | 0,696 |
| Leucina                      | %       | 1,950      | 1,325 | 1,261 | 1,192 | 1,116 |
| Histidina                    | %       | 0,517      | 0,442 | 0,417 | 0,394 | 0,369 |
| Fenilalanina                 | %       | 0,904      | 0,772 | 0,729 | 0,689 | 0,645 |
| Fenilalanina + Tirosina      | %       | 1,636      | 1,399 | 1,319 | 1,247 | 1,167 |

La carne de pollo se considera magra, está compuesta mayoritariamente por agua en un 70%, también es rica en minerales como el calcio (Ca), hierro (Fe), zinc (Zn), fósforo (P) y potasio (K) y en vitaminas del Complejo B. Su contenido proteico gira entorno al 20% y se le considera de alta biodisponibilidad, debido a su contenido de aminoácidos esenciales. Sus grasas son principalmente monoinsaturadas (100).

Se muestran a continuación los valores nutricionales de la carne de pollo (101):

**Tabla 3. Composición media y mineral de la carne de pollo por cada 100 gramos (g). Tomada del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (101)**

|                       | Pechuga  |       |          |       | Pata-muslo |       |          |       |
|-----------------------|----------|-------|----------|-------|------------|-------|----------|-------|
|                       | Sin piel |       | Con piel |       | Sin piel   |       | Con piel |       |
| Determinación         | IIC***   | USDA  | IIC***   | USDA  | IIC***     | USDA  | IIC***   | USDA  |
| Contenido de agua (g) | 74.0     | 73.9  | 70.0     | 69.5  | 74.7       | 76.4* | 66.7     | 67.3  |
| Cenizas (g)           | 1.2      | 1.1*  | 1.0      | 1.0   | 1.0        | 1.0   | 0.9      | 0.81* |
| Proteína (g)          | 23.7     | 22.5* | 20.2     | 20.8* | 19.9       | 19.2* | 17.0     | 16.3* |
| Grasa (g)             | 1.4      | 2.6*  | 8.9      | 9.2   | 5.3        | 4.2*  | 14.7     | 15.7* |
| Energía (Kcal)        | 107      | 120*  | 161      | 172** | 127        | 120*  | 200      | 214*  |
| Na# (mg)              | 47       | 45    | -        | -     | 74         | 96*   | -        | -     |
| K (mg)                | 355      | 334*  | -        | -     | 307        | 238*  | -        | -     |
| P (mg)                | 235      | 213*  | -        | -     | 195        | 180*  | -        | -     |
| Fe (mg)               | 0.31     | 0.37* | -        | -     | 0.60       | 0.78* | -        | -     |

### 3.8 Harina de pescado

La harina de pescado es un coproducto de origen animal que se presenta como un polvo muy fino. Se obtiene después de extraer el agua y una gran parte de los aceites y grasas del pescado, lo que queda es la proteína en su forma sólida. Esta proteína se seca y posteriormente se muele hasta obtener la harina. De acuerdo con Solà-Oriol, *“la harina de pescado se obtiene mediante un procesado que implica cocción, prensado, secado y molienda”* (3,102).

Debido a su elevada concentración de proteínas y grasas, la harina de pescado se emplea en la alimentación para el aumento de peso en animales como aves de corral, cerdos, rumiantes, etc. Por este motivo, constituye una materia prima fundamental en la producción de alimentos balanceados (103).

Según la Organización Mundial de Ingredientes Marinos (IFFO), la harina de pescado contiene un promedio de 60% a 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa, y tiene un nivel máximo de humedad del 9%. Estas proporciones le confieren estabilidad, posibilitando su almacenamiento y manipulación durante períodos extendidos. La harina de pescado constituye una fuente beneficiosa de minerales, especialmente de calcio y fósforo, que se encuentran altamente disponibles. Además, contiene micronutrientes esenciales como selenio, zinc, cobre, hierro, zinc, Omega 3 y 6. La calidad y composición nutricional de la harina de pescado se encuentran estrechamente vinculadas al tipo de pescado empleado, su frescura, el método de conservación y el proceso térmico aplicado (3).

En lo que respecta a la calidad, la harina de pescado puede obtenerse de subproductos de pescado (calidad estándar) o de pescados enteros (calidad alta). Las propiedades nutritivas están relacionadas con la especie de pescado que se utilice para su elaboración (104). De acuerdo con Rojas, la calidad de la harina de pescado está dada por tres condiciones: la especie o especies empleadas, la frescura del pescado y el proceso de elaboración y almacenamiento, en este último debido a que las características físicas y químicas de la harina de pescado *“pueden variar de acuerdo con los factores implicados en su producción”* (104–106).

La medir la calidad, se utilizan parámetros nutricionales (análisis proximal de composición bromatológica) y parámetros sanitarios que garanticen la inocuidad del producto, ya que, por su origen, la harina de pescado presenta un alto contenido de lípidos susceptibles a desnaturalización química y rancidez (102,104).

### 3.8.1 Residuos de pescado

Cuando se habla de residuos de la pesca, *“se hace referencia a las diferentes especies de peces pequeños o productos de capturas no deseadas, que tienen poco valor en el mercado debido a su tamaño o porque presentan algún tipo de daño”* (107). En este conjunto se incluyen cabezas, espinas, vísceras, agallas, músculo oscuro, aletas y piel, los cuales, puede representar hasta el 65% del peso del producto original. Después de ser procesados, estos desechos representan una significativa fuente de minerales, proteínas y grasas utilizadas en la fabricación de una variedad de productos (1,2). Las harinas y aceites de pescado son productos obtenidos de los residuos tanto de pescado como de las especies que suelen ser descartadas como resultado de la pesquería y son una ventana de oportunidad dentro del desarrollo sostenible (107).

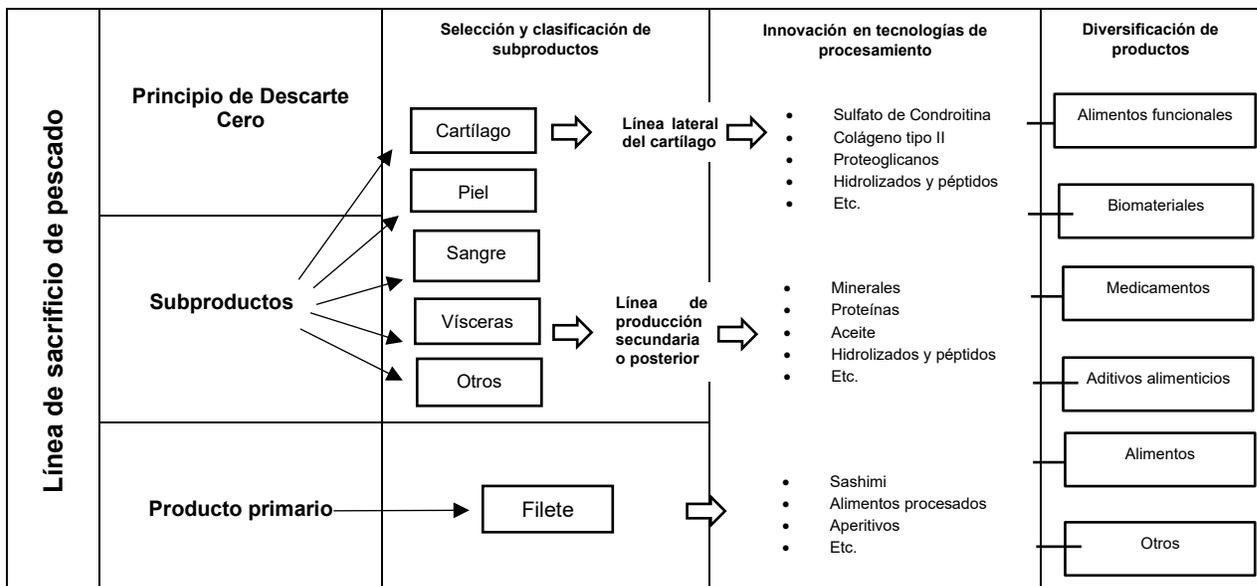
Los subproductos generados suelen ser descartados indiscriminadamente, lo que contribuye a la contaminación ambiental debido a la naturaleza altamente perecedera del pescado (2).

### 3.8.2 Descarte cero

El principio ideal de descarte cero es aquel que contempla el procesamiento tanto de los productos principales como de los subproductos del pescado, para aprovechar todo el cuerpo del animal. Dado que los subproductos del pescado tienden a deteriorarse rápidamente, resulta deseable procesar estos subproductos de manera secuencial una vez que son obtenidos, siempre buscando la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena de valor (6)

A continuación, se presenta un modelo gráfico del principio ideal de descarte cero aplicado a productos pesqueros:

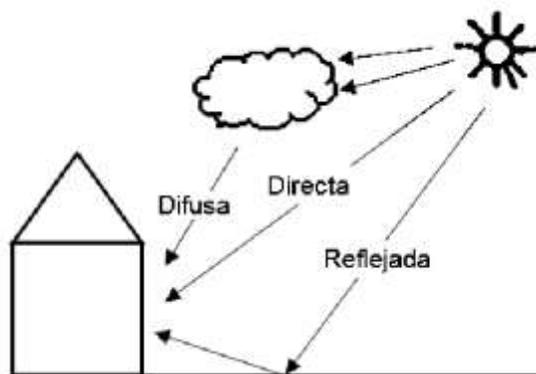
**Imagen 1. Principio ideal de descarte cero para productos pesqueros. Tomada de la Universidad Hokkaido (6).**



### 3.9 Tecnologías termosolares

La energía termosolar o energía solar térmica es una forma de energía renovable y sostenible que es generada mediante la captura y transferencia de la energía en forma de calor que es generada por la radiación solar. La cantidad de energía que un área de 1 metro cuadrado recibe dentro de la superficie terrestre, se le conoce como irradiación, y esta varía en función del ángulo de incidencia de los rayos solares. Este ángulo está determinado por la ubicación geográfica, la fecha y la hora del día (8). Existen aplicaciones de baja, media y alta temperatura, cada una requiere tecnologías y materiales específicos para su implementación (108).

Las tecnologías termosolares son todos aquellos dispositivos que se encargan de captar y transformar la radiación luminosa del sol en energía térmica dentro de un colector solar, en un proceso conocido como calentamiento solar (109). Cuando la radiación solar impacta sobre un objeto, la luz puede reflejarse, transmitirse a través de este o ser absorbida por él (8). El diseño del colector solar debe optimizar la transferencia de calor hacia el material utilizado, al tiempo que reduce las pérdidas energéticas a niveles mínimos (108).



**Imagen 2. Componentes de la radiación solar en una superficie inclinada. Tomada de Fondo Mexicano del Petróleo (108)**

***Secado de alimentos***

El secado es un método de conservación que consiste en reducir el contenido de humedad de los alimentos hasta alcanzar un nivel suficientemente bajo como para evitar la proliferación de microorganismos y ralentizar la acción enzimática sobre el producto (110,111). Durante este proceso se produce una disminución significativa en el peso y el volumen del alimento (112). La deshidratación tiene por objetivo salvaguardar e incluso aumentar el valor del producto, desde sus propiedades organolépticas hasta su contenido nutricional, contribuyendo a la prevención de las enfermedades transmitidas a través de los alimentos (113)

El secado en sí mismo es un proceso físico que implica el intercambio de energía por transferencia de calor entre un alimento y el ambiente, con la consiguiente pérdida de agua en su matriz alimentaria hasta lograr un contenido de humedad seguro. La transmisión de calor se genera fundamentalmente por convección, conducción o radiación, o en su defecto, una mezcla de ellas. Cuando las matrices alimentarias se fraccionan en partes pequeñas, la velocidad de secado aumenta, ya que se acelera la transmisión de calor. Así mismo, entre más alta sea la temperatura del proceso térmico, la pérdida de humedad sucederá más rápido, sin embargo, en el caso del pescado, temperaturas superiores a 80°C aumentan la actividad enzimática y generan una degradación de las propiedades nutritivas y sensoriales del alimento (102,112)

Los alimentos tienen dos tipos de agua dentro de su matriz alimentaria: el agua químicamente ligada y el agua libre que es retenida físicamente, el secado solo elimina esta última (114).

A nivel industrial existen varios métodos de secado, como el prensado, la centrifugación, la ósmosis, el horno, las microondas, el vacío y la liofilización. Las fuentes de energía más empleadas son el gas natural, el calentamiento eléctrico y el uso de aceite caliente, sin embargo, estos mecanismos repercuten notablemente sobre la cinética de secado e impactan directamente sobre los costos totales del proceso (111,112,115).

