



UACAM
Universidad Autónoma de Campeche



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Centro de Investigación en
Materiales Avanzados, S.C.



**UNIVERSIDAD DE
GUADALAJARA**

Aprovechamiento comunitario de residuos de pescado

**GRUPO DE TRABAJO DEL PROYECTO: “Planta comunitaria para el
secado de productos pesqueros operada con energía termosolar
para su integración en comunidades rurales”, número de aprobación
CONAHCYT 319524**



ÍNDICE

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	6
2	INTRODUCCIÓN	7
3	RESIDUOS DE PESCADO Y SU APROVECHAMIENTO	7
4	HARINA DE PESCADO, ASPECTOS DE CALIDAD.....	9
5	FUNCIONES DE LOS NUTRIENTES EN LA ALIMENTACIÓN	12
6	PAUTAS PARA LA FORMULACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES 13	
7	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS	17
7.1	MOLINO DE FORRAJE (CRIBADORA).....	17
7.1.1	<i>Preparación del Molino.....</i>	<i>18</i>
7.1.2	<i>Operación del Molino.....</i>	<i>19</i>
7.2	MÁQUINA DE TAMIZ AUTOMÁTICA DE ACERO INOXIDABLE.....	19
7.2.1	<i>Preparación del equipo</i>	<i>20</i>
7.2.2	<i>Operación del equipo</i>	<i>20</i>
7.3	MEZCLADORA	20
7.3.1	<i>Preparación del equipo</i>	<i>21</i>
7.3.2	<i>Operación del equipo</i>	<i>21</i>
7.4	MOLINO PULVERIZADOR.....	22
7.4.1	<i>Preparación del Equipo.....</i>	<i>23</i>
7.4.2	<i>Operación del Equipo.....</i>	<i>23</i>
7.5	PELETIZADORA DE ALIMENTOS.....	24
7.5.1	<i>Preparación del equipo</i>	<i>24</i>
7.5.2	<i>Operación del equipo</i>	<i>25</i>
7.6	PRENSA MANUAL DE ALIMENTOS	25

7.6.1	<i>Preparación del equipo</i>	26
7.6.2	<i>Operación del Equipo</i>	26
8	PROCESO PARA OBTENCIÓN DE HARINA DE PESCADO	27
9	FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA TILAPIA DE AGUA DULCE	31
10	FORMULACIÓN ALIMENTO PARA POLLO DE ENGORDE, ETAPA CRECIMIENTO	34
11	ANÁLISIS NUTRIMENTAL DE LOS ALIMENTOS REALIZADOS	37
12	ANEXOS	39
13	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Molino de Forraje, principales componentes.....	18
Figura 2 Máquina de Tamiz Automática, principales componentes.	19
Figura 3 Mezcladora, principales componentes.	21
Figura 4 Molino Pulverizador, principales componentes.....	22
Figura 5 Peletizadora de Alimentos, principales componentes.....	24
Figura 6 Prensa Manual de Alimentos, principales componentes.....	26
Figura 7 Diagrama de flujo para proceso de obtención de harina de pescado.	30
Figura 8 Diagrama de flujo de proceso para la obtención de alimento para tilapia.	33
Figura 9 Diagrama de flujo de proceso para la obtención de alimento para alimento de canino adulto.	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones químicas para harina de pescado. Fuente: NMX-Y-013-1998-SCFI.....	9
Tabla 2 Composición comparada de diversos organismos reguladores en alimentos e ingredientes para piensos de alimentación animal. Fuente: FEDNA, CVB, INRA, NRC y de Brasil.....	10
Tabla 3 Especificaciones para cumplir el producto denominado "Alimento para gallinas en producción de huevo para el plato". Fuente: 1.NOM-Y-121-A-1979.....	14
Tabla 4 Especificaciones para el producto denominado "Alimento para la iniciación de pollo para producción de carne". Fuente: NOM-Y-119-A-1979.....	15
Tabla 5 Requerimiento de proteína, carbohidratos y lípidos en dietas para tilapia. Fuente: Sistema de Información sobre Alimentos y Recursos Fertilizantes para la Acuicultura, FAO.	16
Tabla 6 Niveles óptimos de vitaminas y minerales para tilapia. Fuente: Sistema de Información sobre Alimentos y Recursos Fertilizantes para la Acuicultura, FAO.	17
Tabla 7 Parámetros de cocción mínimos de acuerdo con el tipo de alimento. Tomado de NOM-251-SSA1-2009.	28
Tabla 8 Fórmula para alimento para tilapia en etapa de engorde. Fuente: elaboración propia.	31
Tabla 9 Materias primas o insumos a pesar para preparar 6 kilogramos de alimento balanceado para pollo de carne en etapa de crecimiento.....	34
Tabla 10 Resultados de análisis bromatológicos para los desarrollos de alimentos balanceados. Fuente: elaboración propia.....	37

1 PRESENTACIÓN

Con el propósito de contribuir al fortalecimiento de la competitividad en México, así como impulsar las tecnologías de secado solar en el Estado de Campeche, se ha elaborado el presente Manual de Secado Solar de Alimentos, con enfoque a productos pesqueros, el cual pretende ser una herramienta necesaria para apoyar las actividades de investigación e incrementar la transferencia de tecnología para las comunidades pesqueras de dicha región.

Se mencionan a grandes rasgos los elementos constitutivos del derecho a la alimentación y los diferentes métodos de conservación de alimentos conocidos hasta el momento. Consecuentemente, se describe con un enfoque integrador tanto la importancia como los procedimientos de la deshidratación de alimentos analizando las ventajas y desventajas de este importante proceso de conservación.

Otra contribución muy importante es la descripción de las tecnologías de secado solar, sus requerimientos, afectaciones, necesidades que cubre, el potencial de su aplicación, entre otros factores; es decir, todas las variables de importancia para llevar al completo éxito su aplicación a cualquier nivel.

Finalmente, el manual también cubre aspectos relacionados con el aprovechamiento del recurso solar y pluvial en beneficio de las comunidades pesqueras. Lo anterior a través de sugerencias para el uso de destiladores solares y mecanismos para recolección de agua lluvia, importantes en estas regiones donde los afluentes de agua dulce pueden ser escasos.

Con este documento se pretende contribuir a la implementación sustentable de las tecnologías de secado solar, abordándose los temas prioritarios en cada una de sus etapas para que se logren obtener productos secos de gran calidad, que se puedan comercializar en los mercados internacionales dinamizando de esta manera la economía del sector agroindustrial de la región.

2 INTRODUCCIÓN

La formulación de alimentos balanceados para animales domésticos y de granja, dependerá de la especie la edad y los objetivos para los que está dirigido el alimento como, crecimiento, engorda, ovación, crianza, mantenimiento, entre otros.

Existe la disponibilidad de un sinnúmero de materias primas o insumos que pueden utilizarse con fines de hacer fórmulas balanceadas que igualmente dependerán de la especie. Hay diversas fuentes donde pueden consultarse los datos de los valores nutritivos de cada materia prima así como las normas que establecen las pautas para realizarlos de manera inocua y adecuada al objetivo.

En contextos comunitarios, es preferible y factible que los productores empleen para formular materias primas locales, siendo este punto muy importante para tomar en cuenta para fortalecer la localización y apropiación de los modos de producción, valorizando a los propios proveedores locales quienes deben organizar la manera de la producción, recolección y disposición de los insumos.

El actual proyecto cuenta con todos los equipos requeridos para la realización de los alimentos balanceados deseados.

3 RESIDUOS DE PESCADO Y SU APROVECHAMIENTO

Los residuos de pescado se componen principalmente de piezas completas o sus partes, como cabezas, espinas, vísceras, agallas, músculo oscuro, aletas y piel. El desperdicio de especies por pieza completa se debe principalmente al incumplimiento de la talla o a que se trata de especies de poco valor comercial para el pescador.

En el contexto comunitario pesquero, el desperdicio de pescado es un fenómeno habitual. Diversos factores descritos en el presente proyecto están relacionados con este fenómeno, como el desperdicio de especies pequeñas, criollas de bajo valor comercial, de baja talla, la piratería e incluso el derecho de piso.

Aunque los volúmenes de pesca son relativamente menores a las empacadoras nacionales, estas pérdidas representan un golpe duro a la economía de los pescadores, quienes no están preparados para tomar otra actividad económica debido a que la labor de la pesca requiere de realizar un jornal largo en el día a día que impide tener horas libres para ello.

El presente proyecto propone aprovechar los residuos de pescado para fortalecer la economía circular, de manera que dar valor agregado a todos los residuos sea una propuesta para mejorar el nivel socioeconómico de los involucrados.

Una excelente alternativa para el aprovechamiento de los residuos de pescado es la elaboración de harina de pescado, un ingrediente de uso habitual en las formulaciones y piensos de uso pecuario, acuicultura o para mascotas por ser rico en proteínas, grasas y minerales. La composición nutricional y calidad de esta dependen de varios factores, como el tipo de pescado utilizado, la frescura de este, la conservación y el procesado térmico.

Las harinas de pescado azul, como el arenque o el salmón, presentan un mayor contenido en proteínas y grasas que las harinas de pescado blanco, como la merluza o el bacalao. Esto se debe en parte a que los pescados azules suelen ser de mayor tamaño y tienen una mayor proporción de músculo y de grasas. La conservación de la harina de pescado también tiene un impacto en su calidad. Una mala conservación puede provocar la generación de compuestos de degradación que pueden alterar su aceptabilidad y aptitud en porcino.

Finalmente se realiza la precisión sobre los diferentes tipos de harina de pescado de acuerdo con la normatividad mexicana NMX-Y-015-SCFI-2006:

Harina de pescado con solubles: Es el producto obtenido del cocimiento, prensado, deshidratación y molienda de pescados limpios y partes de ellos que no hayan entrado en estado de descomposición, adicionados de sus solubles deshidratados y molidos. No deberá, por ningún motivo, contener tejidos avícolas ni de especies rumiantes. Se entiende por soluble de pescado, el producto obtenido de la concentración de la porción acuosa de la mezcla resultante del prensado de los tejidos del pescado.

