



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

ELABORACION DE HARINA DE PESCADO

Presentado por:

ROEL, CHONTA RODRIGUEZ

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos. El resultado obtenido es **15 % de porcentaje de similitud** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

APROBADO OBTUVO EL 15% (MENOR AL 20% REQUERIDO)

Ica, **08** de JUNIO de 2022

.....
JUAN MARINO ALVA FAJARDO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE
ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE ALIMENTOS



TRABAJO MONOGRAFICO

ELABORACION DE HARINA DE PESCADO

**INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERO DE ALIMENTOS
POR LA MODALIDAD DE EXAMEN DE SUFICIENCIA ACADEMICA**

AREA DE INVESTIGACION

AUTOR

Bach. CHONTA RODRIGUEZ ROEL

Pisco – Perú

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a mis padres por su amor, sacrificio y apoyo que me brindaron en todo momento, porque son mi inspiración para cumplir cada una de mis metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme dado salud y vida, así como fortaleza para poder seguir adelante todos los días.

De igual manera agradezco a la Universidad San Luis Gonzaga, en retribución a la formación académica que me brindaron durante todos estos años y a mi familia por brindarme todo su apoyo incondicional.

INDICE

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO I BASES TEORICAS	5
1.1. HARINA DE PESCADO	5
1.2. FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCION DE HARINA DE PESCADO	6
CAPITULO II PROCESO DE ELABORACION	8
2.1. RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA	8
2.2. COCCION	10
2.3. PRE - ESTRUJE	13
2.4. PRENSADO	13
2.5. TRATAMIENTO DE LOS LIQUIDOS DE PRENSA	15
2.6. EVAPORACION DEL AGUA DE COLA	17
2.7. SECADO	20
2.8. ENFRIAMIENTO	26
2.9. MOLIENDA Y ENVASADO	27
2.10. ESTABILIZACION DE LAS HARINAS	28
2.11. ALMACENAMIENTO	30
2.12. DIAGRAMA DE FLUJO DE HARINA DE PESCADO	32
2.13. CARACTERISTICAS FISICAS - QUIMICOS	32
2.14. CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS	33
2.15. CARACTERISTICAS NUTRICIONALES	33
CONCLUSION	36
RECOMENDACIONES	37
FUENTES DE INFORMACIÓN	38

INTRODUCCIÓN

En la década de 1960, las Naciones Unidas introdujeron en el mundo el concentrado de proteína de pescado, o CPP clase A, una harina de filete de pescado a la que se le añadía un sistema de extracción de aceite a base de disolventes para eliminar el sabor, el sabor y el olor.

La Clase B CPP ha sido definida por la FAO como un producto estabilizado listo para el consumo elaborado a partir de pescado entero fresco y refrigerado o partes de pescado. Esto se debe a que la mayor parte del agua y la grasa se eliminan del pescado y, en algunos casos, de los intestinos, huesos y otros órganos.

Este producto tiene un agradable olor a pescado ya que está elaborado con ingredientes de alta calidad, es una fuente concentrada de grasas y proteínas de alta calidad, rico en ácidos grasos omega-3, DHA y EPA.

La proteína de la harina de pescado contiene una gran cantidad de aminoácidos esenciales en forma de fácil digestión, especialmente metionina, cisteína, lisina, treonimo y triptófano. Presentado en su forma natural, el péptido se puede utilizar de manera muy eficaz para mejorar el equilibrio general de aminoácidos esenciales en la dieta.

Capítulo 1 BASES TEORICAS

1.1. HARINA DE PESCADO

La harina de pescado es un producto que se obtiene procesando el pescado para eliminarle el agua y el aceite. El aceite de pescado es un importante alimento rico en ácidos grasos poliinsaturados. La harina de pescado es una fuente altamente concentrada de proteínas y grasas, rica en ácidos grasos omega-3, DHA, EPA y proteínas. La proteína de la harina de pescado contiene una gran cantidad de aminoácidos esenciales en forma de fácil digestión, especialmente metionina, cisteína, lisina, treonina y triptófano. Los péptidos presentes en su forma natural pueden utilizarse con gran eficacia para mejorar el equilibrio general de aminoácidos esenciales en la dieta. La harina de pescado ofrece muchos beneficios nutricionales a los animales ya que es rica en proteínas y nutrientes; como materias primas para la alimentación de aves, gallinas ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, bovinos, ovinos y animales acuáticos (camarones, peces,...), reduciendo considerablemente el coste de la ganadería industrial porque crecen más rápido, mejor nutrición. , mejorar la fertilidad y reducir la probabilidad de enfermedad.

Entre el 10% y el 15% de la harina de pescado del mundo se produce a partir de desechos. Se elabora a partir de cualquier tipo de pescado blanco bajo en aceite (la mayor parte del aceite se encuentra en el hígado, que se utiliza para hacer aceite, como el hígado de bacalao) o de los desechos de pescados grasos como el arenque o la caballa, etc. La harina de pescado suele ser un polvo marrón o polvo, que generalmente consta de 60-72% de proteína, 5-12% de grasa y 10-20% de ceniza. El fabricante proporciona información detallada sobre el tipo de materias primas utilizadas y el contenido típico de nutrientes. Casi toda la harina de pescado se utiliza como ingrediente de alimentos ricos en proteínas para el ganado y los peces. Esta comida es una buena fuente de energía para aves, cerdos, vacas, ovejas y peces (Marino, S y Col., 2012)

1.2. FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCION DE HARINA DE PESCADO

La harina de pescado se utiliza como alimento para animales porque es la mejor fuente de energía y proteína de alta calidad. La proteína de harina de pescado contiene una gran cantidad de aminoácidos esenciales. Su valor energético es superior al de otras proteínas. También contiene grasas que mejoran el equilibrio de ácidos grasos del pienso y la salud general del animal; De manera similar, la harina de pescado tiene un contenido relativamente alto de minerales como el fósforo en una forma disponible para los animales. Las vitaminas también están presentes en cantidades relativamente altas, como las vitaminas B, incluida la colina, las vitaminas 812 y A y D.