### ***Secado solar***

El secado solar es el método de deshidratación de alimentos más antiguo del mundo. Aún hoy en día es ampliamente empleado en muchas zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo (110,112). Este método alternativo emplea la energía radiante proveniente del sol como fuente para la generación de calor con la cual extraer la humedad de los tejidos orgánicos, principalmente de productos alimenticios, de una manera controlada (108). Los procesos de secado representan un rol muy importante en la preservación de los productos agropecuarios (114)

Tradicionalmente, el secado solar se realiza a cielo abierto, en donde los alimentos quedan expuestos a la intemperie, lo que conlleva el riesgo de contaminación por polvo, suciedad, heces y microorganismos (110). Del mismo modo, debido al carácter periódico cambiante de la incidencia de la radiación solar sobre la superficie, resulta conveniente el empleo de colectores capaces de

acumular la energía luminosa para convertirla en energía calorífica, de manera que exista un control adecuado sobre la temperatura de secado de los alimentos (115)

Otro aspecto importante por destacar es que las condiciones climatológicas del entorno geográfico en donde se realice el proceso tienen una incidencia directamente en la cinética de secado de los alimentos; parámetros como la temperatura y la humedad ambientales, el nivel de irradiación solar y el índice UV debidos a la latitud y altitud del entorno físico, la velocidad y dirección del viento y la presión atmosférica tienen una relación directa con la velocidad y calidad de secado de una matriz alimentaria (115)

### ***Sistemas de secado solar***

Los métodos para el aprovechamiento de la radiación solar para el secado dependen del tipo de secador que se emplee, esto puede involucrar el precalentamiento del aire a través de un colector solar (secado indirecto) o el aprovechamiento directo de la cámara de secado como colector solar (secado directo) o una mezcla de los dos anteriores (secado mixto). *“Los colectores solares para aplicaciones de secado solar cuentan con una cubierta transparente, un canal para que circule el aire, la placa absorbidora y el aislante”* (8).

A continuación, se presenta un esquema de la clasificación de los secadores solares:

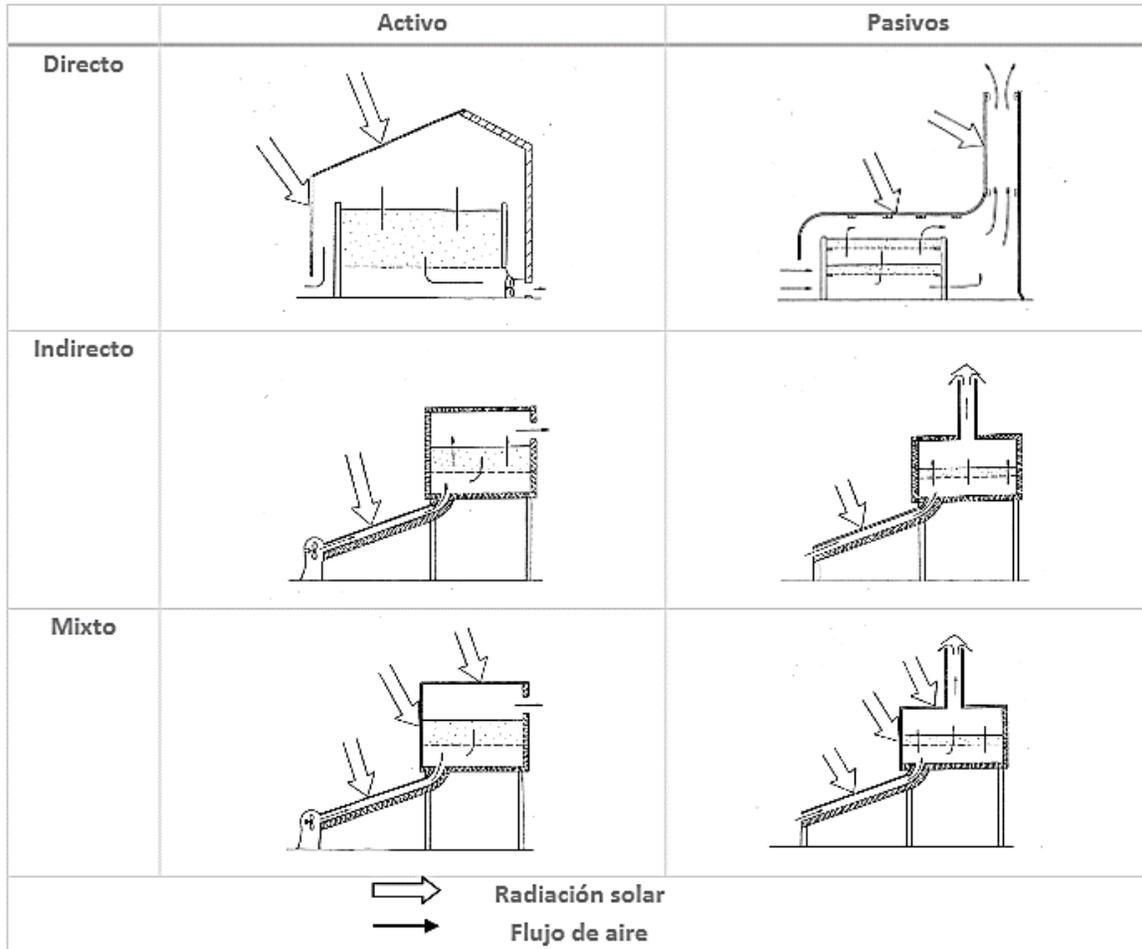


Imagen 3. Clasificación de los secadores solares. Tomada Sanmartín, L. (8)

### ***Sistemas de convección natural y convección forzada***

#### ***3.9.2 Secado solar indirecto o por convección***

El secado por convección emplea gases calientes que entran en contacto directo con el alimento, al que le transmiten aire caliente arrastrando el vapor de agua fuera de la matriz alimentaria. Los gases calientes más empleados en la industria son el aire caliente calentado con vapor de agua, el vapor recalentado, los gases inertes y el aire calentado por radiación solar (115). Todos los métodos

anteriores, con excepción del último, implican altos costos de energía y capital, puesto que requieren de mano de obra cualificada y emplean combustibles fósiles, lo cual es altamente costoso y provoca contaminación ambiental (116).

Los secadores solares convectivos son generalmente equipos con diseños sencillos y de fácil manejo. Los modelos más empleados en la industria agroalimentaria constan de una cámara de secado con cubierta opaca, un sistema de calentamiento de aire y un sistema de impulsión del aire. La demanda energética en este tipo de secadores es mayor cuanto más bajo es el porcentaje de humedad contenido en el producto final (115). El secador solar indirecto emplea un colector solar de tipo placa plana para calentar el aire, el cual pasa a la cámara de secado y elimina la humedad de los productos. Cuando el flujo de aire fluye por efecto de la flotabilidad resultante de las diferencias de temperatura entre el colector y la cámara de secado, el proceso se denomina secado por convección natural. En cambio, cuando el flujo de aire es proporcionado por un ventilador, se trata de secado por convección forzada. Este último método permite controlar la velocidad y la temperatura de secado, optimizando el rendimiento del sistema (110,116).

### ***Secado solar directo o por conducción***

Su principal característica es la transmisión de calor mediante conducción a través de una pared metálica. Las fuentes de calor más empleadas son vapor por condensación, agua caliente, aceites térmicos, gases de combustión y resistencia eléctrica. También se emplea el secado por radiación, en donde la energía radiante transmitida a través de ondas electromagnéticas que al ser absorbidas por las

superficies genera calor para evaporar la humedad del producto. Esta energía se puede producir eléctricamente por medio de infrarrojos, por medio de refractarios calentados por gas o en el caso de los secadores solares por medio de la irradiación solar (115).

Los secadores solares directos constan de una cámara de secado transparente, pueden ser de tipo gabinete/caja, invernadero o tienda provistos de pequeños orificios para la entrada y salida de aire ambiental. La radiación solar se transmite a través de la cubierta transparente y se absorbe en la superficie interna que generalmente es de color oscuro, debido a la naturaleza del diseño, los alimentos también absorben la radiación solar. Al acumularse la energía dentro de la cámara de secado, la temperatura sube y el aire que entra por los agujeros secan el alimento (110).

### ***Secador solar mixto***

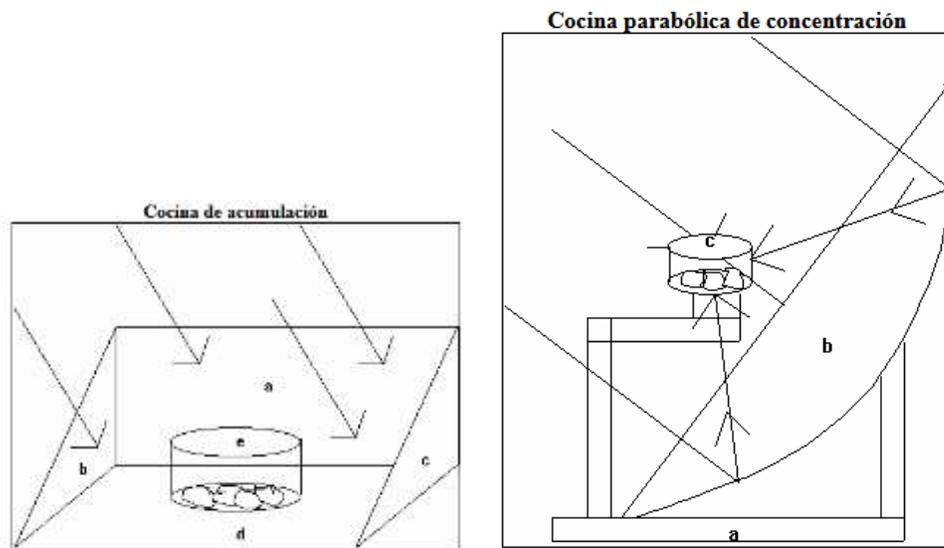
El secador solar mixto, como su nombre lo indica, consta de un colector solar para calentamiento de aire y una cámara de secado, ambos separados uno del otro y con una cubierta transparente en la parte superior, con todo el sistema conectado en serie. La irradiación solar se recibe a través de la cubierta transparente de ambos elementos, calentando tanto al sistema de colección solar, en donde se calienta el aire, como al alimento que está dentro de la cámara de secado evaporando la humedad del mismo por ambos medios. En este tipo de secador, la tasa de secado aumenta tanto por el incremento de la temperatura del alimento que

recibe la radiación solar como por el incremento de la temperatura del flujo de aire que ingresa a la cámara, inducido por la flotabilidad (110).

### **3.9.3 Cocinas solares**

Las cocinas solares son dispositivos semi estacionarios que transforman la energía solar en calor, lo que posibilita la cocción de alimentos en distintos lapsos de tiempo, según la cantidad de calor generado (117).

Existen dos sistemas de cocinas solares: el primero se basa en la acumulación de energía solar. En este caso, un recinto aislado térmicamente, excepto por una superficie transparente al sol (generalmente vidrio o plástico), captura la radiación solar y la almacena dentro del recinto, creando un efecto similar al invernadero. Al colocar alimentos dentro de este recinto, se logran temperaturas entre 90 y 120 grados centígrados, dependiendo de su construcción. El segundo sistema es de concentración, usualmente emplea una estructura parabólica para interceptar la radiación solar y dirigirla hacia un punto focal. Este enfoque permite alcanzar temperaturas más altas, al menos 200 grados centígrados (118). En el caso de las estufas parabólicas, es necesario ajustar la orientación de la cocina para mejorar su eficiencia, teniendo en cuenta el movimiento del sol (119).



**Imagen 4. Esquema de una cocina de acumulación y una cocina parabólica de concentración. Tomada de Universidad de Barcelona (118)**

Las cocinas solares se emplean a una gran variedad de aplicaciones, se utilizan para la cocción de alimentos, para pasteurizarlos y esterilizarlos. La energía solar concentrada por medio de los materiales reflectantes genera calor de forma indirecta. El rendimiento térmico de una estufa solar está influenciado directamente por la naturaleza de los materiales que la componen, así como de su geometría. Los parámetros geométricos que influyen directamente en el rendimiento son los siguientes: espejos de refuerzo, acristalamiento y placa absorbente, ollas de cocción, materiales de almacenamiento de calor y aislamiento (120).

Así mismo, las cocinas solares se pueden clasificar como directas o indirectas. En el tipo directo, la luz solar calienta directamente el recipiente. En el tipo indirecto, generalmente una corriente de agua absorbe la energía térmica del sol y luego la transfiere al recipiente (121).

## **4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) tienen como propósito común, para el año 2030, alcanzar un desarrollo humano integral en los ámbitos ambiental, económico y social a nivel global. A pesar de ello, las acciones implementadas por la iniciativa pública, privada y la sociedad en su conjunto parecen insuficientes para abordar las serias problemáticas actuales, que abarcan desde el cambio climático hasta la inestabilidad política, las crisis económicas, los conflictos armados y los desastres naturales sin precedentes.

El ODS 2 “Poner fin al hambre”, busca acabar con el hambre en todo el mundo, garantizando una alimentación sana para todos, principalmente para los grupos poblacionales más vulnerables. También pretende duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los pequeños productores, promoviendo un acceso equitativo a los recursos y conocimientos. Se apuntala hacia la sostenibilidad agroalimentaria, fomentando prácticas que fortalezcan la adaptación al cambio climático, que mejoren la calidad del medio ambiente y que permitan aprovechar las oportunidades para la generación de valor añadido a partir del uso eficiente de los recursos naturales (122).

La pesca anualmente descarta grandes cantidades de recursos alimentarios, ya sea por el tamaño inadecuado de los peces o por deficiencias en su conservación. Esta actividad genera considerables subproductos que, lamentablemente, suelen convertirse en desechos dentro de los ecosistemas acuáticos y terrestres, sin integrarse a nuevas cadenas de valor. Este problema ambiental conlleva contaminación y riesgos sanitarios significativos. A pesar de

esto, estos residuos representan una oportunidad para el desarrollo de productos valiosos que podrían impulsar el crecimiento económico y social en regiones desfavorecidas, aunque esta oportunidad suele desaprovecharse en la realidad.