A su vez al NMX-Y-013-1998-SCFI, especifica:

Harina de pescado: Es un producto concentrado resultante del cocimiento, prensado, deshidratación y molienda de pescados enteros o subproductos frescos bien conservados en refrigeración hasta su procesamiento, libre de gérmenes y sustancias nocivas para la salud animal y acuícola, especificando si se adiciona o no con los sólidos recuperados por tratamiento de agua de cola. Debe tener adicionado etoxiquinoleína en forma homogénea, en una cantidad tal que garantice la calidad del producto, y no sea dañina a la especie a la que se destine.

Y establece los siguientes parámetros químicos de calidad:

Tabla 1 Especificaciones químicas para harina de pescado. Fuente: NMX-Y-013-1998-SCFI.

Parámetros	Mínimo %	Máximo %	Método de prueba
Proteína cruda	62.00		NMX-Y-118-A
Fibra cruda		1.00	NMX-Y-094
Extracto etéreo		12.00	NMX-Y-103
Humedad		10.00	NMX-Y-098
Cenizas		16.00	NMX-Y-093
Digestibilidad en pepsina al 0.2%	93%		NMX-Y-085
Calcio	5.00		NMX-Y-021
Fósforo	2.50		NMX-Y-100
Cloruros		2.00	NMX-F-360-S
Etoxiquinoleína	250 ppm		NMX-Y-006-SCFI

4 HARINA DE PESCADO, ASPECTOS DE CALIDAD

La calidad de la harina de pescado, como ya se mencionó, depende de las partes y proporciones usadas en la elaboración, sin embargo, hay al menos cinco recursos internacionales que indican las proporciones nutrimentales de la misma (Tabla 2).

Tabla 2 Composición comparada de diversos organismos reguladores en alimentos e ingredientes para piensos de alimentación animal. Fuente: FEDNA, CVB, INRA, NRC y de Brasil.

	FEDNA¹ (España)	CVB¹ (Países Bajos)	INRA² (Francia)	NRC³ (Canadá)	BRASIL⁴
MS (%)	92,0-93,0	91,1-91,7	94,3-92,0	93,7	91,7-92,0
Valor energético (kcal/kg)					
Proteína bruta (%)	59,0-70,0	56,3-70,7	62,6-69,9	63,3	54,6-63,8
Extracto etéreo (%)	9,0-9,5	14,2-10,1	8,9-9,3	9,7	8,1-5,9
Fibra bruta (%)	1,0-0,4	0,0	0,0	0,2	0,7-0,0
Almidón (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Azúcares (%)	0,0	0,0	0,0	-	-
ED crecimiento	3540-4230	-	3720-4070	3958	3050-3170
EM crecimiento	3090-3590	-	3370-3680	3528	2740-2845
EN crecimiento	1965-2770	2513-2464	2190-2370	2351	1733-1726
EN cerdas	1965-2270	2513-2464	2180-2360	2351	1733-1736
Valor proteico					
Digestibilidad proteína bruta (%)	86-89	85	85	85	79-87,6
Composición amino ácidos (% PB)					
Lys	7,05-7,50	7,6	7,40-7,50	7,21	6,10-6,77
Met	2,50-2,80	2,8	2,60-2,80	2,73	2,36-2,51
Met + Cys	3,30-3,70	3,7	3,40-3,70	3,70	4,12-3,39
Thr	4,10-4,10	4,2	4,10-4,20	4,10	4,03-4,04
Trp	0,95-1,05	1,1	1,00	1,00	0,81-0,96
Ile	4,10-4-10	4,2	4,00-4,30	4,05	3,81-3,79
Val	4,75-4,90	4,9	4,80-5,10	4,84	4,74-4,70
Arg	6,05-5,90	5,9	6,10-5,80	6,07	5,95-6,10
Digestibilidad ileal estandarizada (% PB)					
Lys	89-91	89-90	90-92	86	77,1-88,1
Met	88-90	89-91	91-93	87	74,3-87,2
Met + Cys	86-88	81,5	89-91	75,5	64,4-84,6
Thr	88-88	88-86	86-89	81	67,6-84,9

	FEDNA¹ (España)	CVB¹ (Países Bajos)	INRA² (Francia)	NRC³ (Canadá)	BRASIL⁴
Trp	86-87	86-89	89-91	76	73,5-84,4
Ile	90-91	90-89	89-91	83	76,5-88,2
Val	89-90	89-88	88-90	83	70,1-85,9
Arg	90-91	92-94	94-95	86	83,1-88,5
Minerales (%)					
Ca	5,30-2,55	4,01-2,70	5,54-2,41	4,28	5,75-4,70
P	3,00-2,00	2,64-2,19	3,10-2,06	2,93	2,99-2,41
Pfítico	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00
Pdisponible	3,00-2,00	-	-	-	2,99-2,41
Pdigestible	2,40-1,60	2,03-1,69	2,39-1,59	2,40	2,41-1,94
Na	0,84-0,90	1,05	1,12-0,95	-	0,86-0,50
Cl	1,50-1,55	1,52-1,53	1,63-1,51	-	0,9-nd
K	0,85-1,18	0,64-1,40	0,74-1,22	0,62	0,68-0,58
Mg	0,2	0,23	0,26-0,19	0,13	0,16-nd

1. Para los sistemas de valoración FEDNA y CVB se presenta el rango de valores (mínimo y máximo) procedentes de la integración de las 4 clasificaciones diferentes que este sistema de valoración considera básicamente en función del contenido en proteína (59%, 62-64%, 65-67% y 70%, respectivamente), que difiere básicamente por el tipo de pescado utilizado y proceso de obtención (alta (>90°C) o baja (<70°C) temperatura).
2. Para el sistema de valoración INRA se presenta el rango de valores (mínimo y máximo) procedentes de la integración de las 3 clasificaciones que este sistema de valoración considera en función del nivel de proteína bruta (62%, 65% y 70%) siguiendo la misma filosofía que FEDNA y CVB.
3. Para el sistema de valoración NRC se presenta solo el dato medio ya que el sistema de valoración americano asume que no hay capacidad para discernir entre calidades y que todo se mezcla con lo que considera una sola calidad como valora medio (64% proteína).
4. Para el sistema de valoración BRASIL se presenta el rango de valores (mínimo y máximo) procedentes de la integración de las 2 clasificaciones que este sistema de valoración considera en función del nivel de proteína bruta (54% y 61%) básicamente explicado por la calidad del pescado utilizado.

En general, la harina de pescado tiene un alto contenido de proteína, pero también puede contener una cantidad significativa de grasa; el contenido de proteína es el factor que más influye en la composición de la harina de pescado medio de proteína es de 63,8% y el contenido de grasa tiene un mayor impacto en la estimación del valor de energía que el contenido de proteína. La materia seca es relativamente estable, con un valor promedio de 92,2%.

5 FUNCIONES DE LOS NUTRIENTES EN LA ALIMENTACIÓN

Los nutrientes mayoritarios en los alimentos son de cuatro tipos principales:

1. **PROTEÍNAS:** Las proteínas son necesarias para la formación de mayor cantidad de músculo que se traduce en formación de carne. La cantidad de proteína puede aumentarse para alcanzar este objetivo, sin embargo, se debe tomar en cuenta los valores recomendados ya que, si estos se exceden, pueden conllevar a daños al animal, ya que por exceso pueden intoxicarse. La principal fuente de proteínas será por lo general carnes y granos de alto valor proteico como la soya, la avena, las lentejas, el frijol.
2. **CARBOHIDRATOS Y FIBRA:** Los carbohidratos son la fuente de energía en los alimentos, dependiendo la especie con la que se trabaje, es la eficiencia y requerimientos de estos, por ejemplo, los perros y gatos son preferentemente carnívoros y sus necesidades de carbohidratos son pequeños. Los carbohidratos dietéticos son macronutrientes esenciales para los omnívoros. Las fibras dietética y bruta son un tipo de carbohidrato que no se puede digerir, pero que tiene numerosos beneficios para la salud, como la promoción de la salud intestinal y la reducción del riesgo de enfermedades crónicas.
3. **LÍPIDOS:** Los lípidos, también conocidos como grasas, tienen al igual de los carbohidratos la función de aportar energía, a su vez; sirven para apoyar a la absorción de algunas vitaminas que son compatibles con las grasas, como la vitamina A y E. Los ácidos grasos son macronutrientes que proporcionan energía concentrada. Pueden almacenarse en el organismo para su uso posterior o utilizarse de inmediato. Algunos ácidos grasos esenciales, que no pueden ser sintetizados por el organismo, cumplen diversas funciones en la fisiología del organismo como la regulación del metabolismo, la función cerebral y el desarrollo del sistema nervioso.
4. **VITAMINAS, MINERALES Y OTROS NUTRIENTES:** Este grupo de nutrimentos siempre que se añadan será en general en muy bajas cantidades y sirven para apoyar, regular el metabolismo y las funciones corporales. Su importancia radica en que, aunque se requieren en bajas cantidades, sin ellos no es posible tener estados saludables.

5. **ENERGÍA:** La energía es un componente esencial del metabolismo. Es proporcionada por los lípidos, los carbohidratos y las proteínas, y se utiliza para mantener las funciones vitales, crecer, reproducirse, amamantar y realizar actividades físicas.

6 PAUTAS PARA LA FORMULACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES

En el sentido estricto, para contextos comunitarios, es deseable el aprovechamiento de las mayorías primas locales de abundancia para la elaboración de piensos sin embargo podemos señalar que es deseable mantener concordancia con las exigencias y pautas que establecen las diversas normas oficiales mexicanas, así como internacionales con el objeto de que al haber alguna oportunidad de comercializar los productos, los pescadores tengan la certeza de que son adecuados para un aprovechamiento comercial de gran escala.

De acuerdo con la NOM-061-ZOO-1999, corresponden a la categoría de alimento balanceado, aquellos alimentos que se encuentran listos para ser consumidos. Su diseño es tal que les permite ser la asignación única de alimento al día para el animal consumidor, ya que su balance cubrirá todas las necesidades de crecimiento, mantenimiento y/o reproducción.

En el diseño de alimentos balanceados para aves de corral es importante destacar algunos conceptos clave, por ejemplo, las necesidades energéticas diarias se expresan en la energía metabolizable aparente (EMA), los valores de energía bruta (EB). Los valores del EMA son dependientes del nivel de ingestión y suelen corregirse en nitrógeno (EMAn; retención nitrogenada cero) para tener en cuenta el nitrógeno perdido como proteína tisular proteína de huevo o se excreta en ácido úrico. De esta manera el EMAn es un parámetro experimental de importancia. A su vez para aves de corral suele ser más importante el contenido de ciertos aminoácidos sobre el contenido total de proteína bruta.