Por eso es importante tener un buen proceso porque con un buen producto también obtendrás un gran retorno económico por dicho aporte nutricional. A continuación se describe el proceso de producción de harina de pescado y los equipos utilizados para ello

1.2.1. CAPTURA Y TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA

Las anchoas se capturan en toda la costa peruana, generalmente en embarcaciones porteadoras, comúnmente conocidas como bolichera, y con redes de 13 mm. Las anchoas también se capturan en botes improvisados. Los peces luego de ser capturados, dependiendo de la zona, serán transportados a su destino, dependiendo de los caladeros pueden ser hasta 12 horas de viaje, por lo que es muy importante implementar algún tipo de sistema de protección. en diferentes barcos (por regla general, se utilizan principalmente para flotas de acero), gracias a su capacidad de agarre.

1.2.2. DESCARGA DE MATERIA PRIMA

Aquí el sistema utilizado para la descarga de la materia prima desde la embarcación hacia la planta está conformado por un sistema de bombeo, ya sea al vacío o con bombas centrífugas y con agua que de acuerdo al tipo de bombeo se relaciona con el pesado en una relación de 1/1, 2/1 o inclusive de 3/1, en la cual la materia prima pasa a través de una tubería submarina , luego es vertida en el tamiz estático, seguido de un tamiz vibratorio, para la separación del agua utilizada en el bombeo, para posteriormente transportarla , por un elevador de malla hacia la tolva de pesaje, donde es calidades . Aquí los equipos que intervienen son:

- Chata Absorbente
- Desagador Estático
- Desagador Vibratorio
- Elevador de Malla
- Tolva de Pesaje



Figura 1. Descarga de la materia prima.

Fuente: extraído de <http://www.iffco.org.uk/tech/tech1.htm>

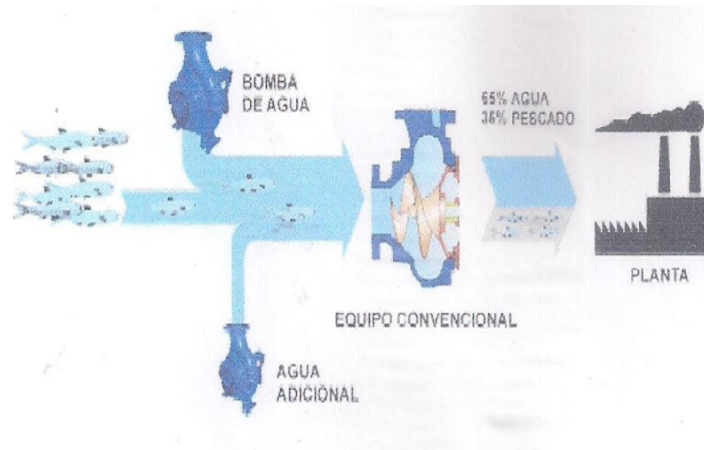


Figura 2: Sistema convencional de descarga de pescado.

Fuente: <https://docplayer.es/181213809-Universidad-nacional-de-san-agustin-de-arequipa-facultad-de-ciencias-biologicas-escuela-profesional-de-ingenieria-pesquera.html>.

a) DESCARGA (EN CHATA)

La descarga del material desde la bodega hasta la fábrica se realiza mediante un dispositivo flotante denominado Chata, en el que se instala un sistema de bombeo, y el pescado se descarga a tierra mediante tuberías con una determinada cantidad de agua. Para la industria pesquera, un sistema de bombeo eficiente es aquel que puede descargar el máximo número de peces en un período de tiempo determinado, causando el menor daño posible a la materia prima.

b) RECEPCION DE MATERIA PRIMA (EN PLANTA)

Esta etapa la constituye el desaguado, previo a su pesaje y posterior almacenamiento.

Capítulo II PROCESO DE ELABORACIÓN

2.1. RECEPCION ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA

La producción comienza después de que la planta recibe las materias primas que se han enviado en contenedores desde los puertos u otras fábricas, desde donde se pesan y descargan en pozos de almacenamiento para su posterior procesamiento. Después de la recepción, se realizan las pruebas de laboratorio necesarias para determinar las condiciones de almacenamiento de la materia prima con el fin de determinar la forma de almacenamiento, los parámetros operativos del proceso y evaluar su eficacia. Típicamente, la composición (humedad, proteína, grasa y ceniza), la frescura se mide por el contenido de VNB (nitrógeno básico volátil) y la acidez libre de la materia prima (FAO, 1986; Au Díaz, 1996b).

Es importante mantener continuamente la integridad del material, tanto durante el transporte y descarga como durante el almacenamiento. Por esta razón, Au Díaz (1996b) proporciona una guía detallada sobre el almacenamiento adecuado de materias primas en pozos antes del procesamiento.

- Los pozos deben ubicarse en el lugar más fresco de la planta (lejos de la sala de calderas) y deben estar techados para minimizar la acción de los rayos solares.
- Es conveniente que tengan mínima profundidad, para que la materia prima soporte el menor peso posible y no deben tener demasiada capacidad, para flexibilizar la alimentación de la planta
- Se debe drenar en forma continua el "agua de sangre". Para esto recomienda un diseño que considere rejillas de fondo, laterales, etc.
- Los pozos pueden tener tomillos en la base, para facilitar el transporte de materia prima hacia la línea de producción.
- Se recomienda un acabado fino de paredes y fondo, que facilite la limpieza.
- Finalmente, siempre es recomendable un sistema de enfriamiento en los pozos, que puede ser con agua de mar refrigerada (RSW) u otro.