La falta de aprovechamiento de los residuos pesqueros y la ausencia de alternativas sostenibles para su reutilización en la producción de alimentos para aves de corral representa un desafío en términos de sostenibilidad ambiental, seguridad alimentaria y gestión eficiente de recursos. Es fundamental establecer estrategias innovadoras para la generación de alimentos de alta calidad, tanto para la nutrición humana como animal. Los residuos pesqueros podrían ser el punto de partida para una cadena de valor sostenible que genere una amplia gama de productos y aplicaciones de alto impacto para afianzar la seguridad alimentaria de todas y todos.

## **5 JUSTIFICACIÓN**

A partir de 2015, el aumento sostenido en el número de personas experimentando inseguridad alimentaria, sumado al acelerado crecimiento poblacional, ha puesto en evidencia la urgencia de implementar estrategias de producción alternativas dentro de la industria agroalimentaria. El principio de descarte cero emerge como una solución viable, permitiendo un aprovechamiento integral de los recursos naturales, donde cada producto y subproducto alimenticio se inserte eficientemente en las cadenas de valor, independientemente de su escala de producción.

La implementación de estrategias disruptivas resulta esencial para mitigar la presión y el impacto ambiental ocasionado por las actividades económicas sobre los recursos naturales. En este punto, la Región Norte de Jalisco presenta un gran potencial como zona propicia para el desarrollo sostenible de proyectos que capitalicen sus abundantes recursos naturales, trayendo beneficios sociales, económicos y ambientales.

El uso de los residuos de la industria pesquera en la producción de harina de pescado constituye una vía para reducir eficazmente el desperdicio de recursos, permite aliviar la presión sobre las poblaciones de peces y mitigar la contaminación derivada del descarte. La adopción de tecnologías termosolares para obtener harina de descarte cero se presenta como un proceso más limpio y sostenible, reduciendo la huella ambiental en comparación con los métodos de producción convencionales.

Este enfoque innovador puede generar oportunidades económicas, transformando subproductos residuales en valiosos recursos para la producción de alimentos balanceados destinados a aves de corral. Al reducir los costos asociados con la adquisición de las materias primas convencionales, se podría potenciar la rentabilidad dentro de las industrias avícola y pesquera, generando potenciales beneficios económicos para los productores.

La provisión de alimentos balanceados e inocuos para aves de corral no solo eleva la calidad nutricional de los productos avícolas, sino que también contribuye a la seguridad alimentaria, tanto a nivel local como global. Esta perspectiva sostenible puede ser un catalizador positivo para comunidades locales al brindar

alternativas accesibles y sostenibles para la alimentación animal, fortaleciendo la cadena de suministro alimentario y potencialmente beneficiando a los consumidores finales.

Resulta imperativo realizar una evaluación exhaustiva de los recursos disponibles para llevar a cabo con éxito las actividades y procesos requeridos en la ejecución del proyecto. Esta evaluación inicial garantizará la viabilidad y eficiencia del proyecto, asegurando la disponibilidad de recursos adecuados para su desarrollo óptimo.

## **6 HIPÓTESIS**

Utilizando los recursos tecnológicos, económicos, ecológicos y sociales disponibles, es factible desarrollar un alimento balanceado e inocuo para aves de corral a partir de harina de pescado residual obtenida mediante tecnologías termosolares, con la premisa de alcanzar un proceso de descarte cero y su aplicación en contextos comunitarios del norte de Jalisco y sur de Zacatecas.

## **6 OBJETIVO GENERAL**

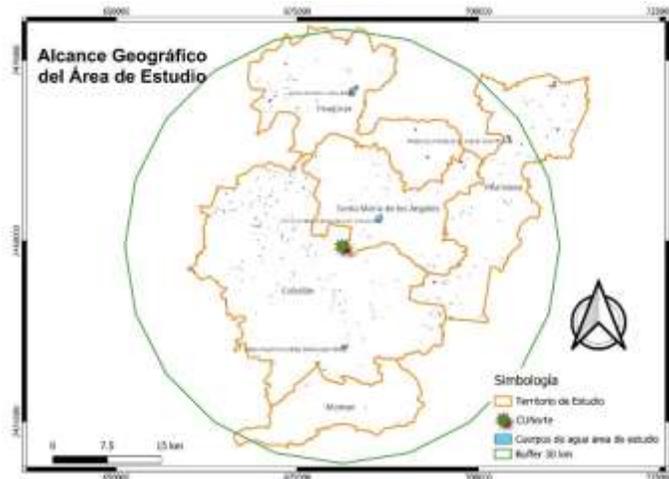
Desarrollar y evaluar un alimento balanceado e inocuo para aves de corral, utilizando harina de pescado residual, procesada mediante tecnologías termosolares y evaluar su aplicación en contextos comunitarios del norte de Jalisco y del sur de Zacatecas.

## **7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Realizar un censo socioeconómico de los pescadores y productores acuícolas situados dentro de un radio de 30 kilómetros alrededor del Centro Universitario del Norte (CUNorte).
2. Cocer y desecar desechos de pescado empleando métodos de cocción y secado termosolares.
3. Elaborar y caracterizar microbiológica y bromatológicamente la harina de pescado a través de métodos estandarizados.
4. Formular y elaborar un alimento balanceado en forma de pellets para aves de corral a partir de harina de pescado, **más aditivos comerciales de producción local.**
5. Evaluar la **aceptación**, rendimiento y calidad de la canal en crecimiento en un grupo experimental de aves de corral alimentado con el alimento balanceado respecto a un grupo control alimentado con un pienso de origen comercial.
6. Establecer la factibilidad económica del desarrollo del alimento balanceado mediante un plan de costos y un análisis financiero.

## **8 MATERIALES Y MÉTODOS**

El alcance geográfico del área de estudio se estableció a partir de un radio de 30 kilómetros alrededor del Puerto de Servicios Académicos (PSA) de Centro Universitario del Norte (CUNorte).



La delimitación del área de estudio se estableció íntegramente para los municipios jaliscienses de Huejúcar, Santa María de los Ángeles y Colotlán. En Zacatecas, se definió para Momax y el suroeste de Villanueva.



## 8.1 Revisión del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)

Se realizó una revisión de la base de datos del DENUE (INEGI) para ubicar las unidades pesqueras y acuícolas existentes dentro del área de estudio.

Las unidades económicas se filtraron por Actividad económica, seleccionando las opciones “11251 Acuicultura” y “114119 Pesca y captura de peces, crustáceos, moluscos y otras especies”; de acuerdo con el Tamaño del establecimiento, eligiendo “Todos los tamaños”; y por Área geográfica , seleccionando los lugares establecidos dentro del alcance geográfico del área de estudio.

Se encontraron unidades pesqueras existentes en los municipios de Villanueva y Santa María de los Ángeles; así como también, se hallaron productores acuícolas en el municipio de Momax. Para el caso de Huéjucar y Colotlán, la búsqueda en el DENUE no arrojó ningún resultado.

## **8.2 Revisión de los padrones municipales de productores**

Se solicitó información acerca del padrón de productores pesqueros y acuícolas en las Direcciones de Desarrollo Rural (SADER) de los municipios de Colotlán y Huejúcar.

## **8.3 Cuestionario para Unidades Pesqueras o Acuícolas (CUPA) Información de 2023**

Para la creación de uno del primer instrumento de investigación se realizó una revisión del *Cuestionario para Unidades Pesqueras o Acuícolas Información de 2023* creado por el INEGI y empleado para llevar a cabo los Censos Económicos 2024.

El objetivo de este Cuestionario es obtener información referente a las Unidades Pesqueras o Acuícolas para conocer su estructura productiva.

El CUPA consta de 18 secciones. Debido a sus características generalistas, se tuvo que realizar una depuración del instrumento, eliminando algunas secciones y preguntas que no aportaban información relevante para la investigación.

El resultado fue un cuestionario semiestructurado, con 13 secciones y un tiempo de respuesta estimado de 40 minutos. Ver Anexo 1.

#### **8.4 Cuestionario para Unidades Pesqueras o Acuícolas Sobre el Uso de los Desechos de Pescado**

El Cuestionario para Unidades Pesqueras o Acuícolas Sobre el Uso de los Desechos de Pescado (CUPA DP) se diseñó con el objetivo de obtener información detallada sobre el manejo actual que los productores les dan a los desechos pesqueros, abordando la temática desde una óptica integral que incluye consideraciones económicas, sociales y ambientales.

El CUPA DP es un instrumento de diseño propio y consta de 4 secciones con un total de 27 reactivos. Cuyo tiempo estimado de respuesta es de 25 minutos. Ver Anexo 2.

#### **8.5 Producción de harina de pescado**

##### ***8.5.1 Obtención de la muestra***

Se obtuvo harina de pescado a partir de desechos de tilapia (*Oreochromis sp.*). Se procesaron cabezas, aletas, vísceras, agallas, espinas y musculo oscuro. La muestra fue donada por un pescador perteneciente a la Sociedad Cooperativa de Pesca “Pesquera El Jagüey S.C. DE R.L. DE C.V.” del municipio de Villanueva,

Zacatecas. La materia prima se recibió congelada en el mes de abril de 2024, previo al inicio de la veda pesquera en el embalse Julio Ruelas (El Jagüey), y se mantuvo en este estado dentro de un ultra congelador a  $-26^{\circ}\text{C}$  hasta su procesamiento mediante tecnologías termosolares en el Laboratorio de Biotecnología del Centro Universitario del Norte.

El embalse Julio Ruelas está ubicado en la localidad de El Jagüey, Villanueva, Zacatecas, en las coordenadas  $22.272201^{\circ}\text{ N}$ ,  $-103.017905^{\circ}\text{ O}$ , a 1,889.50 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una capacidad total de almacenamiento de 3.0000 hm<sup>3</sup> (52). El clima predominante es semiseco templado, con una temperatura media anual de  $20^{\circ}\text{C}$  y una precipitación media de 500-800 mm al año (53).

### ***8.5.2 Cocción en estufa solar***

Los experimentos con tecnologías termosolares fueron realizados en el Centro Universitario del Norte de la Universidad de Guadalajara, ubicado en Colotlán, Jalisco, en los meses de septiembre y octubre de 2024. El clima de esta zona se caracteriza por ser semicálido y semihúmedo, con una temperatura media anual de  $18.3^{\circ}\text{C}$ , una precipitación anual de 717 mm (47) y una radiación solar promedio de 5.9kWh/m<sup>2</sup>día (123).

Se utilizó un kit de cocina solar y horno holandés marca Haines, modelo 2.0 “SunUp” Solar Cooker, que incluye una olla especialmente diseñada para cocinar con energía solar. El reflector de este equipo está compuesto de Mylar reflectante adherido a

espuma de polietileno, lo que le proporciona resistencia y flexibilidad. La olla, por su parte, es de acero inoxidable con una tapa de cristal, tiene una capacidad de 4.26 litros y presenta un acabado negro en el exterior para optimizar la absorción del calor solar.

La muestra de desechos de pescado se descongeló durante 24 horas a 4 °C antes de ser colocada en la olla, distribuyéndola uniformemente por todo el recipiente.



Figura X. Kit de cocina y estufa solar

Posteriormente, se armó el reflector en su primer nivel (uniendo únicamente los botones blancos y azules) y se ubicó la olla en el centro del reflector Mylar, sobre su base redonda de acetato, de manera que quedara ligeramente elevada con respecto al punto de incidencia de la luz solar. Se colocó la funda protectora de acetato sobre

la olla para mantenerla aislada y se posicionó el equipo en un espacio abierto, garantizando la exposición directa a la radiación solar sin obstrucciones. Durante la cocción, la olla se rotó cada 1 a 2 horas para asegurar que la base permaneciera orientada hacia el sol a medida que este se desplazaba a lo largo del día.

El proceso de cocción solar de los desechos de pescado se realizó por triplicado. Cada cocción tuvo una duración promedio de 4 horas, comenzando a las 10:00 y finalizando a las 14:00 horas. Buscando lograr mantener una temperatura interna mínima de 80 °C durante al menos 20 minutos, para asegurar una reducción significativa de la población bacteriana presente en la muestra. La temperatura

dentro de la olla se monitoreó constantemente mediante un controlador y registrador de temperatura y energía construido con un sistema ESP32.

### **8.5.3 Prensado**

La cocción solar de desechos de pescado permite obtener un estofado rico en nutrientes, ya que el calor ayuda a que la matriz alimentaria libere los jugos solubles, los cuales pueden ser extraídos eficientemente mediante prensado. Para llevar a cabo este proceso, se utilizó una prensa manual de doble barril de la marca VEVOR, con capacidades de 3.5 y 2 litros, respectivamente. Esta prensa está fabricada en acero inoxidable y cuenta con un mango de bola en forma de T y una placa de 0.1 pulgadas de grosor. Los desechos cocidos de pescado se depositaron en el barril interior de 2 litros, el cual se colocó dentro del barril externo más grande. La extracción de los jugos solubles se realizó aplicando presión manual sobre los desechos. Este proceso permitió obtener una torta prensada con un contenido de humedad significativamente menor.

### **8.5.4 Deshidratación en secador solar mixto**

El secado solar de desechos de pescado se llevó a cabo por triplicado en un



Figura X. Vista interior de la cámara de secado

deshidratador solar mixto tipo gabinete con colector solar sin convección forzada. La cámara de secado está construida en acrílico transparente, tiene una superficie de secado de 0.5 m<sup>2</sup>. Cuenta con las paredes laterales e inferior perforadas y con una

chimenea para la extracción del aire húmedo y caliente (123).