Para el caso de formulaciones de alimentos para mascotas y animales de compañía, la Federación Europea de Fabricantes de Alimentos para Animales de Compañía, sugiere utilizar los principios de cálculos de la:

Energía bruta (EB): energía total obtenida por la combustión completa de un alimento en una bomba calorimétrica.

Energía metabolizable (EM): energía digestible menos la energía perdida a través de la orina y los gases combustibles.

Energía digestible (ED) Es la energía bruta menos la energía bruta de las heces resultante del consumo de ese alimento para mascotas.

A lo anterior indica una pauta para la elaboración de dichos alimentos con requerimientos de proteína que van de los 2 a los 6.25 gramos de proteína por cada kilogramo de peso vivo para gatos y perros en concordancia con la edad, la actividad física y el tipo de raza, los cuales cumple sin problema un buen porcentaje de harina de pescado en los alimentos balanceados. En este caso los requerimientos de aminoácidos esenciales son un parámetro de especial cuidado, la mayoría de las harinas de pescado tienen 7 de los 10 aminoácidos esenciales para la alimentación de estos, así como el contenido adecuado de ácido linoleico FEDNA.

Para México, sin embargo, algunas de las normas especifican algunos valores de referencia dependiendo el propósito de la alimentación y la especie a la que se dirige, por ejemplo:

1. NOM-Y-121-A-1979, Alimento para gallinas en producción de huevo para el plato.

Dicha NOM, establece las siguientes especificaciones (Tabla 3) para cumplir el producto denominado "Alimento para gallinas en producción de huevo para el plato".

Tabla 3 Especificaciones para cumplir el producto denominado "Alimento para gallinas en producción de huevo para el plato". Fuente: 1.NOM-Y-121-A-1979.

	Tipo 1	Tipo 2
Especificaciones	%min-%máx	%min-%máx
proteína	15.0	14.0
Grasa	1.5	1.5
Fibra	7.0	7.0
Cenizas	12.0	12.0
Humedad	12.0	12.0
Extracto libre de nitrógeno	Por diferencia con 100	Por diferencia con 100
Calcio total	2.75	2.75
Fósforo	0.60	0.60
Lisina		0.60
Metionina		0.27

A su vez para pollo con objetivo de producción de carne se tiene:

Tabla 4 Especificaciones para el producto denominado "Alimento para la iniciación de pollo para producción de carne". Fuente: NOM-Y-119-A-1979.

	Tipo 1	Tipo 2
Especificaciones	%min-%máx	%min-%máx
proteína	22.0	20.0
Grasa	2.0	2.0
Fibra	5.0	5.0
Cenizas	7.0	7.0
Humedad	12.0	12.0
Extracto libre de	Por diferencia con 100	Por diferencia con 100
Calcio total	1.0	1.0
Fósforo	0.7	0.7
Lisina		1.2
Metionina		0.5

Por su parte las normas españolas FEDNA, establecen valores concordantes a los mencionados en las normas referidas. En general en el caso de las EMAN en aves de corral son deseables valores entre 2500 a 3100 kcal/kg. Cabe destacar también que la harina de pescado provee de acuerdo con la composición FEDNA, tanto el nivel de aminoácidos de lisina y metionina como de calcio y fosforo en la diversa proporción de alimentación.

Otro uso interesante en el aprovechamiento de la harina de pescado puede ser la cría de peces en granja, por ejemplo, de tilapia de agua dulce *Oreochromis niloticus*. De acuerdo con la FAO, En los países desarrollados, los alimentos balanceados para tilapia son fácilmente accesibles y proporcionan una dieta completa. Sin embargo, en los países en desarrollo, los alimentos balanceados son a menudo caros y difíciles de encontrar. En estos países, los acuicultores suelen utilizar abonos y subproductos agropecuarios para alimentar a la tilapia, ya que son más asequibles y tienen una buena relación costo-eficiencia. En los países en desarrollo que no exportan tilapia, los acuicultores dependen exclusivamente de estos ingredientes, ya que no hay disponibilidad de alimentos balanceados.

La tilapia requiere diez aminoácidos esenciales y las necesidades de proteína para un crecimiento óptimo dependen de la calidad/fuente de la proteína en la dieta, el tamaño/edad del pez y el contenido energético de la dieta. Se ha reportado que la necesidad varía desde un máximo de 45-50% para las larvas recién alimentadas, 35-40% para alevines y prejuveniles (0,02-10 g), 30-35% para juveniles (10,0-25,0 g) hasta 28-30% para peces en crecimiento (>25,0 g) (Tabla 2). La mejor digestibilidad de la proteína ocurre a 25 °C y la relación óptima proteína-energía en la dieta se estima entre 110 y 120 mg por kcal de energía digestible respectivamente para alevines y prejuveniles.

La tilapia no exige una dieta rica en HUFAs omega-3 como otros peces marinos. En lugar de necesitar EPA y DHA, la tilapia puede obtener sus n-3 necesarios a partir del ácido linolénico, un omega-3 más simple, esto significa que la tilapia puede criar con dietas menos costosas y complejas en términos de grasas omega-3. Para los reproductores de tilapia se requiere alrededor de 40-45% de proteína para una reproducción óptima, eficiencia de desove y para el crecimiento y supervivencia de las larvas.

Tabla 5 Requerimiento de proteína, carbohidratos y lípidos en dietas para tilapia. Fuente: Sistema de Información sobre Alimentos y Recursos Fertilizantes para la Acuicultura, FAO.

Nutrientes esenciales	Estadio	Requerimiento
Proteína	Alevino/juvenil	45 - 60 / 35 - 45
	Engorde	25 - 35 %
	Reproductor	25 - 35 %
Carbohidratos	Alevino/juvenil	< 25 %
	Engorde	25 - 30 %
	Reproductor	No conocido
Proteína: Relación energética	Alevino/juvenil	120 / 110 mg/kg
	Engorde	103 mg/kg
	Reproductor	No conocido
Lípidos: Totales Ω-6EFA Ω-3 EFA	Alevino	5 - 8 %
	Adulto	8 - 10 %
	Todos los estadios	0,5 - 1,0 %
	Todos los estadios	0,5 - 1,0 %

Tabla 6 Niveles óptimos de vitaminas y minerales para tilapia. Fuente: Sistema de Información sobre Alimentos y Recursos Fertilizantes para la Acuicultura, FAO.

Vitaminas esenciales	Requerimiento dietario	Minerales esenciales	Requerimiento dietario
A	2.000 – 5.000 UI	Ca	0,3 – 0,7 %
B1	2 – 60 mg/kg	P	0,5 – 1,0 %
B2	5 – 60 mg/kg	I	0,6-1,1 mg/kg
B6	2 – 20 mg/kg	Mg	0,5 – 0,8 g/kg
C	50 – 1.250 mg/kg	Zn	20 – 30 mg/kg
D	375 UI	Fe	< 17,05 mg/L
E	100 – 500 UI o 50 – 100 mg/kg	Cu	< 1,27 mg/L
		Cr	2 mg/kg

En general, alimentos conteniendo 25 – 35% de proteína cruda (CP) proveen los nutrientes necesarios para los reproductores de tilapia, que son similares a los de engorde. Dependiendo la etapa de crecimiento en que se encuentra el pescado, será la formulación, en las tablas 5 y 6 se indican algunos valores nutrimentales como ejemplo.

7 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Cada uno de los equipos a utilizar se describen a continuación:

7.1 MOLINO DE FORRAJE (CRIBADORA)

El molino de forraje es un equipo que permite obtener un tamaño de partícula estandarizado de acuerdo con las necesidades del proceso a partir del forraje obtenido en el campo.

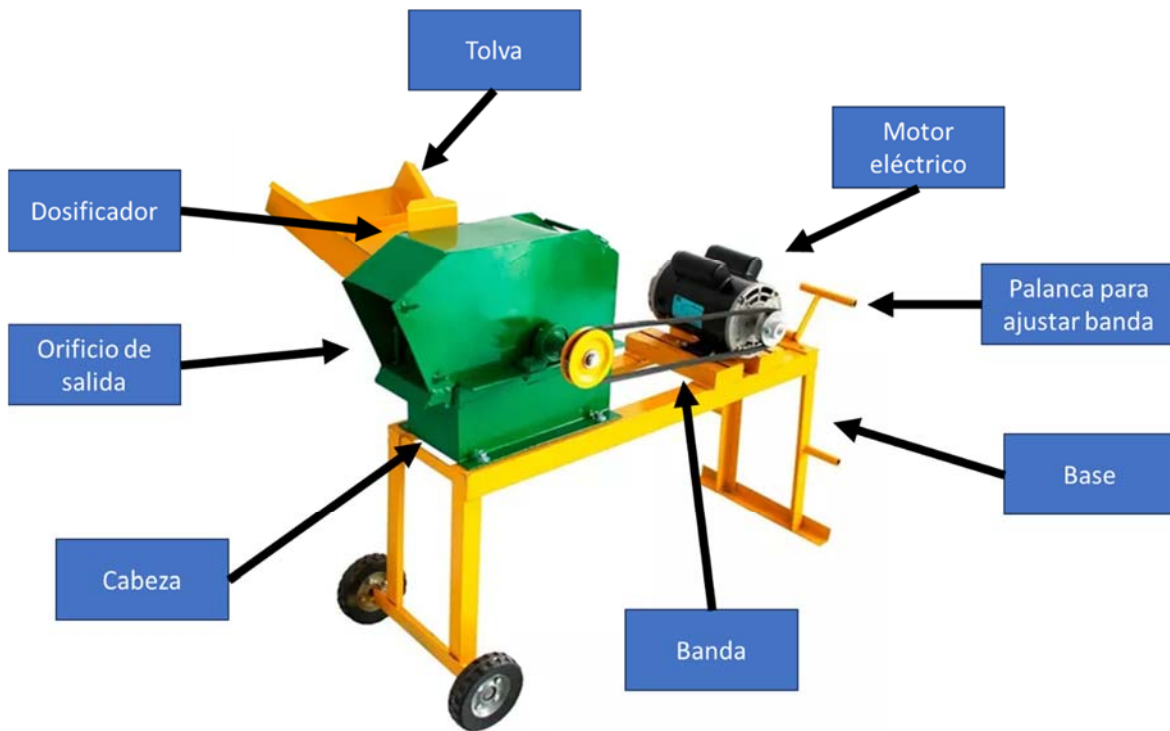


Figura 1 Molino de Forraje, principales componentes.