Agua de sangre: El agua que llega a los pozos y la sangre que se libera por ruptura del tejido del pescado forman la llamada "agua de sangre". Esta está compuesta por proteínas de la sangre en estado soluble y partículas de proteína y grasa en un medio líquido, que constituyen un excelente caldo de cultivo para el crecimiento bacteriano acelerado. Por esta razón recuperarla para adicionarla al proceso resulta poco seguro, ya que puede disminuir considerablemente la calidad del producto final. Por otro lado, eliminarla representa una pérdida, además de que contribuye a la contaminación del medio ambiente, por lo que será necesario tratarla previamente. En consecuencia, lo más conveniente resulta evitar la formación de gran cantidad de agua de sangre, conservando fresca la materia prima. Además, es recomendable medir periódicamente su NBV, para saber hasta cuándo vale la pena su recuperación sin perjudicar la calidad del producto final (Au Díaz, 1996a).



Figura 3. Repeccion de materia prima y almacenamiento en pozos

Fuente: https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGEE/eficiencia%20energetica/publicaciones/guias/17_%20guia%20industria%20pesquera%20DGEE.pdf

2.2. COCCION

Desde el pozo de almacenamiento, la materia prima ingresa a la cámara de fermentación, que se trata térmicamente con vapor a 95-100°C durante 15-20 minutos. La cocción tiene tres propósitos: esterilización, coagulación de proteínas y liberación de lípidos residuales en los ingredientes.

El calor aplicado desactiva los microorganismos y enzimas que provocan la descomposición del pescado, esterilizando así el pescado. De esta forma, una buena cocción asegura la calidad microbiológica del producto final siempre que se mantenga la higiene del resto de la línea de producción.

Asimismo, el calor hace que las proteínas se desnaturalicen y luego se coagulen, provocando la ruptura de las membranas celulares, liberando agua fisiológicamente ligada y lípidos residuales. Esto facilita la separación de estos componentes en el siguiente paso de prensado (Windsor y Barlow, 1983; Au Díaz, 1996b).

En cuanto a la desnaturalización, las proteínas pueden formar coágulos con mínima solubilidad o geles con máxima solubilidad. Ambas opciones dependen principalmente del pH, y la formación de gel durante la reducción es perjudicial porque complica los pasos de separación posteriores. Entonces la desnaturalización será perfecta, es decir, las proteínas coagularán cuando el pH corresponda al punto isoeléctrico (el punto donde la carga de las proteínas y la repulsión intermolecular es menor). Sin embargo, el punto isoeléctrico del material depende de la especie, frescura, condición o nivel de crecimiento, etc. y generalmente desconocido. Por lo tanto, es necesario conocer las condiciones óptimas de temperatura, determinadas experimentalmente, para lograr una mayor separación (solubilidad mínima de proteínas) para cada caso en particular, ya que estas condiciones son diferentes en cuanto a estructura, tamaño, contenido de grasa, longitud del músculo, fibras, etc. diferentes especies (Au Díaz, 1996 a, b). Se proporcionarán las condiciones ideales en términos de tiempo y temperatura para permitir que el pescado salga de la olla en trozos grandes o entero pero cocinado uniformemente, fácil de prensar y leudar. para harinas con bajo contenido de aceite. Entonces:> - Si el trabajo

preparatorio no se completa, la eliminación de agua y aceite durante el prensado será insatisfactoria. Esto dará un producto con alto contenido de grasa y bajo rendimiento de aceite; Además, la cantidad de agua que debe eliminarse en la etapa de secado será mayor. > - Si se cocina en exceso, la consistencia de la masa será demasiado blanda y el jugo contendrá más sólidos, lo que dificultará la evaporación del líquido posteriormente (Burgess et al., 1978; Windsor & Barlow, 1983).

Las calderas de uso común son continuas, cilíndricas, horizontales y se calientan directa o indirectamente con vapor, como el tipo que se muestra en la Figura 5 (las calderas tradicionales de uso común en la industria de recuperación de Argentina). La máquina de trabajo de vapor indirecto es más moderna que la máquina de vapor directo y consta de un cilindro de acero, cuyo diámetro y longitud se calculan en función de la eficiencia del proceso alcanzado, cubierto por un manto para permitir el paso del vapor. puede ser vapor de la caldera o condensado, por ejemplo, de una secadora. El sumergible circula internamente por medio de un tornillo que también puede ser calentado por vapor (Au Díaz, 1996b). En muchos casos, esta unidad tiene un dispositivo que le permite entregar vapor directamente al material de alimentación. El vapor directo permite que la temperatura del pescado aumente rápidamente y, a través de la condensación, también crea un ambiente acuoso que facilita la separación del aceite (Lee, 1968). Sin embargo, generalmente no se prefiere el calentamiento con vapor directo porque contiene agua adicional que debe eliminarse en una etapa posterior del proceso, por lo que a menudo se prefiere el vapor indirecto y la inyección directa de vapor solo se utiliza como garantía cuando necesita cocinar más (Burgess y colab., 1978; Windsor y Barlow, 1983).



Figura 4: cocedores, fuente: comercializadora industrial W y L Ltda.

FUENTE: <https://www.directindustry.es/prod/lyco-manufacturing-inc/product-175602-1781742.html>

La olla se puede equipar con un sistema automático de control de temperatura, un sistema de control de nivel de ingredientes y una trampa para cuerpos extraños (Windsor y Barlow, 1983). La temperatura de cocción se puede medir a la salida de la olla a presión o en el líquido de la prensa, donde suele ser cercana a la temperatura promedio del pescado en la olla a presión (Au Díaz, 1996a).