Se realizó la cinética de secado de camas de 3 cm, 2 cm y 1 cm de espesor, respectivamente, midiendo la pérdida de peso empleando una balanza marca Ohaus, modelo PA3202, con precisión de  $\pm 0.01$  g y capacidad máxima de 3,200 g cada 15 minutos hasta alcanzar la humedad de equilibrio. La temperatura de la cámara de secado se midió con un controlador y registrador de temperatura y energía construido con



Figura X. Secador solar tipo gabinete con colector solar

un sistema ESP32. La humedad interna, por su parte, se midió con un termómetro digital con sensor de humedad ThermoPro, modelo TP-50. En lo que respecta a las variables meteorológicas de temperatura, humedad, radiación, velocidad del viento, presión atmosférica e índice UV se obtuvieron mediante una estación meteorológica marca VEVOR, modelo YT60234. El porcentaje de humedad de las muestras se determinó con una termobalanza marca Ohaus, modelo MB23, con precisión de  $\pm 0.01$  g y capacidad mínima de 0.2 g. Se determinó que el porcentaje de humedad máximo de la harina de pescado sería del 10%.

### **8.5.5 Molienda**

Los residuos de pescados deshidratados se trituraron en un molino eléctrico multifunción de alta velocidad y se añadió solución BHT en etanol al 2% para prevenir la oxidación de las grasas y prolongar la vida útil de la harina.

## **8.6 Determinación de la calidad microbiológica de la harina de pescado y el alimento balanceado**

Se determinó la calidad microbiológica empleando métodos de detección y conteo estandarizados de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de inocuidad y seguridad alimentarias. Los análisis se realizaron a los desechos de pescado cocido en estufa solar y a la harina de pescado obtenida mediante secador solar mixto.

### **8.6.1 Cuantificación de microorganismos mesófilos en placa**

El conteo de microorganismos aerobios en placa se llevó cabo de acuerdo con la NOM-092-SSA1-1994, que especifica el método para cuantificar los microorganismos viables en un alimento, estimando la cifra realmente presente. La cantidad de bacterias refleja la calidad de las prácticas en el manejo del producto durante su procesamiento (124).

La preparación y dilución de las muestras analizadas se realizó de acuerdo con la NOM-110-SSA1-1994. La muestra se preparó utilizando 25g del producto a analizar en una dilución 1:10 en agua peptonada. Se prepararon 6 diluciones decimales

seriadas que consistían en 1ml de la preparación homogeneizada en 9ml de agua peptonada (125).

Para el ensayo de cuantificación de mesófilos, se empleó el medio de cultivo Agar Triptona-Extracto de Levadura, como lo especifica NOM-092-SSA1-1994. Las placas sembradas se incubaron a  $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante  $48 \pm 2$  horas. Al final, se realizó el conteo de  $\text{UFC/g} = (\text{Cantidad de colonias/FD}) / \text{Volumen de la muestra sembrada}$  (124)

### **8.6.2 Cuantificación de microorganismos coliformes totales en placa**

La determinación de la cantidad de coliformes presentes en el producto alimenticio se realizó conforme a la NOM-113-SSA1-1994, utilizando el medio de cultivo selectivo Agar rojo violeta bilis, con la finalidad de detectar posibles prácticas higiénicas inadecuadas durante el proceso de fabricación de la harina (126).

La preparación y dilución de las muestras analizadas se realizó de acuerdo con la NOM-110-SSA1-1994 [16]. Las placas se incubaron durante  $24 \pm 2$  horas a  $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . El conteo se llevó a cabo mediante la fórmula estipulada en la NOM-092-SSA1-1994 (124).

### **8.6.3 Determinación de microorganismos patógenos: *Salmonella***

Los miembros del género *Salmonella* spp. son microorganismos patógenos para el ser humano y para algunas especies animales. *Salmonella* spp. se puede encontrar en los productos para el consumo humano, así como también en las áreas de producción y manejo de alimentos.

La determinación de la presencia de *Salmonella* se llevó a cabo de acuerdo con lo estipulado en la NOM-210-SSA1-2014 Apéndice A Normativo. Método de referencia para el aislamiento de *Salmonella spp.*

La determinación de la presencia o ausencia de este patógeno se realiza sobre un volumen específico de producto, para lo cual se requieren 4 etapas consecutivas: en la etapa de pre-enriquecimiento se prepara una suspensión en dilución 1:10 en agua peptonada amortiguada, empleando 25g de muestra, la cual se incuba a  $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por  $18\text{h} \pm 2\text{h}$ . Le sucede la etapa de enriquecimiento selectivo, en la cual se utiliza Caldo Verde Brillante (RVS) para incubar 0.1ml de la suspensión anterior en 10ml de RVS en una dilución 1:10 a  $41.5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por  $24\text{h} \pm 3\text{h}$ . La tercera y cuarta etapas, aislamiento e identificación, implica sembrar por duplicado mediante estriado en por lo menos 2 medios selectivos: Agar Medio *Salmonella* y *Shigella* y Agar Medio de MacConkey, incubando a  $36^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por  $24\text{h} \pm 3\text{h}$  (127).

### **8.7 Determinación de la calidad bromatológica de la harina de pescado y de los alimentos balanceados**

Se evaluó el contenido químico de la harina de pescado y de los alimentos balanceados empleando técnicas cuantitativas estandarizadas para determinar su composición nutricional, a saber, humedad, proteínas, extracto etéreo, fibra, azúcares y cenizas.

### ***Determinación del contenido humedad***

La determinación de humedad se llevó a cabo en una termobalanza automática marca Ohaus, modelo MB23, con precisión de  $\pm 0.01$  g y capacidad mínima de 0.2 g a  $105^{\circ}\text{C}$  empleando aproximadamente 10 gramos de muestra.

### ***Determinación del contenido extracto etéreo***

<https://comecarne.org/wp-content/uploads/2013/07/NMX-F-545-1992.pdf>

La determinación del contenido de lípidos o extracto etéreo se realizó en un extractor Soxhlet. Se pesaron aproximadamente 6 gramos de muestra seca en polvo en una balanza analítica, y se colocaron dentro de un cartucho hecho con papel poroso, el cual se colocó dentro del sifón del extractor. Se añadieron 125 ml de hexano como solvente afín a la grasa en un matraz balón previamente pesado a peso constante. El sistema de extracción se instaló sobre un baño térmico a  $75^{\circ}\text{C}$  como medio de calefacción durante 2 horas y se empleó un condensador serpentino conectado a un enfriador de agua para facilitar la condensación del solvente. La grasa extraída se recogió en el balón de destilación, el cual se desecó en horno a  $65^{\circ}\text{C}$  por 24 horas y se pesó para obtener el porcentaje de lípidos presentes en la muestra.

El cálculo del porcentaje de lípidos se realizó a través de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{PG - PV}{PM} \times 100$$

En donde:

- PG = Peso del matraz con grasa seca (g)
- PV = Peso del matraz a peso constante (g).
- PM = Peso de la muestra (g).

### ***Determinación del contenido de proteínas***

[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4858024&fecha=04/08/1980#gsc.tab=](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4858024&fecha=04/08/1980#gsc.tab=)

0

Se realizó la determinación de proteínas por el método Kjeldahl a partir de una muestra desgrasada para estimar la cantidad de nitrógeno orgánico en los alimentos. El método Kjeldahl consta de tres etapas: digestión, destilación y titulación (valoración).

En una balanza analítica se pesaron aproximadamente 2 gramos de muestra desgrasada previamente en la determinación Soxhlet. Se llevó a cabo su digestión en un punto elevado de ebullición por aproximadamente dos horas en un matraz Kjeldahl, empleando 20 ml de ácido sulfúrico y agregando dos pastillas catalizadoras para acelerar el proceso de digestión de las proteínas hasta que la muestra tomó un color transparente verdoso. Durante esta etapa, el ácido sulfúrico se transforma en dióxido de azufre y el nitrógeno orgánico se convierte en sulfato de amonio.

Se realizó una destilación por arrastre de vapor conectando el destilador a una fuente de calor y empleando 70 ml de hidróxido de sodio al 40% para neutralizar la muestra previamente aforada con agua destilada a 100 ml, para liberar amoniaco

en forma de gas, el cual se atrapó en una solución de 60 ml de ácido bórico concentración al 4% y dos gotas del indicador Shiro Tashiro, se continuó con la destilación hasta completar aproximadamente 150 ml.

La valoración se realizó mediante titulación con un ácido fuerte de concentración conocida, en este caso, ácido clorhídrico, hasta que el destilado viró desde el verde intenso al morado intenso contabilizando el gasto.

El nitrógeno presente en los alimentos se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{V \times N \times 0.014 \times 100}{m}$$

En donde:

- V = Volumen de ácido clorhídrico empleado en la titulación en cm<sup>3</sup>
- N = Normalidad del ácido clorhídrico.
- m = Masa de la muestra en g.
- 0.014 = Miliequivalente del nitrógeno

El porcentaje de proteínas presente se obtiene de multiplicar el resultado de la ecuación anterior por el factor correspondiente, que en el caso de los productos cárnicos es de 6.25.

### ***Determinación del contenido cenizas***

Para cuantificar el porcentaje de minerales y cenizas presentes en los alimentos, se pesaron 3 gramos por muestra, los cuales se colocaron en crisoles previamente

llevados a peso constante. Las muestras se calcinaron en una mufla a  $550 \pm 25^\circ \text{C}$  durante 6 horas, eliminando todos los componentes orgánicos y preservando únicamente la materia inorgánica, la cual, después de enfriarse en un desecador, se pesó y se calculó el contenido de cenizas en cada muestra.

El cálculo del porcentaje de cenizas en los alimentos se obtuvo a partir de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{PC - PV}{PM} \times 100$$

En donde:

- PC = Peso del matraz con ceniza (g)
- PV = Peso del matraz a peso constante (g).
- PM = Peso de la muestra (g).

## **RESULTADOS**

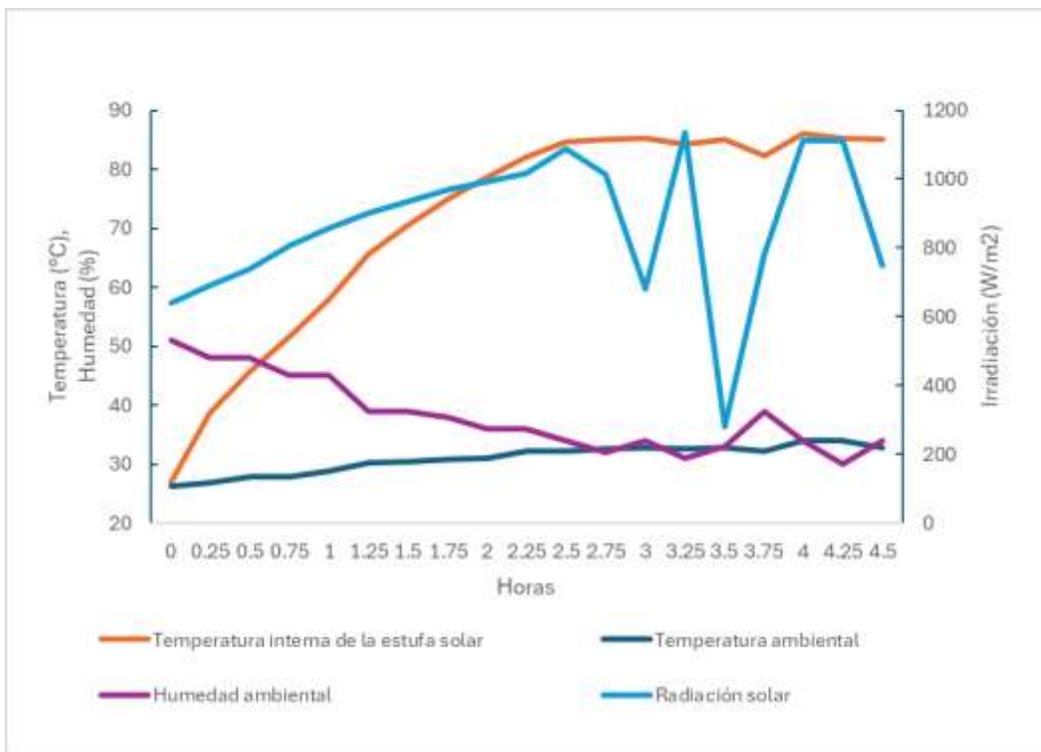
### **Censo a productores pesqueros y acuícolas dentro del área geográfica de estudio**