Para la operación del equipo se necesita utilizar el equipo de protección personal, que consiste en gafas de seguridad, guantes y cofia, además del siguiente material: Costales para colectar el forraje cortado, molino de forraje, palanca de alimentación y forraje. Una vez que se tiene el material listo para su funcionamiento se realiza el siguiente procedimiento de operación:

7.1.1 Preparación del Molino

1. Sanitizar el molino previo a su utilización, revisar que se encuentre en buenas condiciones, verificando que todas las piezas del equipo estén correctamente ensambladas y fijas en su posición correspondiente ajustar el costal colector en el orificio de salida del molino.
2. Preparar el forraje, revisar que no presente material extraño y se encuentre en una posición de fácil manejo de preferencia en posición vertical al orificio del molino para facilitar la alimentación del equipo.

7.1.2 Operación del Molino

1. Encienda el molino (enchufar), cuidando que el personal, no se encuentre manipulando el equipo de forma manual cercano a los orificios de salida y alimentación.
2. Añadir el forraje en el orificio de alimentación del molino de manera gradual y constante monitoreando el funcionamiento del equipo evitando atascos.
3. Utilizar la palanca de alimentación para empujar el forraje dentro del orificio de alimentación evita que la palanca entre dentro del orificio.
4. Es indispensable evitar una sobre carga del molino con forraje ya que esto podría provocar que se atasque el equipo, si esto ocurre es necesario apagar y desconectar el equipo para poder manipular de manera manual el molino, realizando la limpieza y eliminación del material atascado.
5. Al terminar la molienda o cada que se cambie de costal colector, es necesario apagar y desconectar el equipo de la fuente de energía con el fin de evitar accidentes.
6. Después de terminar la molienda se debe apagar y desconectar el equipo de la fuente de energía es necesario limpiar todas las partes del molino para evitar la acumulación de residuos.

7.2 MÁQUINA DE TAMIZ AUTOMÁTICA DE ACERO INOXIDABLE

La máquina de tamiz automática es un equipo que consta de una serie de tamices o rejillas con un tamaño de poro específico, el cual permite por medio de una agitación constante y automática la separación de la materia prima de acuerdo con su tamaño. El producto final es obtener una materia prima con tamaño de partícula altamente homogénea.



Figura 2 Máquina de Tamiz Automática, principales componentes.

Para la operación del equipo se necesita utilizar el equipo de protección personal, que consiste en gafas de seguridad, guantes, cubrebocas y cofia, además del siguiente material: bolsas o recipiente colector, Tamiz o rejilla con tamaño de poro seleccionado, materia prima (forraje cribado). Una vez que se tiene el material listo para su funcionamiento se realiza el siguiente procedimiento de operación:

7.2.1 Preparación del equipo

Limpia y sanitizar el equipo antes de usar, asegurar que el equipo este sanitizado y seco. Asegurar y verificar que el tamiz (rejilla) este perfectamente ensamblada.

7.2.2 Operación del equipo

1. Colocar el recipiente o bolsa colectora en el orificio de salida del producto
2. Conectar el equipo en la fuente de energía, encender el equipo.
3. Colocar la materia prima en la superficie del tamiz evitando saturar la superficie del tamiz.
4. Realizar una agitación ligera y sin presionar la superficie del tamiz de manera manual.
5. Monitorizar el proceso de tamizado con el fin de asegurar el funcionamiento correcto y de retirar la materia prima que no pase por la rejilla y remplazar esta misma por nueva materia prima ha tamizar.
6. Evitar que el equipo se sobre caliente, si esto ocurre es necesario detener el proceso y esperar a que disminuya la temperatura del equipo.
7. Una vez terminado de tamizar, se debe apagar el equipo, desconectarlo de su fuente de energía y realizar una limpieza del equipo.

7.3 MEZCLADORA

La mezcladora horizontal, es un equipo que permite realizar la mezcla de diferentes materias primas (ingredientes) con la finalidad de obtener una mezcla homogénea.

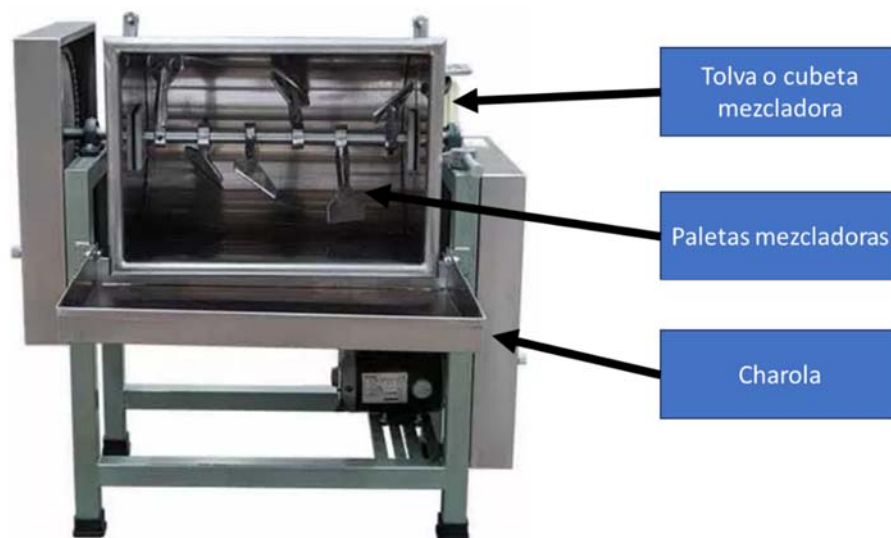


Figura 3 Mezcladora, principales componentes.

Para la operación del equipo se necesita utilizar el equipo de protección personal, que consiste en gafas de seguridad, guantes, cubrebocas y cofia, además del siguiente material: Recipiente colector, materia prima (Ingredientes). Una vez que se tiene el material listo para su funcionamiento se realiza el siguiente procedimiento de operación:

7.3.1 Preparación del equipo

Limpiar y sanitizar el equipo antes de usar, asegurar que el equipo este sanitizado y seco.

Revisar que las paletas mezcladoras se encuentren fijas y aseguradas.

7.3.2 Operación del equipo

1. Seleccionar los ingredientes que serán mezclados. Asegurar que las proporciones (peso) y condiciones de los ingredientes sean óptimos de acuerdo a la orden de trabajo.
2. Cargar los ingredientes en la tolva o la cubeta de la mezcladora, evitar sobre cargar la máquina.
3. Conectar la mezcladora a la fuente de energía.
4. Antes de encender el equipo, asegurar que ningún operador este manipulando el equipo de forma manual, antes de encenderlo.
5. Encender el equipo.
6. Observar el proceso de mezcla y asegurar el funcionamiento óptimo de la mezcladora.
7. El proceso de mezclado tiene un tiempo aproximado de 5 a 20 min., una vez pasado el tiempo observar que la mezcla esta homogénea.

8. Al término del mezclado es necesario apagar el equipo y desconectar de su fuente de energía antes de manipular manualmente el equipo.
9. Retirar la mezcla vaciando la mezcla en la charola del equipo.
10. Pasar la mezcla a un recipiente colector adecuado.
11. Una vez terminada la mezcla, es necesario realizar una limpieza del equipo.

7.4 MOLINO PULVERIZADOR

El molino pulverizador, es un equipo que permite obtener materia prima (ingredientes) y mezclas, en forma de polvo o partículas finas (harinas).

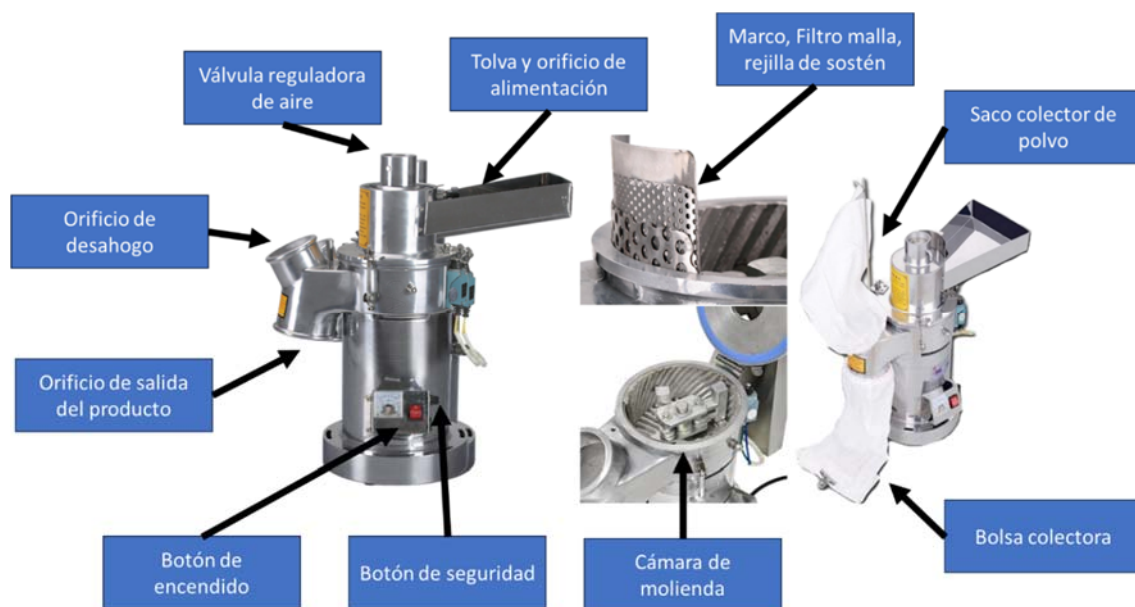


Figura 4 Molino Pulverizador, principales componentes.