De acuerdo con Au Díaz (1996a,b) las variables de operación del cocedor son las siguientes:

- Presión de vapor: Se ajusta para alcanzar la temperatura de cocción. La temperatura que se alcanza al cocinar el pescado depende de qué tan sucio esté el equipo, ya que la sal inorgánica del pescado se deposita en la superficie de calentamiento, lo que reduce la transferencia de calor y provoca un aumento en la presión del vapor
- Velocidad del cocedor: Se establece el número de revoluciones del tornillo, lo que determina la velocidad de transporte de la carga (también está determinada por la construcción del tornillo y la masa interna). Cuando se trabaja con pescado azul, la grasa actúa como aislante de la transferencia de calor, por lo que es necesario ralentizar el proceso para prolongar el tiempo de cocción.

2.3. Pre –estruje

El proceso de cocción libera una proporción significativa del líquido celular, más del 60% de todas las materias primas en condiciones óptimas, incluyendo agua, aceite y sólidos disueltos, que luego se separan mediante prensado (Windsor y Barlow, 1983). La eficiencia del paso de prensado se puede mejorar drenando parcialmente el líquido de cocción en el tamiz vibratorio y/o tornillo antes de ingresar a la prensa. El fluido drenado se recogió para su posterior procesamiento con la solución de prensado (Ferrando Grasso, 1973; FAO, 1986).

2.4. Prensado

Esta etapa corresponde al prensado mecánico o prensado del pescado de la estufa y su objetivo es eliminar la mayor cantidad de agua posible para lograr el secado más económico y extraer los aceites presentes en el pescado sin que se desprenda después. etapa que determina la calidad y el precio del producto final.

Conseguir una buena masa de masa depende principalmente de la calidad de los ingredientes y de las condiciones de horneado. Con una cocción óptima, el material puede someterse a las presiones relativamente altas requeridas para una separación eficiente del aceite (FAO, 1986). Cuando se trabaja con materias primas de baja calidad, especialmente aquellas que han sufrido la transformación enzimática de su proteína, se convierte en un producto semilíquido, incompresible (se rompen los enlaces peptídicos), y como consecuencia se acortan las cadenas proteicas, se tienen menor compresibilidad). ligará y formará una masa espesa durante la coagulación), la prensa producirá una galleta con una consistencia blanda y un líquido muy pastoso. En estos casos, a veces simplemente agregar formaldehído puede ayudar a mejorar la consistencia. Por otro lado, usar ingredientes demasiado frescos también puede ser frustrante porque son demasiado duros. Por ello, se espera que la captura supere los rigores antes de ser presionada (Windsor y Barlow, 1983; Au Díaz, 1996b). Un prensado insuficiente da como resultado una masa con un alto contenido de grasa, 12-14%, lo que dificulta su procesamiento y almacenamiento (Ferrando Grasso, 1973).

La operación se lleva a cabo en una prensa profunda continua, un tornillo simple o, a menudo, doble (Figura 6), que consta de dos tornillos cónicos con paso cónico, que giran en direcciones opuestas y se engranan entre sí. Los dos pernos están en un cilindro común, perforado y con la forma correspondiente. El pescado cocido es transportado a lo largo de ellos y bajo una presión creciente a medida que atraviesa la parte más delgada del tornillo y se desplaza en la dirección más amplia, por lo que el espacio libre de movimiento disminuye. El líquido bombeado sale por la perforación y se deposita por el extremo del tubo (Burgess et al., 1978; FAO, 1986).

De esta forma, obtendrás una masa equivalente a 1/3 de un pescado cocido, que contiene aproximadamente un 50% de humedad, un 3-5% de aceite, y el resto es materia seca, incluyendo proteínas insolubles, espinas, etc. El resultado es una solución que corresponde a 2/3 del pescado restante y luego se suele tratar por centrifugación (Windsor y Barlow, 1983).

Los siguientes parámetros afectan el proceso de prensado: presión, velocidad y temperatura. Deben adaptarse al tipo y estado de las materias primas con las que se trabaja (Au Díaz, 1996 a, b).

- **Temperatura:** Tiene un efecto directo sobre la viscosidad del aceite, que debe mantenerse al mínimo para facilitar la separación del aceite de la pasta. Se recomienda prensar en caliente para una separación óptima.
- **Presión y velocidad:** Están involucrados en la actividad mecánica necesaria, y su combinación adecuada permite que la matriz apoye eficazmente el mantenimiento de la coagulación sanguínea y la secreción de líquido cefalorraquídeo. Cuando se trabaja con pescado graso, la velocidad del prensador a utilizar debe ser baja, ya que el alto contenido de aceite hace que la masa se deslice a una velocidad moderada, no siendo presionada correctamente.

Es importante que la velocidad de la prensa mantenga una relación constante con el cocedor para evitar que se vacíe o sobrecargue (Au Díaz, 1996 a, b).



Figura 5: prensa BS – 56 F y power pack hidráulico

Fuente : <https://www.alamy.es/imagenes/bombas-hidraulicas.html?page=13>

2.5. Tratamiento de los líquidos de prensa

El líquido prensado está compuesto por una mezcla de agua, aceite, sólidos insolubles (principalmente proteínas) y sólidos solubles (proteínas, vitaminas y minerales). El propósito de este paso es separar las diferentes fracciones por fuerza centrífuga, utilizando principalmente su estado líquido y la diferencia de densidad entre sus componentes (Au Díaz, 1996 a, b). De esta forma, los sólidos en suspensión se separan primero en una centrífuga horizontal (decanter), y luego la separación del aceite, fracción de agua (agua final) y sólidos finos en suspensión se realiza mediante la máquina de centrifugación vertical. Finalmente, los sólidos pegajosos solubles en agua se concentran por evaporación para que se sequen junto con la masa; de lo contrario, se eliminan las impurezas del aceite para un almacenamiento adecuado (FAO, 1986).