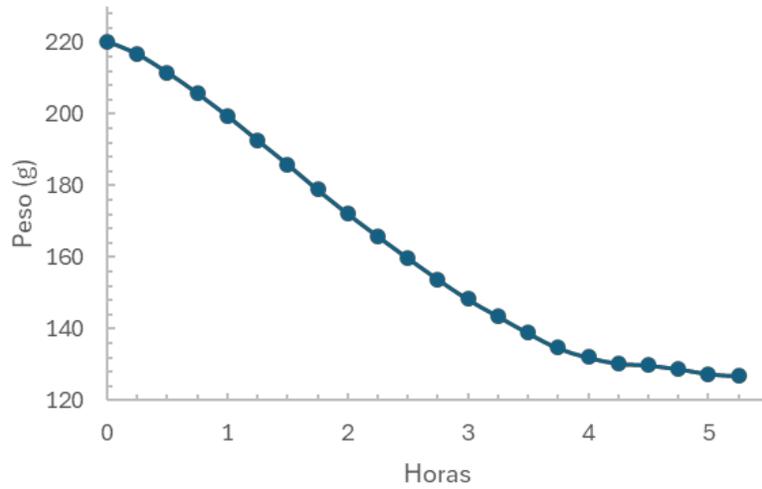
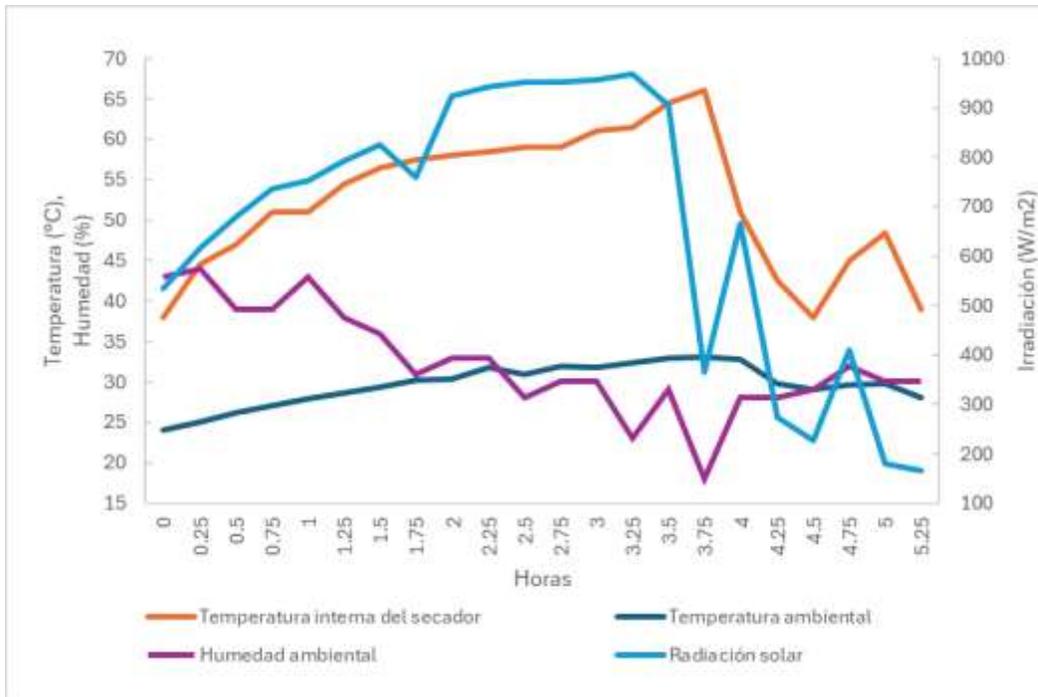
A continuación, se presenta un concentrado de los datos más relevantes obtenidos a partir del censo realizado a los productores pesqueros y acuícolas de la zona:

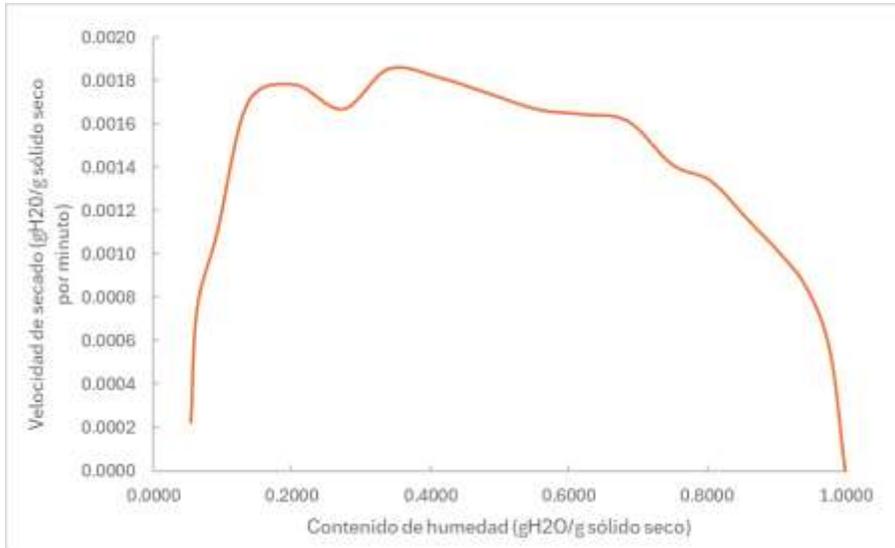
#### **GRÁFICOS PENDIENTES**

## Procesamiento de desechos de pescado mediante tecnologías termosolares

Se realizó el procesamiento de desechos de pescado mediante un doble tratamiento térmico de cocción y secado solares, en donde cada 15 minutos se midió la temperatura interna de cada uno de los mecanismos termosolares durante todo el proceso, al mismo tiempo, se monitorearon distintas variables climatológicas en cada uno de los experimentos. Se generó la curva de secado de los desechos de pescado en cama de 1cm de espesor y la curva de velocidad de secado de los mismos.







### Determinación de la calidad microbiológica de la harina de pescado

La determinación de la calidad microbiológica de los desechos de pescado después de su cocción y transformación en harina nos dio los siguientes resultados:

| Parámetro                   | Especificación  | Resultado para los desechos de pescado cocidos | Método de prueba                       |
|-----------------------------|-----------------|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Mesófilos en placa          | No detectable   | No detectable                                  | NOM-092-SSA1-1994                      |
| Coliformes totales en placa | No detectable   | No detectable                                  | NOM-113-SSA1-1994                      |
| <i>Salmonella spp.</i>      | Ausente en 25 g | Ausente en 25 g                                | NOM-210-SSA1-2014 Apéndice A Normativo |
| Parámetro                   | Especificación  | Resultado para la harina de pescado            | Método de prueba                       |
| Mesófilos en placa          | No detectable   | No detectable                                  | NOM-092-SSA1-1994                      |

|                             |                 |                 |                                        |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------------|
| Coliformes totales en placa | No detectable   | No detectable   | NOM-113-SSA1-1994                      |
| <i>Salmonella spp.</i>      | Ausente en 25 g | Ausente en 25 g | NOM-210-SSA1-2014 Apéndice A Normativo |

### Determinación de la calidad bromatológica de la harina de pescado

La determinación del contenido de humedad, extracto etéreo, proteínas y cenizas mediante métodos estandarizados para la harina de pescado arrojó el siguiente perfil químico proximal:

| Parámetro       | Especificación<br>NMX-Y-013-<br>1998-SCFI | Valor para la harina<br>de pescado | Método de prueba          |
|-----------------|-------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| Humedad         | ≤10%                                      | 5%                                 | NOM-116-SSA1-1994         |
| Extracto etéreo | ≤13%                                      | 9.1%                               | NMX-F-615-<br>NORMEX-2018 |
| Proteína cruda  | ≥62%                                      | 44.5%                              | NOM-Y-118-A-1982          |
| Cenizas         | ≤16%                                      | Pendiente                          | NMX-F-607-<br>NORMEX-2020 |

## 9 ANEXOS



|                                                                                                                           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 2) Agremiado (a) de una organización o socio (a) cooperativista<br>3) Pescador (a) independiente<br>9) Otro (especifique) |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

| INICIO DE OPERACIONES Y TOTAL DE DÍAS TRABAJADOS                                                                   |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Anote en que año inicio operaciones esta unidad pesquera o acuícola</b>                                         | <b>Año</b>    |
|                                                                                                                    |               |
| <b>¿Esta unidad ha operado de manera continua desde su inicio de operaciones?</b><br><br>1) <i>Sí</i> 2) <i>No</i> | <b>Número</b> |
|                                                                                                                    |               |
| <b>¿Cuántos días a la semana trabaja regularmente esta unidad pesquera o acuícola?</b>                             | <b>Días</b>   |
|                                                                                                                    |               |

| <b>PERSONAL DEPENDIENTE DE LA RAZÓN SOCIAL</b><br><b>(Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023)</b><br>Número promedio de personas que dependieron de esta unidad pesquera acuícola. | <b>Total</b> | <b>Hombres</b> | <b>Mujeres</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|
| <b>Patrones (as) y capitanes (as) de embarcación</b><br><i>Dueño de la lancha</i>                                                                                                     |              |                |                |
| <b>Pescadores (as) asalariados (as)</b>                                                                                                                                               |              |                |                |
| <b>Personal técnico acuícola o pesquero</b>                                                                                                                                           |              |                |                |
| <b>Otro personal de apoyo a la pesca</b>                                                                                                                                              |              |                |                |
| <b>Empleados (as) administrativos (as) y contables</b>                                                                                                                                |              |                |                |
| <b>Propietarios (as), familiares y otros (as) trabajadores (as) no remunerados (as)</b>                                                                                               |              |                |                |
| <b>TOTAL de personal dependiente de la razón social</b>                                                                                                                               |              |                |                |

| <b>CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAL</b><br><b>(Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023)</b>                                                                                                                                          |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>¿Ha contratado personal y después se ha visto en la necesidad de despedirlo por falta de recursos?</b><br><i>* Si la unidad pesquera o acuícola inició actividades durante 2023, tome como referencia el mes en que inició.</i> | <b>Número de personas</b> |
| <b>¿Cuál fue el número de personas ocupadas, de acuerdo con los siguientes rangos de edad, que laboraron en la unidad pesquera o acuícola durante 2023?</b>                                                                        | <b>Número de personas</b> |
| 1) Hasta 20 años                                                                                                                                                                                                                   |                           |
| 2) De 21 a 30 años                                                                                                                                                                                                                 |                           |
| 3) De 31 a 40 años                                                                                                                                                                                                                 |                           |
| 4) De 41 o más años                                                                                                                                                                                                                |                           |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                                                                                       |                           |
| <b>¿Cuál fue el promedio anual de personas que trabajaron en esta unidad pesquera o acuícola, por nivel de estudios, durante 2023?</b>                                                                                             | <b>Número de personas</b> |
| 1) Sin instrucción                                                                                                                                                                                                                 |                           |
| 2) Educación básica (preescolar, primaria, secundaria, formación para el trabajo)                                                                                                                                                  |                           |
| 3) Educación media superior (bachillerato general, bachillerato bivalente, profesional técnico)                                                                                                                                    |                           |

|                                                                                                                                                                        |       |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|
| 4) Educación superior (licenciatura, ingeniería, especialidad, posgrado)                                                                                               |       |               |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                           |       |               |
| <b>¿En esta unidad pesquera o acuícola laboran personas con discapacidad?</b>                                                                                          |       | <b>Número</b> |
| 1) Sí                                                                                                                                                                  | 2) No |               |
| <b>¿Cuántas personas con discapacidad son hombres y cuántas son mujeres?</b>                                                                                           |       | <b>Hombre</b> |
|                                                                                                                                                                        |       | <b>Mujer</b>  |
| <b>¿Se paga lo mismo a un hombre y a una mujer, que se desempeñan el mismo puesto y realizan las mismas actividades operativas en esta unidad pesquera o acuícola?</b> |       | <b>Sí</b>     |
|                                                                                                                                                                        |       | <b>No</b>     |

|                                                                                                                                                                                                                             |                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>GASTOS POR CONSUMO DE BIENES Y SERVICIOS</b>                                                                                                                                                                             | <b>Gastos por consumo de bienes y servicios</b><br>(Pesos) |
| <b>(Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023)</b>                                                                                                                                                                          |                                                            |
| Bienes y servicios consumidos por esta unidad pesquera o acuícola, considerando todas las erogaciones relacionadas con estos bienes, como los fletes y seguros; deduciendo los descuentos, rebajas y concesiones recibidas. |                                                            |
| <b>NO INCLUYA EL IVA NI LAS COMPRAS O DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS</b>                                                                                                                                                     |                                                            |
| <b>CONSUMO DE AGUA Y ENERGÉTICOS</b>                                                                                                                                                                                        |                                                            |
| <b>Gastos por consumo de energía eléctrica</b>                                                                                                                                                                              | \$                                                         |
| <b>Gastos por consumo de combustibles y lubricantes</b>                                                                                                                                                                     | \$                                                         |
| <b>Gastos por consumo de energéticos</b>                                                                                                                                                                                    | \$                                                         |

|                                                                                                                                                                           |                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>GASTOS POR CONSUMO DE BIENES Y SERVICIOS</b><br>(Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023)<br><b>NO INCLUYA EL IVA NI LAS COMPRAS O DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS FIJOS</b> | <b>Gastos por consumo de bienes y servicios</b><br>(Pesos) |
| <b>GASTOS POR CONSUMO DE OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>                                                                                                                     |                                                            |
| Gastos por alquiler de embarcaciones, motores, artes y equipo de pesca                                                                                                    | \$                                                         |
| Gastos por alquiler de bienes inmuebles                                                                                                                                   | \$                                                         |
| Gastos por alquiler de otros bienes muebles                                                                                                                               | \$                                                         |
| Gastos por reparaciones y refacciones para mantenimiento corriente                                                                                                        | \$                                                         |
| <b>TOTAL de gastos por consumo de bienes y servicios</b>                                                                                                                  | \$                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>INGRESOS POR SUMINISTRO DE BIENES Y SERVICIOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                 |
| (Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023)<br>Ingresos que obtuvo esta unidad pesquera o acuícola por el suministro de bienes y servicios, realizados a <b>precio de venta</b> en playa, pie de granja o primera mano, menos todas las concesiones otorgadas ala clientela, tales como: descuentos, bonificaciones y devoluciones, así como los fletes, seguros y almacenamiento de los productos suministrados cuando se cobren de manera independiente. | <b>Ingresos por suministro de bienes y servicios</b><br>(Pesos) |
| <b>NO INCLUYA EL IVA NI LA VENTA DE ACTIVOS FIJOS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |
| Precio por kilogramo en playa, pie de granja o primera mano                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Precio pescado completo</b>                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | \$                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Precio filete</b>                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | \$                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Precio filete mariposa</b>                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | \$                                                              |
| <b>Ingresos por alquiler de embarcaciones, motores y artes de pesca</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | \$                                                              |
| <b>Ingresos por alquiler de bienes inmuebles</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | \$                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>VALOR ANUAL DE LA PRODUCCIÓN</b><br><b>(Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023)</b><br>Valor de la producción que obtuvo esta unidad pesquera o acuícola, de acuerdo con los siguientes conceptos.<br><b>NO INCLUYA EL IVA</b> | <b>Valor de la producción</b><br>(Pesos) |
| <b>Valor anual de la producción pesquera o acuícola a precio de venta pescado completo</b>                                                                                                                                           | \$                                       |
| <b>Valor anual de la producción pesquera o acuícola a precio de venta filete</b>                                                                                                                                                     | \$                                       |
| <b>Valor anual de la producción pesquera o acuícola a precio de venta filete mariposa</b>                                                                                                                                            | \$                                       |
| <b>Valor total anual de la producción pesquera o acuícola</b>                                                                                                                                                                        | \$                                       |