Para la operación del equipo se necesita utilizar el equipo de protección personal, que consiste en gafas de seguridad, guantes, cubrebocas y cofia, además del siguiente material: Bolsa coollectora, saco colector de polvo del orificio de desahogo y materia prima o mezcla. Una vez que se tiene el material listo para su funcionamiento se realiza el siguiente procedimiento de operación:

7.4.1 Preparación del Equipo

1. Limpiar y sanitizar el equipo antes de usar, asegurar que el equipo este sanitizado y seco.
2. Seleccionar el filtro de malla que se utilizara para pulverizar la materia prima, esto de acuerdo con las necesidades del proceso.
3. Colocar el filtro de malla seleccionado en medio del marco y la rejilla de sostén y colocar en la pared de la cámara de molienda al lado del orificio de salida del producto. Revisar el ensamblado de la malla con el fin de permitir un cerrado adecuado de la cámara de molienda.
4. Ajustar la tapadera de la cámara de molienda con los tornillos que se encuentran en la parte exterior de la tapadera.

7.4.2 Operación del Equipo

1. Colocar el saco colector de polvo en el orificio de desahogo.
2. Colocar y fijar la bolsa colector en el orificio de salida del producto.
3. Conectar el equipo a la fuente de energía.
4. Encender el equipo y regular la entrada de aire utilizando la válvula reguladora de aire, que se encuentra en la parte superior de la tapadera de la cámara del molino (esto evita un calentamiento rápido del molino).
5. Añadir la materia prima o mezcla en la tolva y suministrar el orificio de alimentación del molino de manera gradual y constante monitoreando el funcionamiento del equipo evitando atascos.
6. Utilizar la palanca de alimentación para empujar la materia prima o mezcla dentro del orificio de alimentación evita que la palanca entre dentro del orificio.
7. Es indispensable evitar una sobre carga del molino, ya que esto podría provocar que se atasque el equipo, si esto ocurre es necesario apagar y desconectar el equipo para poder manipular de manera manual el molino, realizando la limpieza y eliminación del material atascado.
8. Monitorear la temperatura de la cámara de molienda de forma manual, si esta comienza a calentarse es necesario detener el proceso y esperar a que se enfríe, con el fin de evitar que la materia prima o mezcla se caramelize o se degrade por acción del calor.
9. Al terminar de pulverizar toda la materia prima o mezcla o cada que se cambie la bolsa colector, es necesario apagar y desconectar el equipo de la fuente de energía con el fin de evitar accidentes.
10. Después de terminar de pulverizar se debe apagar y desconectar el equipo de la fuente de energía es necesario limpiar todas las partes del molino para evitar la acumulación de residuos y la contaminación por microorganismos.

7.5 PELETIZADORA DE ALIMENTOS

La peletizadora, es un equipo que permite compactar mezclas en formato de pellets (croquetas), mediante un proceso de alta presión y calor.

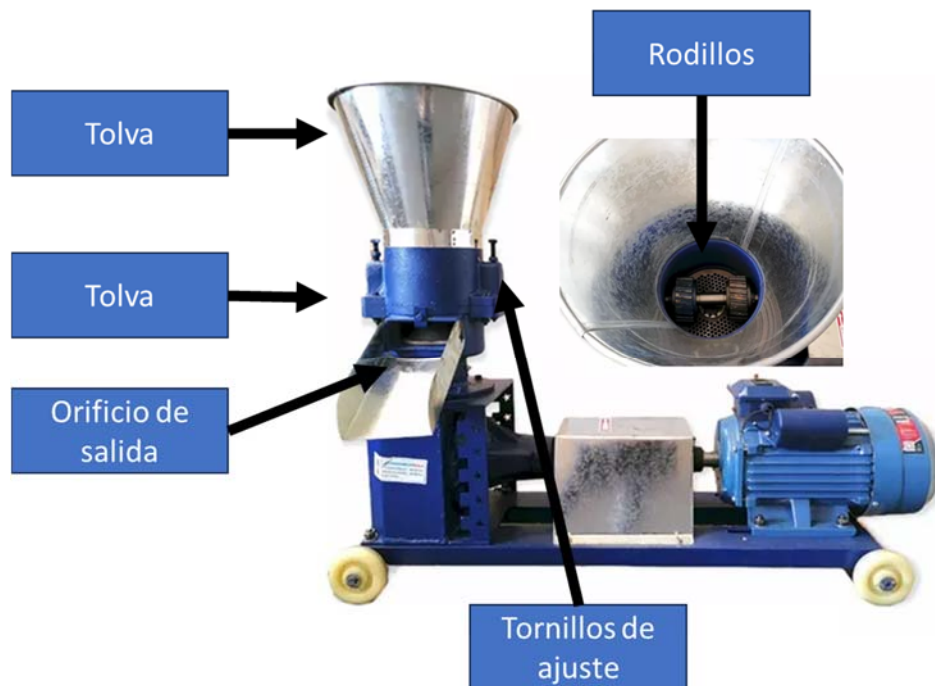


Figura 5 Peletizadora de Alimentos, principales componentes.

Para la operación del equipo se necesita utilizar el equipo de protección personal, que consiste de gafas de seguridad, guantes, cubrebocas y cofia, además del siguiente material: Bolsa colectora y recipiente que contiene la mezcla a peletizar. Una vez que se tiene el material listo para su funcionamiento se realiza el siguiente procedimiento de operación:

7.5.1 Preparación del equipo

1. Limpiar y sanitizar el equipo antes de usar, asegurar que el equipo este sanitizado y seco.
2. Asegurarse que la peletizadora se encuentre en buenas condiciones, revisar niveles de aceite y que las piezas del equipo se encuentren ensambladas y ajustadas adecuadamente.
3. Ajustar manualmente los rodillos de la cámara de paletizado, mediante los tornillos que se encuentran en la parte exterior de la cámara.

7.5.2 Operación del equipo

1. Antes de encender el equipo asegurar que ningún operador este manipulando el equipo de forma manual, antes de encenderlo. Encender el equipo y permitir que trabaje por 2 a 5 min sin añadir la mezcla que será peletizada.
2. Colocar el recipiente o bolsa colectora en el orificio de salida de pellets.
3. Cargar la mezcla en la tolva de la peletizadora de manera gradual y constante monitoreando el funcionamiento adecuado del equipo evitando que el equipo se atasque.
4. Utilizar la palanca de alimentación para empujar la mezcla dentro de la tolva y la cámara de peletizado evita tener contacto con los rodillos de la cámara de peletizado al momento de realizar este procedimiento.
5. Es indispensable evitar una sobre carga de la peletizadora, ya que esto podría provocar que se atasque el equipo, si esto ocurre es necesario apagar y desconectar el equipo para poder manipular de manera manual, realizando la limpieza y eliminación del material atascado.
6. Monitoriza el proceso de peletización para asegurar que la maquina está funcionando correctamente y que se formen los pellets de manera uniforme y correcta.
7. Apagar la peletizadora y desconectar de su fuente de energía, es necesario limpiar todas las partes del equipo para evitar la acumulación de residuos y la contaminación por microorganismos.

7.6 PRENSA MANUAL DE ALIMENTOS

La prensa manual es un equipo que permite eliminar el exceso de humedad en las materias primas previo a su secado por medio de un proceso de prensado manual. Esto reduce el tiempo de secado de la materia prima.



Figura 6 Prensa Manual de Alimentos, principales componentes

Para la operación del equipo se necesita utilizar el equipo de protección personal, que consiste en gafas de seguridad, guantes, cubrebocas y cofia, además del siguiente material: recipiente colector de lixiviado. Una vez que se tiene el material listo para su funcionamiento se realiza el siguiente procedimiento de operación

7.6.1 Preparación del equipo

1. Limpiar y sanitizar el equipo antes de usar, asegurar que el equipo este sanitizado y seco.
2. Asegurarse que la prensa se encuentre en buenas condiciones, revisar que el montaje del prensador, la canasta hueca porosa, la canasta de recolección y manguera de salida, se encuentren ensambladas y ajustadas adecuadamente.

7.6.2 Operación del Equipo

1. Colocar los alimentos dentro de la canasta porosa que se encuentra dentro de la canasta colector.
2. Ajustar el mango en T de la prensa de hierro fundido con el fin de que se introduzca dentro de las canastas.
3. Aplicar presión girando la palanca en T con el fin de exprimir el lixiviado o liquido del alimento. Es necesario mantener la presión constante durante al menos 5 a 10 min.
4. Evitar generar mayor presión del que soporta el equipo ya que se puede dañar.
5. Monitorizar la salida del lixiviado o liquido evitando derrames en el recipiente colector.
6. Desmontar la prensa girando el mango en T.

7. Recuperar la materia prima y colocarlo en las rejillas de secado o en recipientes adecuados para su almacenamiento.
8. Una vez terminada el proceso de prensado, es necesario realizar lavar cada una de las partes que componen el equipo.

8 PROCESO PARA OBTENCIÓN DE HARINA DE PESCADO

La harina de pescado puede obtenerse de pescados enteros, vísceras, escalas, colas, cabezas en mezcla o no. La calidad de proteína varía de acuerdo con la composición de esta. En ocasiones es retirada una porción de la grasa. Cada porcentaje de nutrientes deberá determinarse de acuerdo con la mezcla de los anteriores elementos para clasificarla de acuerdo sobre todo a su calidad proteica que puede ir del 50 al 72%.

El proceso propuesto para la obtención de la harina se presenta en el diagrama de flujo siguiente.

INICIO: En el inicio, se contemplan todas las operaciones de preparación de las materias primas, los equipos y la vestimenta del personal. Las materias primas deben estar a la mano, los equipos deben limpiarse y desinfectarse de acuerdo con los procedimientos recomendados en la parte de descripción de los equipos. Las personas que trabajarán en el proceso deben vestir calzado cerrado preferentemente de seguridad, no deben vestir joyas de ningún tipo, deben colocarse cubrebocas, cofia y mandil y lavarse perfectamente las manos

1. Recepción del producto:

Los pescados completos, las partes o la mezcla de ellos son recibidos en el lugar apropiado para ello en la planta de proceso. Este debe ser del mismo día que se realizó la pesca para evitar que ya esté descompuesto al ingresar a proceso.

2. Inspección sensorial del producto:

Todo residuo que tenga materias extrañas como plásticos, metales, o agentes extraños debe ser dispuesto en el lugar adecuado al considerarse material de rechazo. También todo desecho en estado de evidente descomposición debe ser desechado también y no puede entrar a proceso. Se recomienda solicitar que las vísceras y escamas sean entregadas por separado de las partes mayores que incluyan las cabezas y partes del esqueleto con residuos de carne. En caso de ser pescado entero, se recomienda realizar el lavado exterior de este para retirar residuos de sal de la pesca y otros contaminantes.