2.5.1. Decantador.

Es una centrífuga de eje horizontal cuya tarea es sedimentar sólidos insolubles en el líquido prensado. El equipo se separó en 2 a 4 segundos aumentando artificialmente la fuerza de la gravedad (1500 a 5000 veces más alta de lo normal). Consiste en una coraza que gira a una alta velocidad de unas 3000 rpm, la cual cuenta con un tornillo transportador que gira a una velocidad ligeramente mayor, removiendo las partículas sólidas depositadas en la pared de la coraza bajo la acción de la fuerza centrífuga. a la salida De esta forma, se separa una fase sólida, denominada "lodo de

decantación" o "lodo de decantación", que se añade a la torta y continúa su camino hacia el secadero, y una fase líquida, denominada "líquido de decantación" o "líquido de decantación". "ter", que está compuesto principalmente por grasa y agua, se envía a una centrífuga (Au. Díaz, 1996 a, b). La eficacia de esta operación dependerá principalmente de los pasos anteriores determinando el tamaño de las partículas sólidas (las partículas grandes sedimentan más rápido). Además, la temperatura influye fuertemente en la viscosidad y la velocidad de sedimentación. Por lo tanto, para una separación exitosa, es necesario calentar la solución de lejía a 95 °C antes de alimentarla a la planta cuando su temperatura desciende entre el prensado y el transporte al decantador.

- Dado que este equipo está diseñado para un flujo de líquido y sólido determinado, se puede aumentar la eficiencia de separación utilizando un mayor número de equipos con menor flujo en cada uno, logrando de esta forma aumentar el tiempo de residencia (Au. Díaz, 1996 a, b).
- También existen otras alternativas tecnológicas para esta etapa, como la "decantadora centrífuga de tres fases" o "tricanter". Estos equipos permiten obtener por separado las tres fases de interés: aceite, agua de cola y partículas sólidas, utilizando una fuerza centrífuga y una velocidad de rotación similares a la de los decantadores (Madrid y colab.,1994; Au. Díaz, 1996 a)

2.5.2. Separadoras centrifugas

El líquido aceitoso de decantación se procesa en una centrífuga, generalmente del tipo de disco vertical, para separar el aceite del "agua de fondo" (que consiste en agua y sólidos disueltos). Este dispositivo utiliza el mismo principio que el decantador, la fuerza centrífuga separa las dos fases por la diferencia de densidad. La velocidad de rotación es de aproximadamente 6500 rpm. y proporciona una fuerza gravitatoria de 4.000 a 10.000 veces la de la gravedad (McCabe et al., 1991; Au. Díaz, 1996a). Los separadores recogen el "agua de cola", que va al evaporador, y se clarifica el aceite,

que pasa por una segunda etapa de separación. Esta operación también separa la tercera fracción formada por sólidos insolubles recuperados de procesos anteriores. Están adheridos a equipos, de los cuales deben ser removidos periódicamente ya sea de forma manual o automática en la mayoría de los equipos modernos (Au. Díaz, 1996 a, b). La separación en esta etapa también depende de la viscosidad, por lo que debe operar a temperaturas cercanas a los 95 °C (Madrid y colab., 1994; Au. Díaz, 1996 a, b).

2.5.3. Clarificación del aceite

El aceite obtenido de los separadores se recalentó a 95 °C, se mezcló con la fracción de agua caliente y se pasó por una ultracentrífuga vertical (12-14.000 rpm) para eliminar completamente los sólidos y las fracciones de agua, logrando así la estabilidad en almacenamiento. Después de la limpieza, se almacena en contenedores limpios y secos, que es el paso final que los aceites suelen tener en las plantas de harina de pescado (Ferrando Grasso, 1973; Windsor y Barlow, 1983).

2.6. Evaporación del agua de cola

El agua residual descargada del tanque de separación tiene un contenido sólido de 7-8%, que corresponde casi en su totalidad a proteínas solubles y algunos minerales, vitaminas, aminos, suspensión sólida y residuos de aceite (menos del 1% dependiendo del proceso de tratamiento). capacidad del separador). separación) se concentra al 30-50% para eliminar el agua ligada y recuperar los sólidos (FAO, 1986; Madrid et al., 1994).

El concentrado puede comercializarse como "concentrado de pescado disuelto" o agregarse a la masa antes del paso de secado para crear un "alimento bruto o completo" con mayor contenido de proteínas que la harina convencional (Ferrando Grasso, 1973). ; Burgess et al., 1978; Windsor y Barlow, 1983). Más del 20% de los alimentos cocinados es agua pegajosa, por lo que vale la pena su recuperación (Windsor y Barlow, 1983). Sin embargo, muchos fabricantes prefieren sacarlo del proceso como desecho para evitar posibles problemas con el producto final debido a la formación de histamina en esta etapa (Gallo Seminario, 2002), ya que si no se toman precauciones especiales, el pegamento se humedece

rápidamente. . se pudren durante el procesamiento, se enfrían y se almacenan antes de la evaporación. Por esta razón, si se procesa, debe evaporarse al recibirlo y enviarse inmediatamente a secar con el polvo, y cuando se vende como concentrado, se le debe agregar un conservante para que así sea. almacenado durante algún tiempo antes de la evaporación. Los ácidos minerales se usan comúnmente para reducir la pH. En este caso, se debe centrifugar nuevamente antes de concentrar para recuperar las proteínas coaguladas con ácido (Burgess et al., 1978; Zaldívar, 1992).