| <b>ACTIVOS FIJOS A VALOR PRESENTE O COSTO DE REPOSICIÓN</b>                                   |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>Activos fijos de esta unidad pesquera o acuícola, de acuerdo con el siguiente desglose</b> | <b>Número de unidades</b> |
| Embarcaciones para la pesca                                                                   |                           |
| Equipo y artes de pesca (redes de pesca)                                                      |                           |
| Equipo y artes de pesca (atarrayas)                                                           |                           |
| Equipo de seguridad y salvamento (chalecos salvavidas)                                        |                           |
| Maquinaria y equipo instalado en tierra (congeladores)                                        |                           |
| Maquinaria y equipo instalado en tierra (cuarto frío)                                         |                           |
| Bienes inmuebles                                                                              |                           |
| Unidades y equipo de transporte                                                               |                           |
| Equipo de cómputo y periféricos                                                               |                           |
| Equipo para la generación de energía eléctrica                                                |                           |
| Mobiliario, equipo de oficina y otros activos fijos                                           |                           |



| Nombre de las especies          | Producción                                                |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                 | Volumen de captura o producción por especie en kilogramos |
| <b>A) PRODUCTOS LISTADOS</b>    |                                                           |
| <b>FAUNA ACUÁTICA</b>           |                                                           |
| Bagre                           |                                                           |
| Camarón de agua dulce           |                                                           |
| Carpa                           |                                                           |
| Charal                          |                                                           |
| Mojarra                         |                                                           |
| Rana                            |                                                           |
| Rana de acuario                 |                                                           |
| Rana toro                       |                                                           |
| Trucha                          |                                                           |
| <b>B) PRODUCTOS NO LISTADOS</b> |                                                           |
|                                 |                                                           |
|                                 |                                                           |
|                                 |                                                           |
|                                 |                                                           |

| <b>CARACTERÍSTICAS DE LAS EMBARCACIONES<br/>PARA LA PESCA<br/>(El 31 de diciembre de 2023)</b>                                                                                                                              |                         |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| Anote el número de embarcaciones, propias y rentadas, que tenía la unidad pesquera o acuícola, según su tonelaje de registro (capacidad de carga, sin considerar tanques de agua o combustible ni los espacios de servicio) |                         |          |
| Tonelaje de registro                                                                                                                                                                                                        | Número de embarcaciones |          |
|                                                                                                                                                                                                                             | Propias                 | Rentadas |
| De hasta 1 tonelada                                                                                                                                                                                                         |                         |          |
| De más de 1 y hasta 3 toneladas                                                                                                                                                                                             |                         |          |



| <b>CRÉDITOS Y CUENTAS BANCARIAS</b><br>(Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023)                                      |       |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------|
| <b>Causas por las que carece de crédito bancario</b>                                                                    |       | <b>Señale con una "X"</b> |
| 1) No creo cumplir con los requisitos                                                                                   |       |                           |
| 2) No lo he necesitado                                                                                                  |       |                           |
| 3) Porque son altos los intereses                                                                                       |       |                           |
| 4) Porque las instituciones me quedan muy lejos                                                                         |       |                           |
| 5) Desconozco el procedimiento para solicitarlo                                                                         |       |                           |
| 6) No confío en los bancos                                                                                              |       |                           |
| 7) Sí lo he solicitado, pero no me lo han otorgado                                                                      |       |                           |
| 9) Otra Especifique                                                                                                     |       |                           |
| <b>¿Esta unidad pesquera o acuícola tuvo alguna cuenta bancaria (de cheques, ahorro o inversión) para su operación?</b> |       | <b>Número</b>             |
| 1) Sí                                                                                                                   | 2) No |                           |
| <b>Motivos por los que esta unidad pesquera o acuícola no tiene alguna cuenta bancaria</b>                              |       | <b>Señale con una "X"</b> |
| 1) Desconozco el procedimiento para solicitarla                                                                         |       |                           |
| 2) No me hizo falta                                                                                                     |       |                           |
| 3) Porque las comisiones o cuotas son altas                                                                             |       |                           |
| 9) Otro Especifique                                                                                                     |       |                           |
| <b>¿Qué medios de pago se utilizaron en esta unidad pesquera o acuícola para realizar sus compras y ventas?</b>         |       | <b>Señale con una "X"</b> |
| 1) Efectivo                                                                                                             |       |                           |
| 2) Tarjeta bancaria                                                                                                     |       |                           |
| 3) Depósito bancario                                                                                                    |       |                           |
| 4) Transferencia electrónica de fondos                                                                                  |       |                           |
| 5) Cheques                                                                                                              |       |                           |
| 6) Intermediarios de pago (PayPal, Mercado Pago, PayU, Pagamóvil, Codi, etcétera)                                       |       |                           |
| 7) Vales de despensa                                                                                                    |       |                           |
| 8) Otro medio utilizado para pagar sus compras                                                                          |       |                           |
| 9) Otro medio utilizado para cobrar sus ventas                                                                          |       |                           |

| <b>MEDIO AMBIENTE</b><br>(Del 1 de enero al 31 de diciembre de 2023)                                                                                                                                                  |                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>¿Esta unidad pesquera o acuícola cumplió con alguna norma en materia de medio ambiente?</b><br>1) Sí<br>2) No<br>3) Desconoce                                                                                      | <b>Número</b>                 |
|                                                                                                                                                                                                                       |                               |
| <b>¿Esta unidad pesquera o acuícola contó con personal dedicado a actividades de protección del medio ambiente o recursos naturales?</b><br>1) Sí                      2) No                                          | <b>Número</b>                 |
|                                                                                                                                                                                                                       | <b>Número de personal mes</b> |
| <b>Indique en qué actividades participó el personal</b>                                                                                                                                                               | <b>1 = Sí 2 = No</b>          |
| 1) Disminución de emisiones a la atmósfera                                                                                                                                                                            |                               |
| 2) Manejo de residuos                                                                                                                                                                                                 |                               |
| 3) Saneamiento de alcantarillado y drenaje                                                                                                                                                                            |                               |
| 4) Energías renovables                                                                                                                                                                                                |                               |
| 5) Gestión ambiental                                                                                                                                                                                                  |                               |
| 9) Otro (especifique)                                                                                                                                                                                                 |                               |
| <b>Indique si esta unidad pesquera o acuícola utilizó materiales reciclados</b>                                                                                                                                       | <b>1 = Sí 2 = No</b>          |
| 1) Materias primas                                                                                                                                                                                                    |                               |
| 2) Materiales de empaque y embalaje                                                                                                                                                                                   |                               |
| 9) Otros (especifique)                                                                                                                                                                                                |                               |
| <b>¿Esta unidad pesquera o acuícola separó los residuos o desechos que generó?</b><br>1) Sí                      2) No                                                                                                | <b>Número</b>                 |
|                                                                                                                                                                                                                       | <b>A</b>                      |
| <b>Indique por tipo los residuos o desechos que separó</b>                                                                                                                                                            | <b>1 = Sí 2 = No</b>          |
| 1) Papel y cartón                                                                                                                                                                                                     |                               |
| 2) Textiles                                                                                                                                                                                                           |                               |
| 3) Madera                                                                                                                                                                                                             |                               |
| 4) Metálicos                                                                                                                                                                                                          |                               |
| 5) Vidrio                                                                                                                                                                                                             |                               |
| 6) Plásticos                                                                                                                                                                                                          |                               |
| 7) Otros desechos orgánicos                                                                                                                                                                                           |                               |
| 9) Otros (especifique)                                                                                                                                                                                                |                               |
| <b>Indique el principal destino de los materiales de desecho o residuos que generó esta unidad pesquera o acuícola</b>                                                                                                | <b>Número</b>                 |
|                                                                                                                                                                                                                       |                               |
| 1) Relleno sanitario (basurero)<br>2) Entrega a empresas de servicio de manejo y transporte de residuos<br>3) Reciclaje en el proceso de producción<br>4) Reúso en el proceso de producción<br>9) Otros (especifique) |                               |

| Problemáticas que enfrenta esta unidad pesquera o acuícola                | Señale con una "X" |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1) Falta de crédito                                                       |                    |
| 2) Exceso de trámites gubernamentales para operar                         |                    |
| 3) Altos impuestos                                                        |                    |
| 4) Competencia desleal                                                    |                    |
| 5) Competencia de negocios informales                                     |                    |
| 6) Falta de acceso a tecnologías de la información                        |                    |
| 7) Baja demanda de sus bienes o servicios                                 |                    |
| 8) Baja calidad de las materias primas                                    |                    |
| 11) Altos gastos en pago de servicios (luz, agua, telefonía)              |                    |
| 12) Altos gastos en pagos de trámites gubernamentales                     |                    |
| 13) Personal con poca experiencia                                         |                    |
| 14) Inseguridad pública                                                   |                    |
| 15) Corrupción                                                            |                    |
| 16) Altos costos de materias primas, insumos o mercancías comercializadas |                    |
| 17) Ninguna                                                               |                    |
| 19) Otra <small>Especifique</small>                                       |                    |
| <b>Indique el número de la problemática principal</b>                     | <b>Número</b>      |
|                                                                           |                    |

|                                                                                                        |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>¿Esta unidad económica cuenta con registro ante el Servicio de Administración Tributaria (SAT)?</b> | <b>Número</b> |
| 1) Sí<br>2) No                                                                                         |               |
| <b>¿La unidad económica tiene medidor de la Comisión Federal de Electricidad(CFE)?</b>                 | <b>Número</b> |
| 1) Sí<br>2) No                                                                                         |               |
| <b>¿Cuenta con registro patronal ante el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)?</b>              | <b>Número</b> |
| 1) Sí<br>2) No                                                                                         |               |

|                                          |                       |                  |                  |
|------------------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| <b>Hoja de control</b>                   |                       |                  |                  |
| <b>Datos del informante</b>              |                       |                  |                  |
| <b>Nombre completo del informante</b>    |                       |                  |                  |
|                                          | Nombre (s)            | Apellido paterno | Apellido materno |
| <b>Ubicación del informante</b>          |                       |                  |                  |
|                                          | Entidad federativa    | Municipio        | Localidad        |
| <b>Dirección del informante</b>          |                       |                  |                  |
|                                          | Nombre de la vialidad | Núm. exterior    | Núm. interior    |
| <b>Número de teléfono del informante</b> |                       |                  |                  |
| <b>Número de WhatsApp del informante</b> |                       |                  |                  |

**Anexo 2. Cuestionario para unidades pesqueras o acuícolas sobre el uso de los desechos de pescado**

**Instrucciones:** Este cuestionario está dirigido a pescadores de agua dulce y productores acuícolas. El propósito principal es obtener información detallada sobre el manejo actual de los desechos pesqueros, abordando la temática desde una óptica integral que incluye consideraciones económicas, sociales y ambientales. Les solicitamos responder con la mayor honestidad y precisión posible. La confidencialidad de su identidad está garantizada; las respuestas proporcionadas serán tratadas de manera anónima y se utilizarán exclusivamente para la elaboración de un diagnóstico que contribuirá a optimizar la gestión de residuos pesqueros y fomentar prácticas de sostenibilidad ambiental.