3. Cocción el pescado:

Se debe cocer la mezcla de los desechos sin la adición de agua ya que el propio pescado soltará sus jugos de cocción. La salubridad de los alimentos cocidos por medio de cualquier método, sean éstos al vapor, húmedos o en seco, requiere que se cumpla con condiciones específicas y estrictas. Este paso debe realizarse en cocina solar dispuesta para ella y los parámetros de calidad mínimos se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 7 Parámetros de cocción mínimos de acuerdo con el tipo de alimento. Tomado de NOM-251-SSA1-2009.

Tipo de alimento	Temperatura mínima interna recomendada	Tiempo mínimo
Aves de corral sin despresar. Muslos y Alas.	83 °C	15 s
Aves de corral pechugas solamente. Carne de res y cerdo bien hechas.	77 °C	15 s
Rellenos y de recalentamiento de comidas y sobrantes.	73.5 °C	15 s
Carne de res y de cerdo término medio. Embutidos. Huevos.	72 °C	15 s
Carne de res término bajo. Carne de cordero. Pescado	63 °C	3 min
	Zona peligrosa (10 °C-52 °C) crecimiento de bacterias	Tiempo máximo de permanencia, 2 horas.

* (Una vez alcanzado el punto de temperatura mínima interna recomendada)

Estos valores deben alcanzarse al centro de la olla y no tomarse en la superficie o fondo según la NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.

4. Prensado del Pescado:

Una vez que el pescado está cocido debe dejarse enfriar a al menos unos 50°C, una vez que esté frío puede prensarse, los jugos que salen de la prensa deberán ser recolectados para la preparación de fertilizantes. En el lixiviado o jugos extraídos, se deberá realizar la separación de la mayor cantidad posible de grasas que servirán para añadirse a las fórmulas de alimentos o para otros procesos. Las grasas deben ser almacenadas en refrigeración de preferencia en envases oscuros, si no se cuenta con ellos, se puede cubrir los envases con aluminio, estos envases pueden ser de plástico o vidrio.

5. Secado del residuo:

El residuo que queda en la prensa ya sin líquido, se llama torta, esta debe retirarse de la prensa y colocarse en charolas para su secado solar. Se determinan los parámetros de calidad como humedad y actividad de agua para dar por terminado el proceso.

6. Molienda:

Los residuos secos se muelen hasta formar un polvo fino, esto puede requerir varias pasadas por el molino y el auxilio de procesos de cribado para ir reduciendo el tamaño de partícula. Por ejemplo, si el tamaño es muy grande que supera el paso por la criba después de la primera molienda, se debe realizar una segunda molienda y así sucesivamente.

7. Tamizado:

Una vez molido el residuo seco, se tamiza en el equipo a un tamaño de partícula de malla 60-80.

8. Envasado:

La harina debe pesarse en las medidas deseadas y mantenerse en un lugar fresco y seco, de referencia fuera del alcance de la exposición a la luz hasta su uso.

FIN: En la operación final, se deben limpiar y lavar todos los equipos, no puede haber suciedad en ninguno de ellos, así como se deben lavar también todos los utensilios, barrer, desinfectar y dejar toda el área ordenada y limpia.

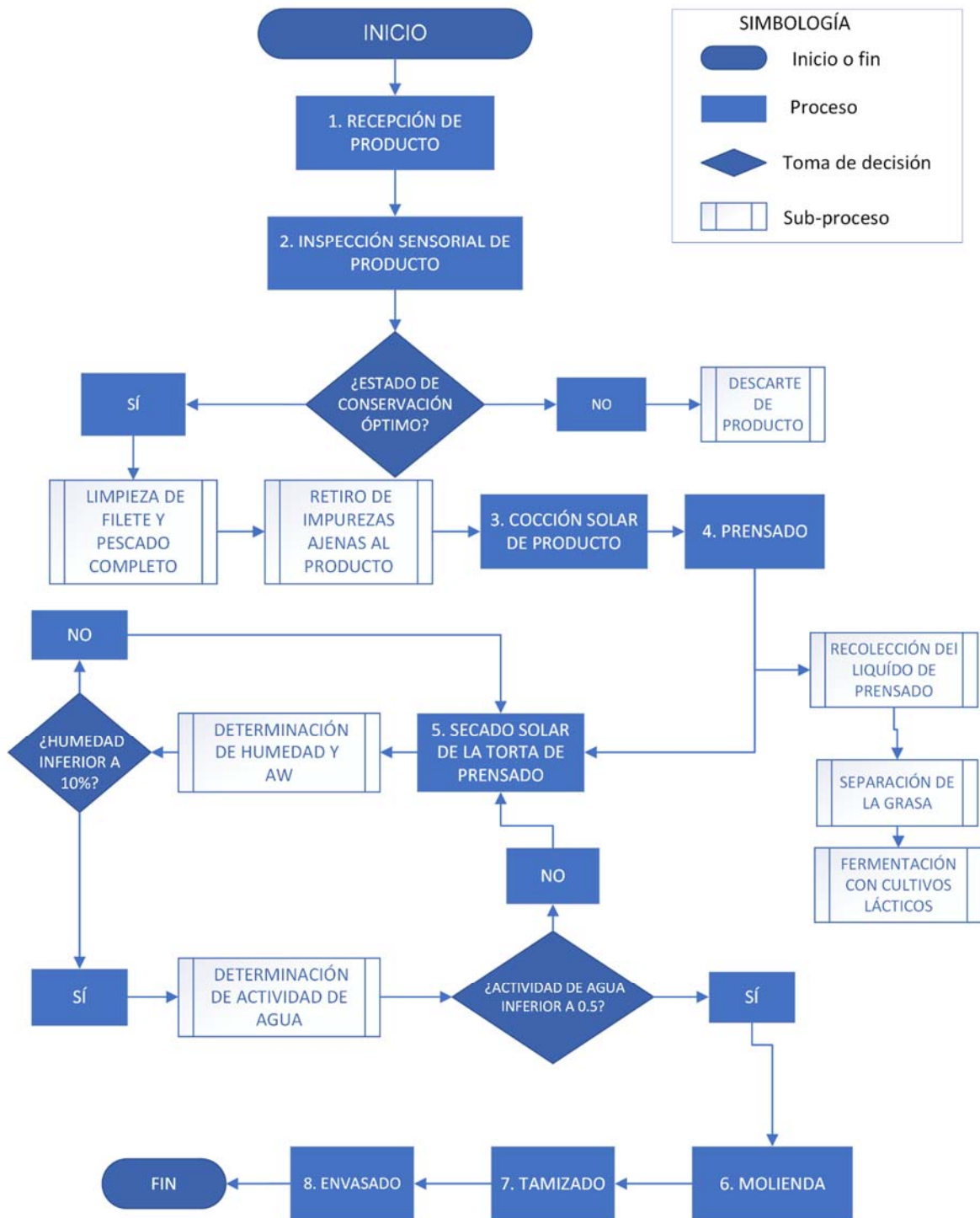


Figura 7 Diagrama de flujo para proceso de obtención de harina de pescado.

9 FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA TILAPIA DE AGUA DULCE.

A continuación, se detallan las cantidades para elaborar alimento para tilapia con base en los valores recomendados para etapa de engorde. Los valores nutrimentales de la siguiente mezcla son 33,10,27 de proteína, lípidos y carbohidratos respectivamente, se incluye la adición de Butilhidroxitolueno a 200 ppm para conservar el alimento.

Para obtener 6.3 kilogramos de alimento de tilapia se requiere:

Tabla 8 Fórmula para alimento para tilapia en etapa de engorde. Fuente: elaboración propia.

Insumo	Cantidad
Grano soya molido hasta polvo	1 kg
Harina de Maíz o maíz molido hasta harina	2 kg
Harina de pescado	2.5 kg
Lecitina	50 gramos
Melaza	300 gramos
Rastrojo de avena molido hasta polvo	450 gramos
BHT	6.3 gramos

El proceso para su elaboración se detalla a continuación en el diagrama de flujo:

INICIO: En el inicio, se contemplan todas las operaciones de preparación de las materias primas, los equipos y la vestimenta del personal. Las materias primas deben estar a la mano, los equipos deben limpiarse y desinfectarse de acuerdo con los procedimientos recomendados en la parte de descripción de los equipos. Las personas que trabajarán en el proceso deben vestir calzado cerrado preferentemente de seguridad, no deben vestir joyas de ningún tipo, deben colocarse cubrebocas, cofia y mandil y lavarse perfectamente las manos.

1. **MOLIENDA:** Aquellas materias primas que se encuentran enteras o en trozos deben molerse en el tipo de molino adecuado, por ejemplo, el rastrojo de muelle en el molino de martillos, el grano de soya y de maíz en el molino de polvos, la harina de pescado se muele en el molino de polvos si está suficientemente desgrasada. La meta de esta etapa es tener todos los insumos en forma de polvos finos.

2. **CRIBADO:** Utilice la cribadora para que de la materia prima anterior pueda asegurarse que no haya materiales de mayos tamaño al que puede pasar en la cribadora. Todo lo que no queda bien molido puede volver a molerse para utilizarse.
3. **MEZCLADO CONFORME A FORMULACIÓN:** Coloque en la mezcladora de paletas todos los insumos excepto la harina de maíz, ya pesados en las cantidades que se indican en la tabla 3, que ya fueron previamente molidos y cribados en los pasos 1 y 2. El tiempo de mezclado mínimo es de 5 minutos.
4. **ADECUACIÓN DE HUMEDAD:** En el caso de la harina de maíz o maíz en polvo, este se mezcla por separado con una cantidad de agua que forme una masa, por cada 2 kilogramo de harina de maíz se agrega un litro de agua, esto se debe amasar por separado, sino se forma una masa no es problema, se debe dejar así y añadirse a la mezcladora junto a los otros insumos-
5. **ANÁLISIS DE TEXTURA:** Verifique que en la mezcla obtenida se vea homogénea, que no haya muchos grumos y parezca de un solo color y de una sola textura o apariencia. Si la textura y color no se ven iguales, hay que poner a amasar otro tiempo hasta lograrlo.
6. **PELETIZADO:** Coloque el material mezclado en la peletizadora y empuje de ser necesario con una mano para molino de madera, no olvide colocar una bolsa o recipiente para recibir los pellets.
7. **ENVASADO:** Para poder envasar debe permitirse en primer lugar que el alimento se enfríe ya que sale caliente de la peletizadora. Se pesa la cantidad deseada a poner en cada envase y se sella.