La concentración tiene lugar en evaporadores de varias carcasas, generalmente evaporadores de triple carcasa. Estos componentes incluyen principalmente: el intercambiador de calor, que proporciona el calor latente y percibido de la vaporización del líquido suministrado, el separador en el que se separa el vapor de la fase líquida concentrada y el condensador de etapa final en el que el líquido ingresa al condensador. . se aparean y se eliminan del sistema (Au Díaz, 1996 a, b).

El portador de calor en la primera etapa puede ser el vapor de la caldera o el vapor residual generado en el secador, y las etapas posteriores se calientan con vapor debido a la condensación de los efectos anteriores (Au Díaz, 1996 a, b). En general, se debe utilizar equipo con presión reducida para evitar que el calor dañe el líquido espesado. Por lo tanto, la tendencia actual es utilizar dispositivos de vacío de “película descendente”, que además de poder producir concentrado de la más alta calidad, aprovechan el vapor removido en el secador, lo que aumenta la calidad del producto y la economía del proceso (Zaldívar, 1994a; Chile Pesquero, 1998).



Figura 6: Evaporador de triple efecto

Fuente: https://www.academia.edu/24440048/evaporador_de_triple_efecto

El factor limitante de la evaporación es el aumento de la viscosidad del líquido. Cuando la concentración aumenta, las partículas sólidas se depositan en la superficie de la tubería, provocando pérdida de calor y aumento del consumo de combustible, en casos severos pueden incluso formar depósitos, provocando el bloqueo del sistema de instalación. Por lo tanto, es necesario limpiar periódicamente (generalmente una vez a la semana) la superficie del evaporador, preferiblemente las tuberías de acero inoxidable para evitar la corrosión y permitir la limpieza con una solución de ácido nítrico caliente (para eliminar la suciedad inorgánica) y soda cáustica (para eliminar compuestos orgánicos como proteínas y aceites) sin necesidad de abrir el limpiador (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986; Au Díaz, 1996a). También se evaluó la adición de enzimas al coloide acuoso, lo que permitió descomponer las proteínas en péptidos de menor peso molecular, reduciendo así la viscosidad del agua coloidal y mejorando un poco el rendimiento del volante. El postratamiento permite concentrar el agua aglutinante hasta un contenido de sólidos de hasta el 53% antes de que comience el aumento de la viscosidad. Las enzimas añadidas se inactivan a 900e. (Madrid y colab., 1994).

2.7. Secado

El proceso de secado consiste en la deshidratación del decantador y los solutos concentrados, previamente combinados y homogeneizados, desde un 45-60% de humedad hasta un 6-10% de humedad del polvo. De esta forma, el producto resultante es resistente a posibles cambios enzimáticos y microbianos, lo que permite un almacenamiento a largo plazo en condiciones ambientales con una mínima pérdida de propiedades organolépticas y nutricionales. Además, la deshidratación reduce el peso del producto, brindando ventajas en el procesamiento y transporte (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986).

Para separar el agua de los sólidos en el residuo, es necesario proporcionar suficiente energía para: vencer las fuerzas de interacción entre las moléculas de agua en un medio no acuoso y otras moléculas de agua y luego eliminar el vapor de agua resultante (Au Diaz). . , 1996b). Durante la cocción, es posible romper los enlaces moleculares que sostienen las moléculas de agua, que se pierden en la estructura de gel de la carne (proteína) y luego no pueden ser eliminadas por fuerzas mecánicas (giradas o prensadas).). sin precocción. . Este proceso afecta solo a las tres cuartas partes del agua presente, mientras que el resto se compone principalmente de moléculas además de proteínas. Se cree que las moléculas de agua cerca de la superficie de la proteína se mantienen unidas por la interacción de los grupos hidroxilo (OH) de la superficie y dos átomos de hidrógeno para formar la llamada "monocapa", mientras que el resto del agua (el agua se elimina) se forma. secundaria, terciaria, etc. alrededor. Por tanto, la energía aplicada, para romper las fuerzas de unión, actuará primero sobre la multicapa exterior y de ahí sobre la interior hasta llegar a la hipotética monocapa si la energía es suficiente (Au Diaz, 1996b).

Las moléculas de agua que componen la monocapa que protege las proteínas y representan alrededor del 10% del peso, deben coincidir con el contenido mínimo de humedad permitido para la harina de pescado. Por esta razón, si el contenido de proteína de la harina de trigo es del 70%, el contenido de agua de la harina monocapa debe ser de hasta el 7%. El contenido de humedad final de la masa por debajo de este valor dañará las moléculas de proteína

y perderá el valor nutricional de la masa, además de consumir combustible adicional. Por el contrario, la humedad por encima de cierto porcentaje no garantiza que las proteínas permanezcan intactas durante el almacenamiento del producto debido al posible crecimiento microbiano (Au Díaz, 1996 b; Cood y Zaldívar. 2000)

2.7.1. Tipos de secadores

2.7.1.1. Secadores de llama o fuego director

El secador de llama o secador de llama directa es el equipo de secado más antiguo utilizado en la producción de harina de pescado. Consisten en tambores giratorios con varios sistemas de carga en los que la energía térmica es proporcionada por convección por una corriente de aire muy caliente a 500-600°C, que se mueve a la par del lodo seco. El flujo de aire se produce inyectando aire, llevándose los gases de combustión generados en el horno o quemador que forma parte del equipo. El vapor resultante se elimina junto con el aire caliente. Los granos de harina de trigo no alcanzan temperaturas tan altas debido a la rápida evaporación del agua de su superficie, lo que les permite mantener una temperatura bastante baja, normalmente en torno a los 80° C. El tiempo de secado requerido en el aparato oscila entre 10 y 20 minutos. , dependiendo de los otros pasos del proceso y del tipo de materia prima utilizada, y se determina ajustando cuidadosamente la circulación de aire.