**Tiempo estimado de respuesta:** 25 minutos

| <b>SECCIÓN 1: INFORMACIÓN GENERAL</b>                                                                                         |                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>1. ¿La actividad pesquera o acuícola le genera los ingresos suficientes para la manutención suya y la de su familia?</b>   | <b>Número</b>                              |
| 1. Sí<br>2. No                                                                                                                |                                            |
| <b>2. ¿Es la pesca o la producción acuícola su principal actividad económica?</b>                                             | <b>Número</b>                              |
| 1. Sí<br>2. No                                                                                                                |                                            |
| <b>En caso de responder (b) No</b><br>¿cuál o cuáles actividades económicas realiza además de la pesca o producción acuícola? |                                            |
| <b>3. ¿Cuál es el volumen anual de su captura o producción en toneladas?</b>                                                  | <b>Volumen anual de captura producción</b> |
|                                                                                                                               |                                            |

|                                                                                                         |         |            |         |           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|---------|-----------|-----------|
| <b>4. ¿En qué meses hay mayor abundancia o disponibilidad de peces? (Seleccione el mes o los meses)</b> |         |            |         |           |           |
| Enero                                                                                                   | Febrero | Marzo      | Abril   | Mayo      | Junio     |
| Julio                                                                                                   | Agosto  | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |

| <b>SECCIÓN 2: DESECHO DE PESCADO</b>                                                            |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>1. ¿Está familiarizado con el término "desechos de pescado"?</b>                             | <b>Número</b> |
| 1. Sí<br>2. No.                                                                                 |               |
| <b>2. En caso afirmativo, ¿podría describir brevemente qué entiende por desechos de pescado</b> |               |
| <b>3. ¿Cuáles son las especies de pescado capturadas y/o producidas?</b>                        |               |
| <b>4. ¿En promedio, qué porcentaje de su captura o producción total desecha?</b>                | <b>Número</b> |
| 1. Menos del 10%<br>2. Entre 10% y 25%<br>3. Entre 25% y 50%<br>4. Más del 50%                  |               |
| <b>5. ¿Cuáles son las principales razones por las cuales desecha pescado?</b>                   | <b>Número</b> |
| (Seleccione todas las opciones que apliquen)                                                    |               |
| 1. Tamaño inferior<br>2. Especies no comerciales<br>3. Capturas accidentales                    |               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>4. Daños en el pescado</li> <li>5. Descomposición del pescado</li> <li>6. Otras (especifique)</li> </ul>                                                                                                                               |               |
| <p><b>6. ¿Qué métodos utiliza para desechar el pescado?</b><br/>(Seleccione todas las opciones que apliquen)</p>                                                                                                                                                              | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Se desechan sin ningún tratamiento</li> <li>2. Se utilizan para consumo animal</li> <li>3. Se utilizan para la elaboración de harina de pescado</li> <li>4. Se compostan</li> <li>5. Otro: (Especificar)</li> </ul>                 |               |
| <p><b>7. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta para el uso y manejo de los desechos pesqueros?</b><br/>(Seleccione todas las opciones que apliquen)</p>                                                                                                           | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Costos asociados al tratamiento</li> <li>2. Falta de conocimiento sobre alternativas de su uso</li> <li>3. Falta de infraestructura para el tratamiento</li> <li>4. Regulación ambiental</li> <li>5. Otro: (Especificar)</li> </ul> |               |
| <p><b>8. ¿Conoce alguna alternativa para el uso de los desechos pesqueros orgánicos?</b><br/>(Seleccione todas las opciones que apliquen)</p>                                                                                                                                 | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Alimentación animal</li> <li>2. Biocombustibles</li> <li>3. Fertilizantes</li> <li>4. Acuaponía</li> <li>5. No conoce ninguna</li> <li>6. Otros: (Especificar)</li> </ul>                                                           |               |
| <p><b>9. ¿Qué tan interesado estaría a utilizar nuevas alternativas para el aprovechamiento de los desechos pesqueros?</b></p>                                                                                                                                                | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Muy interesado</li> <li>2. Interesado</li> <li>3. Indeciso</li> <li>4. Poco interesado</li> </ul>                                                                                                                                   |               |

|                    |  |
|--------------------|--|
| 5. Nada interesado |  |
|--------------------|--|

| <b>SECCIÓN 3: USOS DE LOS DESECHOS DE PESCADO</b>                                                                                                           |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>1. ¿Ha considerado alguna vez el valor económico que pueden llegar a tener los desechos de pescado?</b>                                                  | <b>Número</b> |
| 1. Sí<br>2. No                                                                                                                                              |               |
| <b>2. ¿Actualmente utiliza los desechos de pescado para algún fin?</b>                                                                                      | <b>Número</b> |
| 1. Sí<br>2. No                                                                                                                                              |               |
| <b>3. Si respondió sí a la pregunta 2, ¿para qué fines utiliza los desechos pesqueros?</b><br>(Seleccione todas las opciones que apliquen)                  | <b>Número</b> |
| 1. Alimentación animal<br>2. Biocombustibles<br>3. Fertilizantes<br>4. Acuaponía<br>5. Otros: (Especificar)                                                 |               |
| <b>4. ¿Qué porcentaje de los desechos pesqueros vende o comercializa?</b>                                                                                   | <b>Número</b> |
| 1. 0% (no se comercializan)<br>2. Menos del 25%<br>3. Entre 25% y 50%<br>4. Más del 50%                                                                     |               |
| <b>5. ¿Qué beneficios económicos, sociales o ecológicos ha obtenido al utilizar los desechos pesqueros?</b><br>(Seleccione todas las opciones que apliquen) | <b>Número</b> |
| 1. Reducción de costos<br>2. Generación de ingresos adicionales<br>3. Mejora de la calidad del suelo                                                        |               |

|                                                                                                                                                                                                                               |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>4. Disminución del impacto ambiental</li> <li>5. Ninguno</li> <li>6. Otros (especifique)</li> </ul>                                                                                    |               |
| <p><b>6. ¿Cuáles partes del cuerpo del pescado son desechadas o descartadas en su actividad?</b></p> <p>(Seleccione todas las opciones que apliquen)</p>                                                                      | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Trozos de filete</li> <li>2. Cabeza</li> <li>3. Vísceras</li> <li>4. Aletas</li> <li>5. Escamas</li> <li>6. Agallas</li> <li>7. Esqueleto</li> <li>8. Otra (especifique)</li> </ul> |               |
| <p><b>7. ¿Qué porcentaje del cuerpo del pescado se aprovecha para consumo humano y venta?</b></p>                                                                                                                             | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 0% (no se comercializan)</li> <li>2. Menos del 25%</li> <li>3. Entre 25% y 50%</li> <li>4. Más del 50%</li> </ul>                                                                   |               |

| <b>SECCIÓN 4: PERCEPCIÓN Y CONOCIMIENTO</b>                                                                                    |                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <p><b>1. ¿Ha recibido alguna orientación, capacitación o apoyo para manejar los desechos pesqueros de manera adecuada?</b></p> | <b>Número</b>    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Sí</li> <li>2. No</li> </ul>                                                         |                  |
| <p><b>2. En caso afirmativo, ¿de quién?</b></p>                                                                                | <b>Respuesta</b> |
|                                                                                                                                |                  |
| <p><b>3. En su opinión, ¿cuál es el impacto ambiental que tienen los desechos de pescado?</b></p>                              | <b>Número</b>    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Alto</li> <li>2. Medio</li> <li>3. Bajo</li> </ul>                                   |                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>4. No afecta</li> <li>5. No estoy seguro</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                 |               |
| <p><b>4. ¿Qué medidas considera que se podrían tomar para mejorar la gestión de los desechos de pescado?</b></p> <p>(Seleccione todas las opciones que apliquen)</p>                                                                                                                                                                       | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Mayor control de las capturas</li> <li>2. Desarrollo de estrategias de aprovechamiento</li> <li>3. Investigación y desarrollo de nuevas tecnologías</li> <li>4. Fortalecimiento de la educación ambiental</li> <li>5. Elaboración de nuevos productos</li> <li>6. Otras (especifique)</li> </ul> |               |
| <p><b>5. ¿Considera que un uso adecuado de los desechos pesqueros es importante para su actividad?</b></p>                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Sí</li> <li>2. No</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |
| <p><b>¿Por qué?</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| <p><b>6. En su opinión, ¿qué beneficios ambientales tendría aprovechar correctamente los residuos pesqueros?</b></p> <p>(Seleccione todas las opciones que apliquen)</p>                                                                                                                                                                   | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de la contaminación del agua</li> <li>2. Mejora de la calidad del suelo</li> <li>3. Disminución de la huella de carbono</li> <li>4. Conservación de la biodiversidad</li> <li>5. Ninguno</li> <li>6. Otros: (Especificar)</li> </ul>                                                   |               |
| <p><b>7. En su opinión, ¿qué beneficios sociales tendría aprovechar correctamente los residuos pesqueros?</b></p> <p>(Seleccione todas las opciones que apliquen)</p>                                                                                                                                                                      | <b>Número</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Generación de empleos</li> <li>2. Diversificación de la actividad económica</li> <li>3. Mejora de la seguridad alimentaria</li> <li>4. Desarrollo de comunidades rurales</li> </ul>                                                                                                              |               |

|                                                                                                                                                                                                                        |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 5. Ninguno<br>6. Otros: (Especificar)                                                                                                                                                                                  |               |
| <b>8. En su opinión, ¿qué beneficios económicos tendría aprovechar correctamente los residuos pesqueros?</b><br>(Seleccione todas las opciones que apliquen)                                                           | <b>Número</b> |
| 1. Aumento de la rentabilidad de la actividad<br>2. Reducción de costos de producción<br>3. Nuevos mercados para productos pesqueros<br>4. Desarrollo de la economía circular<br>5. Ninguno<br>6. Otros: (Especificar) |               |

## 10 REFERENCIAS

1. Consejo Nacional de Humanidades C y T. CONAHCYT. Desperdicios con beneficio: Aprovechamiento de los residuos de la pesca.
2. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. SADER. 2018. Nada se tira, todo se aprovecha: residuos pesqueros.
3. Sociedad Nacional de Pesquería. Harina de pescado.
4. Banco Mundial. Banco Mundial. 2023. Actualización sobre la seguridad alimentaria .
5. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD. 2023. ¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible?
6. Li W, Ura K, Takagi Y. Industrial application of fish cartilaginous tissues. *Curr Res Food Sci.* 2022;5:698–709.
7. García G. *The Food Tech.* 2022. La energía solar, clave en la industria de alimentos y bebidas.
8. Sanmartín LV. GUÍA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE SECADO SOLAR EN COMUNIDADES RURALES.
9. Hayashi H. Drying technologies of foods-their history and future. *Drying technology.* 1989;7(2):315–69.
10. Sabarez H. Drying of Food Materials. In: Reference Module in Food Science [Internet]. Elsevier; 2016. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965034168>

11. Carrión-Chamba W, Murillo-Torres W, Montero-Izquierdo A. Una revisión de los últimos avances de los colectores solares térmicos aplicados en la industria. *Ingenius Revista de Ciencia y Tecnología*. 2022;(27):59–73.
12. Gómez J. Diseño y construcción de un sistema cíclico de colección, transporte y descarga de energía solar térmica para un deshidratador solar en el Municipio de San Juan del Río, Qro. *TÉRMICA PARA UN DESHIDRATADOR SOLAR EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, QRO*. 2015;
13. Polo P. Interempresas. 2021. Energía solar térmica en procesos industriales.
14. ABSOLICON. Calor solar para la industria alimenticia.
15. Murdock HE, Gibb D, André T, Sawin JL, Brown A, Ranalder L, et al. *Renewables 2021-global status report*. 2021;
16. Sánchez I, Torres R. Calor solar para procesos industriales. *Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias*. 2020;4.
17. Arango Tatiana. *La República*. 2020. La comida para mascotas nació inspirada en los alimentos de los marineros y otros datos cocteleros.
18. López MÁ. *LinkedIn*. 2018. Breve historia del alimento para mascotas.
19. Sobalvarro KKH, Lina MCA. La revolución verde. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*. 2018;4(8):1040–52.
20. de la Rosa CM, Suárez MNS. La Revolución Verde y la soberanía alimentaria como contrapropuesta. *Veredas Revista del Pensamiento Sociológico*. 2022;(42):105–31.
21. Organización de las Naciones Unidas. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. 2015.
22. Gustavsson Jenny, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo : alcance, causas y prevención. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*; 2012.
23. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y Caribe. 2015;2.
24. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. *SADER*. 2016. Residuos pesqueros, recursos aprovechables.
25. Colombia Potencia de la Vida. *Colombia Potencia de la Vida*. 2018. ¿Qué tan rentable es el uso de harina de pescado en ganadería?
26. Solís V. Maíz & Soya. 2017. Selección de las materias primas, clave para el buen alimento animal.
27. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *FAO*. 2024 [cited 2024 May 8]. Producción avícolas. Available from: <https://www.fao.org/poultry-production->

products/production/es/#:~:text=En%202020%2C%20la%20carne%20de,producci%C3%B3n%20casi%20se%20ha%20cuadruplicado.

28. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. 2023. Producción avícolas.
29. Gobierno de México, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio Nacional de Sanidad I y CA. Riesgos en la avicultura nacional e impactos económicos en los costos de producción avícola por los brotes de influenza aviar H5N1, en México. 2023 Mar [cited 2024 May 8]; Available from: [https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2023/abril/Riesgosenlaaviculturanacionaleimpactosecon%C3%B3micosenloscostosdeproducci%C3%B3nav%C3%ADcolaporlosbrotesdeIAH5N1enM%C3%A9xico\\_6d95188b-1d2c-4c40-ac94-33f060630990.pdf](https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2023/abril/Riesgosenlaaviculturanacionaleimpactosecon%C3%B3micosenloscostosdeproducci%C3%B3nav%C3%ADcolaporlosbrotesdeIAH5N1enM%C3%A9xico_6d95188b-1d2c-4c40-ac94-33f060630990.pdf)
30. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. 2023. Especies de aves de corral.
31. Grupo Consultor de Mercados Agrícolas. AVICULTURA. 2022. Balance avícola al primer semestre; más producción, más exportaciones y más valor.
32. Unión Nacional de Avicultores. UNA. 2022. Situación de la Avicultura Mexicana Expectativas 2022 .
33. Rozicki MR, Nelli SS, Fernández GA. Prototipo de automatismo para la alimentación de peces abastecido por energía solar fotovoltaica. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. 2014;18.
34. Cifuentes Mesa ES, Baez Díaz DA. Diseño de sistema fotovoltaico para planta de alimentos balanceados para animales. 2021;
35. Valbuena Lesmes S, Moreno Ramírez LF. Determinación de un sistema alternativo de abastecimiento de energía eléctrica para una planta de producción de alimentos para mascotas. Estudio de caso: Alimentos Polar Colombia.
36. Salvo AW, Franco AJ. Actualización del estado de arte del secado solar de alimentos a partir de una revisión bibliográfica latinoamericana. 2022;
37. Campesina V. Declaración Final del Foro Mundial sobre Soberanía Alimentaria. Havana, Cuba. 2001;7.
38. Salas S, Nuñez A, Cepeda M, Ramos Miranda J. Pesca Artesanal en la Península de Yucatán: Contexto Socioeconómico y Bienestar comunitario. 2023.
39. Organización de las Naciones Unidas. Sostenibilidad.
40. Cervantes MP. Discusión teórica y propuesta conceptual para realizar el diagnóstico del sistema alimentario. 2014;
41. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. CONEVAL. ¿QUIÉNES SOMOS?

42. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Carencia por acceso a la alimentación Programas que son relevantes para la disminución de esta carencia. 2020.
43. Instituto de Información Estadística y Geográfica. Huejúcar Diagnóstico del municipio. Guadalajara ; 2022 Aug.
44. Comisión Estatal del Agua del Estado de Jalisco, Comisión Nacional del Agua. Ficha Técnica Hidrológica Municipal Huejúcar. Guadalajara; 2015.
45. Instituto de Información Estadística y Geográfica. Santa María de los Ángeles Diagnóstico del municipio. Guadalajara ; 2022 Aug.
46. Comisión Estatal del Agua del Estado de Jalisco. Ficha Técnica Hidrológica Municipal Santa María de los Ángeles. Guadalajara; 2015.
47. Instituto de Información Estadística y Geográfica. Colotlán Diagnóstico del Municipio. Guadalajara; 2022 Aug.
48. Comisión Estatal del Agua del Estado de Jalisco. Ficha Técnica Hidrológica Municipal Colotlán. Guadalajara; 2015.
49. Coordinación Estatal de Planeación. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA BÁSICA MUNICIPIO: 055 VILLANUEVA. 2022.
50. Secretaría de Economía. DATA MÉXICO. 2023. Villanueva MUNICIPIO DE ZACATECAS.
51. Secretaría de Bienestar. INFORME ANUAL SOBRE LA SITUACIÓN DE POBREZA Y REZAGO SOCIAL 2023 Zacatecas Villanueva. 2023.
52. Comisión Nacional del Agua. Inventario Nacional de Presas.
53. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Compendio de información geográfica municipal 2010 Villanueva Zacatecas. 2010.
54. Coordinación Estatal de Planeación. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA BÁSICA MUNICIPIO: 030 MOMAX. 2022.
55. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Compendio de información geográfica municipal 2010 Momax Zacatecas. 2010.
56. Secretaría de Economía. DATA MÉXICO. Momax MUNICIPIO DE ZACATECAS.
57. Secretaría de Bienestar. INFORME ANUAL SOBRE LA SITUACIÓN DE POBREZA Y REZAGO SOCIAL 2023 Zacatecas Momax. 2023.
58. Sergio SS. Gestión del desarrollo sostenible en territorios rurales: métodos para la planificación. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2008;
59. Kliksberg B. Repensando el Estado para el desarrollo social: más allá de dogmas y convencionalismos. Revista Costarricense de Trabajo Social. 1998;(8).
60. Congreso de la Unión. Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. DOF México; Apr 1, 2024.

61. Galarza E, Kámiche Zegarra JN. Pesca artesanal: oportunidades para el desarrollo regional. Universidad del Pacífico; 2015.
62. Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles. Ley General de Pesca (Decreto Ley N.º 25977). Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles, 25977 Perú: SENACE; Jul 10, 2013.
63. Galarza E, Kámiche Zegarra JN. Pesca artesanal: oportunidades para el desarrollo regional. Universidad del Pacífico; 2015.
64. Cochrane KL, Garcia SM. A Fishery Manager's Guidebook. FAO, Rome and Wiley. Blackwell, Oxford; 2009.
65. Melo F, Suárez-Castillo A, Amador-Castro IG, Gastélum-Nava E, Espinosa-Romero MJ, Torre J. Bases para el ordenamiento de la pesca artesanal con la participación del sector productivo en la Región de las Grandes Islas, Golfo de California. Cienc Pesq. 2018;26:81–100.
66. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. CENSOS ECONÓMICOS 2024 Cuestionario para Unidades Pesqueras o Acuícolas Información de 2023. 2024.
67. PROYECTO DE LEY MARCO DE PESCA ARTESANAL. .
68. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. CONAPESCA. 2023. ¿Qué es la CONAPESCA?
69. Seijo JC, Defeo O, Salas S. Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. 1997;
70. Bromley DW. Testing for common versus private property: comment. J Environ Econ Manage. 1991;21(1):92–6.
71. Agnello RJ, Anderson LG. Production responses for multi-species fisheries. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 1981;38(11):1393–404.
72. Bjorndal T, Child A, Lem A. Value chain dynamics and the small-scale sector: policy recommendations for small-scale fisheries and aquaculture trade. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. 2014;(581):1.
73. Lassiter JW, Edwards Jr HM. Animal nutrition. Prentice-Hall International; 1982.
74. Colmán J. ABC Rural. 2014. Alimentos Balanceados.
75. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Revisión del Desarrollo Avícola. FAO. 2013;
76. Rostagno HS, Teixeira LF, Hannas MI, López J, Kazue N, Guilherme F. Tablas brasileiras para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales. Departamento de Zootecnia, Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. 2017;403–4.
77. Azcona ÁC. Manual de nutrición y dietética. Departamento de Nutrición-M-008157 Madrid. 2013;
78. Merck Sharp and Dohme. Manual MSD. ¿Cómo se miden las calorías de los alimentos?

79. Sol Llop C. Utilización de subproductos agroindustriales en alimentación líquida para cerdos de engorde. 2016.
80. FEDNA N. Necesidades nutricionales para avicultura. Recuperado el; 2018.
81. Ministerio de Agricultura P y A. Sistemas de producción y nutrición animal.
82. Stein HH, Fuller MF, Moughan PJ, Sève B, Mosenthin R, Jansman AJM, et al. Definition of apparent, true, and standardized ileal digestibility of amino acids in pigs. *Livest Sci.* 2007;109(1–3):282–5.
83. Carmona EO, Carmona JG, Solarte WN. Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina. *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line).* 2012;6(1):87–97.
84. Lorenzo M, Cian M, Firpo M V. Implementación de un trabajo práctico sobre determinación de fibra en muestras de forrajes y su relación con la digestibilidad y el consumo. *Revista Científica Agropecuaria.* 2013;17(1–2):53–7.
85. Sauvant D, Perez JM, Tran G. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: porcs, volailles, bovines, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. INRA Editions, Versailles. 2002;
86. Institut National de la Recherche Agronomique. Principles and methods .
87. Zamora N. Determinación de la energía metabolizable verdadera de varias fuentes de carbohidratos utilizadas para la alimentación de aves . [Ciudad de Guatemala ]: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ; 2006.
88. Cuca M. La alimentación de aves de corral. *Rev Mex Cienc Pecu.* 1963;(1):50–6.
89. Michel Lessire. INRA. 2020. Poultry Energy value .
90. Guillaume J, Summers JD. Maintenance energy requirement of the rooster and influence of plane of nutrition on metabolizable energy. *Can J Anim Sci.* 1970;50(2):363–9.
91. Sibbald IR. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. *Poult Sci.* 1976;55(1):303–8.
92. Badui Dergal S. Química de los alimentos. Cuarta Edición. 4th ed. Quintanar Duarte E, editor. Ciudad de México: Pearson Educación; 2006.
93. González-Torres L, Téllez-Valencia A, Sampedro JG, Nájera H. Las proteínas en la nutrición. *Revista salud pública y nutrición.* 2007;8(2):1–7.
94. González-Torres L, Téllez-Valencia A, Sampedro JG, Nájera H. Las proteínas en la nutrición. *Revista salud pública y nutrición.* 2007;8(2):1–7.
95. Martínez Augustin O, Martínez de Victoria E. Proteínas y péptidos en nutrición enteral. *Nutr Hosp [Internet].* 2006 [cited 2024 May 8];21:1–14. Available from: <https://dj.senasica.gob.mx/Contenido/files/2023/abril/Riesgosenlaaviculturanacionaleimpa>

ctosecon%C3%B3micosenloscostosdeproducci%C3%B3nav%C3%ADcolaporlosbrotesdeIAH5  
N1enM%C3%A9xico\_6d95188b-1d2c-4c40-ac94-33f060630990.pdf

96. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. Producción avícolas.
97. Larousse Cocina. Aves de corral. 2023.
98. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. Pollos.
99. Rostagno HS. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. 2005.
100. Ministerio de Agricultura P y A. Pollo. MAPA.
101. Gallinger CI, Federico FJ, Pighin DG, Cazaux N, Trossero M, Marsó A, et al. Determinación de la composición nutricional de la carne de pollo argentina. *Diaeta*. 2016;34(156):10–8.
102. Solà-Oriol D. *3tres3*. 2020. Harina de pescado.
103. LABOMERSA. Harina de pescado: Principales Análisis y Usos.
104. Cuéllar Sáenz JA. *Veterinaria Digital*. 2021. Procesos en la fabricación de la harina de pescado.
105. Ionita E. Diferentes calidades de harina de pescado y sus aportes nutricionales. *Veterinaria Digital*. 2022 Aug 30;
106. Rojas A. *Salmon Expert*. 2018. Variables que condicionan la calidad de la harina de pescado.
107. Gómez G del CJ, Lara LM, Valenzuela MM. Categorización de residuos de pescado para la elaboración de subproductos de valor agregado. *Revista Ingenieros*. 2022;9(1):1.
108. Ortiz Gallardo MG. REPORTE DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA ENERGÍA TERMOSOLAR. Fondo Mexicano del Petróleo. 2018;
109. Daza IDG, Garzón CDH, Prieto BAN, Ramírez ER. Aplicación de la energía solar térmica en la actualidad. *Actual En Ing Mecánica y Electrónica*. 2020;37.
110. Janjai S, Bala BK. Solar drying technology. *Food Engineering Reviews*. 2012;4:16–54.
111. Deef M, Samy Helal H, El-Sebaee I, Nadimi M, Paliwal J, Ibrahim A. Harnessing Solar Energy: A Novel Hybrid Solar Dryer for Efficient Fish Waste Processing. *AgriEngineering*. 2023;5(4):2439–57.
112. Rodiles López JO, Zamora R. Secado en la industria de alimentos. *TecnoAgro*. <https://tecnoagro.com.mx/no.-143/secado-en-la-industria-dealimentos>; 2020.
113. De Piante Vicin D, López M. Conservación de alimentos. INTEC. 2019 Sep 15;
114. Bolaji BO, Olalusi AP. Performance evaluation of a mixed-mode solar dryer. *AU Journal of Technology*. 2008;11(4):225–31.

115. Maupoey PF. Introducción al secado de alimentos por aire caliente. Ed. Univ. Politéc. Valencia; 2001.
116. Reddy Mugi V, Chandramohan VP. Energy, exergy and economic analysis of an indirect type solar dryer using green chilli: A comparative assessment of forced and natural convection. *Thermal Science and Engineering Progress* [Internet]. 2021;24:100950. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451904921001128>
117. López Sosa LB. Saber Más. 2014. LA COCINA SOLAR. UN SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DIRECTO DE LA ENERGÍA SOLAR PARA COCER LOS ALIMENTOS JUNTO A OTRAS APLICACIONES.
118. Joan GG. La cocina solar. Un sistema de aprovechamiento directo de la energía solar para cocer los alimentos junto a otras aplicaciones. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Universidad Nacional de Barcelona* <http://www.ub.es/geocrit/b3w-376.htm> (04/09/03). 2003;
119. Omara AAM, Abuelnuor AAA, Mohammed HA, Habibi D, Younis O. Improving solar cooker performance using phase change materials: A comprehensive review. *Solar Energy*. 2020;207:539–63.
120. Herez A, Ramadan M, Khaled M. Review on solar cooker systems: Economic and environmental study for different Lebanese scenarios. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018;81:421–32.
121. Aramesh M, Ghalebani M, Kasaeian A, Zamani H, Lorenzini G, Mahian O, et al. A review of recent advances in solar cooking technology. *Renew Energy*. 2019;140:419–35.
122. Organización de las Naciones Unidas. ONU. 2015. Objetivo 2: Poner fin al hambre.
123. Castillo-Téllez B, Vega-Gómez CJ, Marzoug R, Téllez MC. SECADO CON TECNOLOGÍA SOLAR: UNA OPCIÓN PARA CONSERVACIÓN DE LA CARNE. *Energías Renovables*. 2023;10(51).
124. Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. DOF. 1995;
125. Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-110-SSA1-1994, Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. DOF, NOM-110-SSA1-1994 México: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4886029&fecha=12/12/1995#gsc.tab=0) ; 1995.
126. Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. DOF, NOM-113-SSA1-1994 México: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4880115&fecha=25/08/1995#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4880115&fecha=25/08/1995#gsc.tab=0) ; 1995.

127. Secretaría de Salud. NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. DOF- Diario Oficial de la Federación. 2020;