FIN: En la operación final, se deben limpiar y lavar todos los equipos, no puede haber suciedad en ninguno de ellos, así como se deben lavar también todos los utensilios, barrer, desinfectar y dejar tota el área ordenada y limpia.

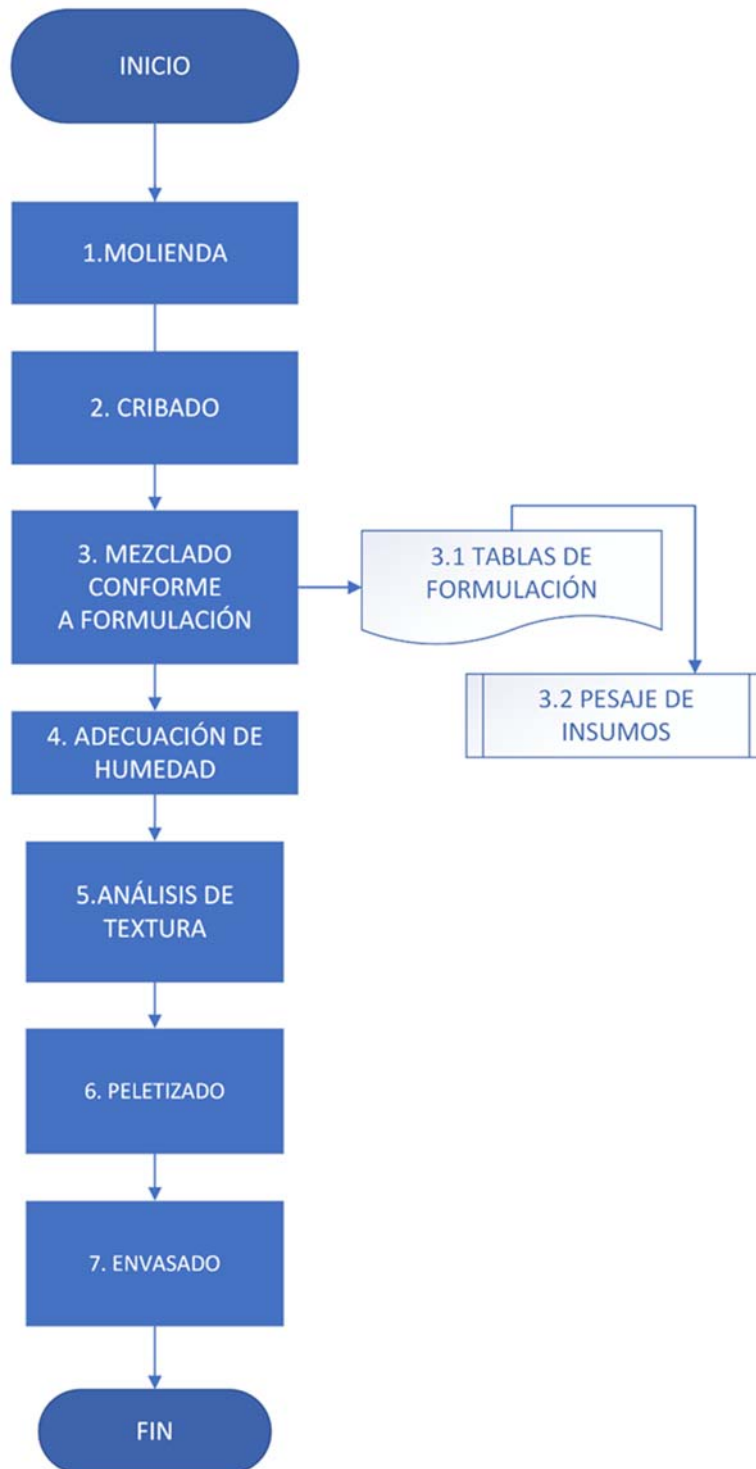


Figura 8 Diagrama de flujo de proceso para la obtención de alimento para tilapia.

10 FORMULACIÓN ALIMENTO PARA POLLO DE ENGORDE, ETAPA CRECIMIENTO.

Las aves comen para satisfacer necesidades energéticas y al igual que con el pescado, estas necesidades de los alimentos dependen de la edad y el objetivo, por ejemplo, de engorde o carne, ovación, crecimiento, reproducción, etc.

En los requerimientos incluyen un 3% de fibra dietética, como apoyo digestivo, independientemente de la edad y el objetivo. En cuanto a grasa añadida el ácido linoleico se recomienda para mejorar la nutrición de aves ponedoras, en las demás edades se sugiere máximo 2.5%. Además de lo anterior las aves de corral, en este caso pollos y gallinas requieren calcio y fósforo. El requerimiento nutricional recomendado por la FEDNA para pollo de carne se encuentra en la siguiente tabla tomada del manual para aves, de donde se realizaron los cálculos teóricos para el diseño en el balanceo.

En base a la tabla anterior se presenta la formulación para 6 kilogramos de alimento con valores teóricos finales de proteína 20%, lípidos 2.50%, fibra bruta 4.1%. Los requerimientos de aminoácidos, nutrientes y EMAn son cubiertos por las materias primas utilizadas.

Tabla 9 Materias primas o insumos a pesar para preparar 6 kilogramos de alimento balanceado para pollo de carne en etapa de crecimiento

Insumo	Cantidad
soya grano molida hasta polvo o harina	750 gramos
Harina de Maíz o maíz molido hasta	3.0 kg
Harina de pescado	1.5 kg
Rastrojo molido hasta polvo	750 gramos
CaCO ₃	60 gramos
BHT	6 gramos

El proceso para su elaboración se detalla a continuación en el diagrama de flujo:

INICIO: En el inicio, se contemplan todas las operaciones de preparación de las materias primas, los equipos y la vestimenta del personal. Las materias primas deben estar a la mano, los equipos deben limpiarse y desinfectarse de acuerdo con los procedimientos

recomendados en la parte de descripción de los equipos. Las personas que trabajarán en el proceso deben vestir calzado cerrado preferentemente de seguridad, no deben vestir joyas de ningún tipo, deben colocarse cubrebocas, cofia y mandil y lavarse perfectamente las manos.

1. **MOLIENDA:** Aquellas materias primas que se encuentran enteras o en trozos deben molerse en el tipo de molino adecuado, por ejemplo, el rastrojo de muela en el molino de martillos, el grano de soya y de maíz en el molino de polvos, la harina de pescado se muele en el molino de polvos si está suficientemente desgrasada. La meta de esta etapa es tener todos los insumos en forma de polvos finos.
2. **CRIBADO:** Utilice la cribadora para que de la materia prima anterior pueda asegurarse que no haya materiales de mayor tamaño al que puede pasar en la cribadora. Todo lo que no queda bien molido puede volver a molerse para utilizarse.
3. **MEZCLADO CONFORME A FORMULACIÓN:** Coloque en la mezcladora de paletas todos los insumos excepto la harina de maíz, ya pesados en las cantidades que se indican en la tabla 3, que ya fueron previamente molidos y cribados en los pasos 1 y 2. El tiempo de mezclado mínimo es de 5 minutos.
4. **ADECUACIÓN DE HUMEDAD:** En el caso de la harina de maíz o maíz en polvo, este se mezcla por separado con una cantidad de agua que forme una masa, por cada 2 kilogramo de harina de maíz se agrega un litro de agua, esto se debe amasar por separado, sino se forma una masa no es problema, se debe dejar así y añadirse a la mezcladora junto a los otros insumos-
5. **ANÁLISIS DE TEXTURA:** Verifique que en la mezcla obtenida se vea homogénea, que no haya muchos grumos y parezca de un solo color y de una sola textura o apariencia. Si la textura y color no se ven iguales, hay que poner a amasar otro tiempo hasta lograrlo.
6. **PELETIZADO:** Coloque el material mezclado en la peletizadora y empuje de ser necesario con una mano para molino de madera, no olvide colocar una bolsa o recipiente para recibir los pelets.
7. **ENVASADO:** Para poder envasar debe permitirse en primer lugar que el alimento se enfríe ya que sale caliente de la peletizadora. Se pesa la cantidad deseada a poner en cada envase y se sella.

FIN: En la operación final, se deben limpiar y lavar todos los equipos, no puede haber suciedad en ninguno de ellos, así como se deben lavar también todos los utensilios, barrer, desinfectar y dejar toda el área ordenada y limpia.