Es importante que este aparato utilice un combustible bastante limpio, bajo en azufre y nitrógeno, debido a la presencia de sustancias en el aire como óxidos de azufre, óxidos nitrosos, etc., que pueden contaminar la harina e incluso hacer que la harina reaccione. lo. Además, la temperatura de combustión debe ser lo suficientemente alta para asegurar una combustión completa (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986).

Un gran problema de este tipo de secadores es que si se trabaja sin cuidado, observando estrictamente la temperatura a la que los gases deben llegar al secador y el tiempo de residencia, el polvo se secará, lo que en muchos casos puede provocar incendios en los productos o incluso fuego en secadoras. Por esta razón, los fabricantes de harina de pescado están reemplazando estos equipos por tecnologías de secado más modernas (Zaldívar, 1995).

2.7.1.2. Secadores de vapor

Actualmente, los más difundidos en las plantas elaboradoras de harina de pescado son:

- Secadores rotadisco.
- Secadores rotatubo.

Los secadores de vapor se desarrollaron para reemplazar los secadores de llama directa convencionales para producir harina de mayor calidad. El electrodoméstico también es una secadora rotatoria, que consta de un gran cilindro interior al que se le suministra calor indirecto al hacer contacto con un disco, un tubo o un serpentín y/o una pared que se calienta con el vapor de la propia secadora. La rotación de los discos, tubos o bobinas y la presencia de deflectores en la pared interna del secador aseguran la mezcla en masa y facilitan la transferencia de calor. El aire se fuerza a través del secador por medio de un ventilador centrífugo para eliminar el vapor generado durante el calentamiento (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986). El vapor entra a temperaturas entre 1400°C y 1800°C, en cuyo caso la harina no llega a esta temperatura debido al enfriamiento por la rápida evaporación de la superficie (Au Díaz, 1996a). Los secadores indirectos son generalmente más lentos que los secadores directos, por lo que el tiempo de residencia en los secadores de vapor oscila entre 45 minutos (secadores de tubo rotatorio) a más de una hora (secadores rotatorios) (Au Díaz,

1996a), excepto algunos diseños modernos. con el mejor sistema de distribución de vapor para reducir el tiempo de residencia. Los secadores de vapor tubulares rotatorios funcionan con el mismo principio que los secadores de disco rotatorio, excepto que los elementos de calentamiento rotatorios son tubos de calentamiento de vapor horizontales (FAO, 1986).

Las variables de operación de un secador de vapor que permiten controlar la humedad de salida del producto son:

- Temperatura del vapor: se regula ajustando la presión.
- Tiempo de permanencia del producto en el secador: depende del diseño del equipo, algunos equipos poseen un sistema de compuertas que permite acumular la carga en el interior hasta que se seque, también se puede regular el tiempo ajustando la altura de las compuertas o modificando el diseño y disposición de deflectores (Windsor y Barlow, 1983; Au Díaz, 1996 a).

Estos secadores por lo general no cuentan con control de humedad automático, ya que el contenido de humedad inicial de la harina solo se puede medir con precisión mediante análisis de laboratorio, sin embargo, en la práctica, un cálculo es cercano. La corrección rápida generalmente se logra midiendo la sensación táctil de un material. al tacto. (Windsor y Barlow, 1983). Existe otra forma práctica de controlar adecuadamente el contenido de humedad de la harina a la salida de la secadora, como la descrita por Au Diaz (1996a), que consiste en graficar el contenido de humedad en función del contenido de humedad. Tiempo de acuerdo con la medición de la humedad tomada durante un cierto período de tiempo, la humedad esperada es a una hora determinada; luego, si la humedad pronosticada es mayor que la esperada, la presión de vapor aumenta proporcionalmente a la deflexión y viceversa. Este método le permite predecir cambios en su sistema. El vapor extraído de esta unidad es muchas veces reciclado y utilizado para alimentar la planta evaporadora, especialmente en plantas diseñadas para minimizar el

impacto al medio ambiente (Chile Pesquero, 1998; Atlas-Stord, 2002). El condensado de vapor también se puede utilizar como medio de transferencia de calor para el horno (Au Díaz, 1996 b)

2.7.1.3. Secadores de vacío

Los secadores de vacío se usan comúnmente para productos sensibles a la temperatura. El secado al vacío puede preservar muy bien las propiedades nutricionales del pescado, evitar la descomposición de aminoácidos esenciales y vitaminas, y es muy adecuado para producir polvo de grado "LT" de alta calidad (baja temperatura o harina de baja temperatura). . (Pesca en Chile, 1998; Atlas-Stord, 2002).

Los secadores de vapor a menudo permiten la operación al vacío, por lo que un diseño similar da como resultado un producto de mayor valor comercial (Madrid y colab.,1994; Atlas-Stord, 2002).

2.7.1.4. Secadores de aire caliente indirecto

Este secador se basa en el principio de secado por convección, es decir, el medio gaseoso transfiere calor al polvo, pero en este caso el aire se calienta indirectamente en los intercambiadores de calor (los tubos se calientan internamente por el fuego de gas) . La transferencia indirecta de calor significa que los productos de la combustión nunca entran en contacto directo con el producto (Au Díaz, 1996 b; Cifuentes, 2002 b). A principios de la década de 1980, la empresa noruega Kvaerner Hetland desarrolló un sistema de secado por aire caliente para cumplir con los nuevos requisitos de calidad para la harina de pescado de acuicultura, produciendo un polvo de primera calidad, la parte superior se llama "LT" (polvo de baja temperatura). una de las mejores tecnologías de secado: aire caliente con alta capacidad calorífica a baja temperatura. Desde entonces, se ha instalado en Europa, donde la mayor parte de la harina utilizada para la alimentación de peces es harina "LT", y también se utiliza en América Latina desde

hace varios años (Chile y Perú) (González Ureta, 1997; Chile Pesquero, 1998; Caro Ros, 1999).