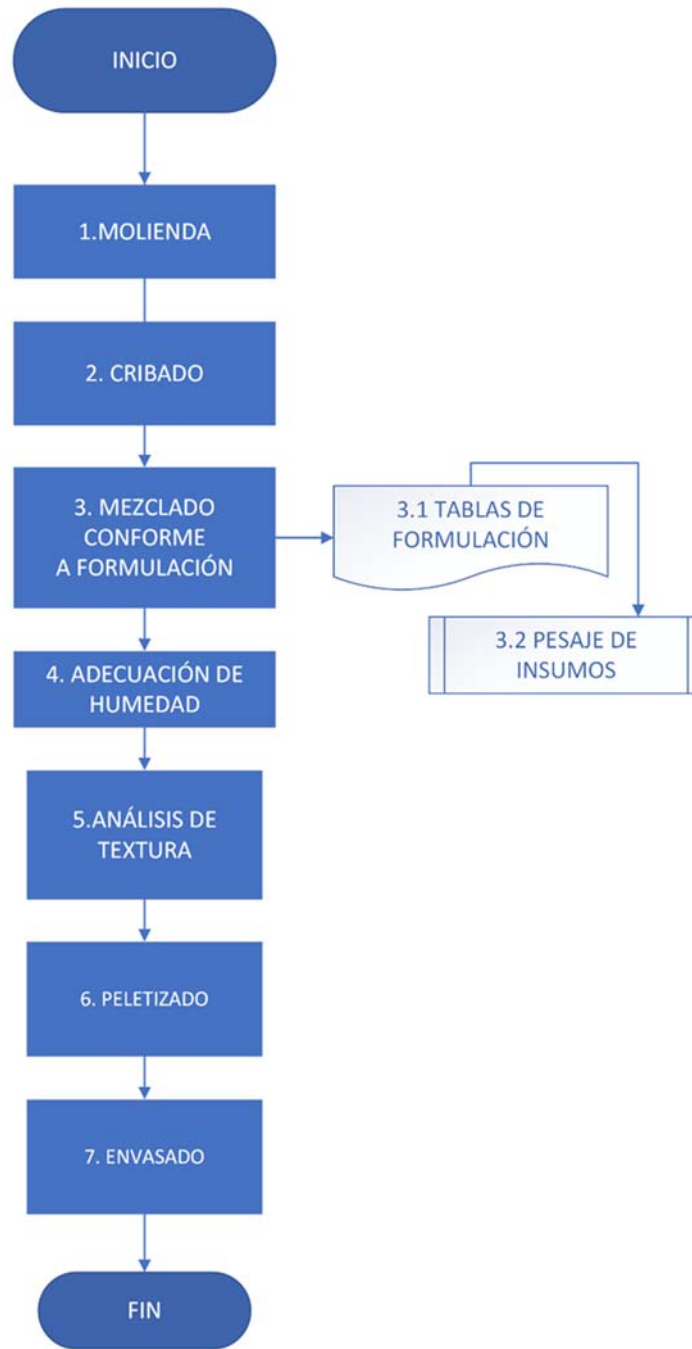


Figura 9 Diagrama de flujo de proceso para la obtención de alimento para alimento de canino adulto.

11 ANÁLISIS NUTRIMENTAL DE LOS ALIMENTOS REALIZADOS

Los alimentos obtenidos por balanceo teórico fueron sometidos a análisis bromatológicos para determinar su contenido nutrimental real. En la tabla 11 (Anexo 1) se resumen los resultados obtenidos.

Tabla 10 Resultados de análisis bromatológicos para los desarrollos de alimentos balanceados. Fuente: elaboración propia.

MUESTRA	% Ceniza	% extracto etéreo	% Azúcares totales	% Proteína Bruta	% Humedad	% fibra cruda
Pollo 2-F	12.3	30.8	39.0	35.5	2.0	10.0
Pollo 1-F	13.1	11.5	28.0	21.9	1.6	10.0
Tilapia 1-F	14.3	11.6	32.0	33.9	7.9	4.0
Residuos	12.0	32.5	2.0	62.3	1.6	0.0
Filete	10.7	20.6	≤ 2.0	81.4	3.1	5.0
Canino	14.0	20.1	27.0	26.3	1.2	5.0

La muestra de filete, respecto a calidad alimentaria para consumo humano, tiene un alto porcentaje de proteína, pero a su vez tiene un contenido alto de extracto etéreo, lo anterior sugiere que se debe tener especial cuidado en el resguardo de este, siendo requerido de acuerdo a la NOM-242-SSA1-2009, mantener sellado al vacío y refrigeración, así como la incorporación de antioxidantes permitidos en su caso.

Por otro lado, la harina de pescado obtenida a partir de residuos cocidos y secos por tecnologías solares, presenta un valor proteico superior con 62.3% lo que la ostenta en el promedio de los valores que reportan las asociaciones nacionales e internacionales referentes como la FEDNA, CVB, el INRA la NRC y la NMX-Y-013-1998-SCFI.

Sin embargo; el contenido de grasa obtenido y expresado en este caso como extracto etéreo se encuentra por encima del promedio con 32.5%, mientras que la misma norma 013 establece un máximo de 12% y las organizaciones internacionales establecen entre 9.0 y 14.2%, por lo que se plantea un área de mejora en la que se retire de manera más eficiente el contenido graso de la harina final. Las especies utilizadas, a pesar de no ser peces de agua fría, revelan un alto contenido de grasas, hecho que manifiesta un área de oportunidad más para este proyecto, sugiriéndose incorporar nuevos procesos de caracterización del contenido por ejemplo, de los ácidos grasos poliinsaturados que son nutrientes esenciales para la mayoría de los mamíferos y requeridos en el desarrollo del sistema nervioso central y periférico.

Finalmente, todos los alimentos balanceados cubren los valores nutrimentales proteicos deseables para las especies y objetivo sugeridos, a excepción de la formulación 2 (Pollo 2-F)

ya que la proteína estimada es superior a la expectativa, pero también lo es, la cantidad de grasa, por lo que se recomienda establecer la formulación 1 (Pollo 1-F), para objetivo de obtención de pollo en carne. Aunque la NOM-Y-121-A-1979, sugieren valores muy inferiores en grasa.

Como conclusión general, los alimentos formulados a partir de la harina de pescado son altos en proteína, cumplen con los requerimientos metabólicos para las especies objetivo, pero cuentan con exceso de grasa. A lo anterior un área de oportunidad es la mejora del proceso de la elaboración de la harina previo a la realización de la transferencia tecnológica a los pescadores.

Esto indicaría parámetros adecuados para la formulación de alimentos en base a proteína, sin embargo, se sugiere durante el proceso de prensado retirar los jugos de cocción ricos en grasa para su separación y no reincorporarlos al proceso en la etapa posterior de secado y posible incorporación después de proceso para la norma.

12 ANEXOS



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
 CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
 DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE FUNDAMENTOS DEL CONOCIMIENTO
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

C. Margarita Castillo Telléz

Asunto: Entrega de resultados de análisis
 Físicoquímico de muestras para
 alimentos de uso pecuario y acuacultura

PRESENTE

Se entregan resultados de análisis físicoquímico de las siguientes muestras:

RESULTADOS:

Los resultados se expresan en porcentaje base seca, a menos que se indique lo contrario

MUESTRA	% Ceniza	% extracto etéreo	% Azúcares totales	% Proteína Bruta	% Humedad	% fibra cruda
Pollo 2-F	12.3	30.8	39.0	35.5	2.0	10.0
Pollo 1-F	13.1	11.5	28.0	21.9	1.6	10.0
Tilapia 1-F	14.3	11.6	32.0	33.9	7.9	4.0
Residuos	12.0	32.5	2.0	62.3	1.6	0.0
Filete	10.7	20.6	≤ 2.0	81.4	3.1	5.0
Canino	14.0	20.1	27.0	26.3	1.2	5.0

Métodos de prueba:

Porcentaje de Ceniza y extracto etéreo: NOM-086-SSA1-1994.

Carbohidratos (totales y libres): Azúcares reductores, ácido dinitrosalicílico. Método espectrofotométrico interno.

Porcentaje Proteína: método AOAC 2.062.

Porcentaje de humedad: AOAC 930.15.

Fibra cruda: AOAC 978.10.





UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
DIVISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FUNDAMENTOS DEL CONOCIMIENTO
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

Los métodos tienen concordancia con las NOM-021-PESC-1994, NOM-Y-121-A-1979, y la NMX-FF-043-SCFI-2003.

Nota: Los presentes resultados tienen fines de investigación o con proyectos relacionados al desarrollo agroalimentario por la comunidad universitaria UdeG.

Atentamente
"Piensa y Trabaja"

"2023, Año del fomento a la formación integral con una Red de Centros y Sistemas Multitemáticos"

Colotlán, Jalisco, a 28 de noviembre de 2023



CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE
Laboratorio de Investigación
en Biotecnología

Dra. Martha Fabiola Martín del Campo Solís
Responsable del Laboratorio de Investigación en Biotecnología

C.c.p. archivo

13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balancedos, L. I. P. S. E. (s/f). 01-20-95 PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-021-PESC-1994, Que regula los alimentos balanceados, los ingredientes para su elaboración y los productos alimenticios no convencionales, utilizados en la acuicultura y el ornato, importados y nacionales.

FAO: Formulación y preparación /producción de alimentos. (s/f). Fao.org. Recuperado de de <https://www.fao.org/fishery/affris/perfiles-de-las-especies/nile-tilapia/formulacion-y-preparacion-produccion-de-alimentos/es/>

Mateos, G. G., Cámara, L., Pérez-Bonilla, A., García, J., & Lázaro, R. P. (2014). Alimentación y nutrición práctica de pollitas ponedoras: Normas FEDNA. Universidad Politécnica de Madrid.

NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. (s/f). Gob.mx. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/3980/salud/salud.htm>

SENASICA. (2008). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Tilapia para la Inocuidad Alimentaria.

F. Molist, “Evaluación crítica de Tablas CVB y FEDNA para ganado porcino”, FEDNA, pp. 191–203, 2017.

Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.- Dirección General de Normas.- Departamento de Normalización Nacional, “NORMA Oficial Mexicana NOM-Y-119-A-1979, Alimento para la iniciación de pollo para la producción de carne”, abr. 1980.

Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial.- Dirección General de Normas.- Departamento de Normalización Nacional., “NORMA Oficial Mexicana NOM-Y-119-A-1979, Alimento para la iniciación de pollo para la producción de carne”, abr. 1980.

N. J. Wendt Thiex, Ed., “Fiber”, en Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL, Oxford University Press New York, 2023.

G. y. D. R.-. D. G. J.-. O. del C. D. G. Secretaría de Agricultura, “NOM-061-ZOO-1999 Norma oficial mexicana, especificaciones zoonosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal”, 11 de Octubre de 2000.

D. de N. Secretaría de Economía, “NMX-Y-111-SCFI-2010 alimentos para animales - muestreo de alimentos balanceados e ingredientes mayores (cancela a la NMX-Y-111-SCFI-2001)”, 2010.

S. D. E. A. G. D. R. P. Y. A. D. G. de F. a. la Agricultura., “NMX-Y-015-SCFI-2006 alimentos para animales - harina de pescado con solubles-destinada a la alimentacion de animales - especificaciones”, 2006.

G. y. D. R. Secretaría de Agricultura, “NOM-061-ZOO-1999 Norma oficial mexicana, especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal”, 11 de Octubre de 2000.

S. S. Inifap, “NMX-Y-013-1998-SCFI. Alimentos para animales-Harina de pescado-Especificaciones”, 1998.

F. E. de F. de A. P. A. de Compañía, “Guías Nutricionales para alimentos completos y complementarios para perros y gatos”, 2017