Las condiciones de funcionamiento de este sistema de secado son:

- Temperatura de aire caliente máxima de 350°C (la harina no supera los 60°C).
- Tiempo de residencia entre 8 y 10 minutos.

Estas condiciones permiten obtener un producto con un perfil de aminoácidos muy favorable y una digestibilidad superior al obtenido por cualquier otro método.

La ventaja de este sistema de deshumidificación es que además del sistema cerrado separado de los gases de escape, todo el aire restante en el sistema es completamente inodoro, evitando la liberación de olores desagradables al ambiente (González Ureta, 1997).

En la actualidad, se utilizan ampliamente otras tecnologías de secado por aire caliente, en las que el aire o gas de calentamiento no ingresa a temperaturas superiores a 300-400 °C, por lo que la temperatura de las partículas de harina no supera los 65-70 °C, y el tiempo de residencia es corto, de 2 a 20 minutos dependiendo del proyecto (Zaldívar, 1994; Chile Pesquero, 1998)

- En la práctica, es común combinar diferentes dispositivos para transferir un producto parcialmente seco de un producto a otro para obtener productos de diferentes calidades, y los consumidores suelen manifestar su preferencia por productos elaborados con una u otra tecnología. Una buena combinación para evitar el estrés térmico del producto, usar eficientemente el calor y reducir las emisiones de olores desagradables al ambiente es usar secadores de vapor y aire caliente o gas en combinación y en secuencia. Así, en un secador rotatorio o rotatorio, el contenido de humedad de la torta se puede reducir desde alrededor del 50% al 20%. y

luego pasar el producto a través de un secador de aire caliente indirecto a baja temperatura donde se asegura que el paso final se realice en condiciones muy suaves donde la temperatura de las partículas de polvo no supere los 65-70°C, para asegurar un equilibrio adecuado entre el tasa de evaporación del agua y la tasa de difusión del agua desde el interior del grano (Zaldívar, 1994). En Argentina, las plantas de harina de pescado utilizan un sistema tradicional de secado a vapor y algunas aún combinan este sistema con la quema directa de gas.

2.8. Enfriamiento

Después del secado, el polvo tiene el contenido de humedad deseado, pero está a una temperatura que no es adecuada para la molienda y el envasado inmediatos. Existe riesgo de incendio al moler en caliente, especialmente con harinas con alto contenido de aceite (10%), que liberarán una cantidad adicional de calor percibido cuando se oxiden. Además, el producto es ligeramente pegajoso y además de requerir más energía para moler, tiende a formar grumos dentro de la bolsa (Burgess et al., 1978). Por lo tanto, la masa debe enfriarse por completo, a partir de aproximadamente 2 horas. de 70 °C a 25-30 °C para lograr la mayor estabilidad del producto obtenido (Zaldívar, 1994a).

El enfriamiento puede tener lugar en equipos tipo secador, donde el tratamiento térmico consiste en bajar la temperatura mediante algún tipo de sistema de transporte por ebullición con aire frío, o mediante un taladro infinitamente largo para el transporte. Transferir el polvo al lugar de empaque. permite refrescarse en la carretera (Ferrando Grasso, 1973; Burgess et al., 1978; Zaldívar, 1994a).

2.9. Molienda y envasado

Antes de la molienda, el producto se pasa por un tamiz vibratorio y separador magnético para eliminar impurezas extrañas como virutas de madera, piedras, ganchos, clavos... Esto puede dañar el equipo de molienda y los huesos, aumentando el contenido de cenizas del polvo. El objetivo de la molienda es obtener un polvo homogéneo, sin cuerpos extraños, agradable a la

vista, fácil de transportar y fácil de incorporar al resto de la dieta. El tamaño de grano de los gránulos procesados depende de los requisitos del cliente y normalmente el tamaño de partícula del mismo polvo no tiene una variación relativamente grande. Además, se recomiendan pequeñas cantidades de partículas muy finas por varias razones: generan polvo cuando se manipulan; se escapan de la tela, provocando pérdida de peso y suciedad, aglomeración de polvo grueso y pueden obstruir las fosas nasales de los animales que se alimentan (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986). Hay varios sistemas de molienda en seco en el mercado, pero los molinos de martillos son especialmente adecuados para la harina de pescado debido a su gran capacidad y facilidad de limpieza. El proceso de molienda se realiza mediante el uso de un martillo giratorio a alta velocidad para batir la masa horizontal o verticalmente. El molino tiene placas perforadas con orificios de diferentes tamaños, dependiendo de la granulosis del producto de destino, por donde sale el polvo del molino (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986). La humedad, la grasa, la proteína, la histamina, el NBV, etc., que se controlan en el laboratorio una vez finalizado el proceso de despulpado, son muy importantes para las propiedades del polvo y la clasificación según la calidad obtenida. Luego, el polvo se envasa en bolsas o se envía a silos inmediatamente o después de la granulación. La granulación implica pasar la masa a través de una máquina peletizadora como se muestra en la Fig. 9, luego pasa por el sistema de refrigeración y finalmente se almacena. Por lo general, se usa vapor o un concentrado de pegamento caliente en agua como aglutinante para facilitar la formación de partículas duras (FAO, 1986; Cood y Zaldívar, 2000). La producción de pellets de harina de pescado es un proceso muy popular hoy en día porque tiene varias ventajas, como menos polvo durante el procesamiento, menos riesgo de oxidación y calentamiento espontáneo (FAO, 1986). Soule et al (1976) investigaron el efecto del espesamiento en la oxidación de la harina de pescado y encontraron que la granulación confiere resistencia física a la difusión de oxígeno, lo que lleva a un aumento en el tiempo de inducción de oxidación evidente. Por lo tanto, almacenar harina en forma granular permite ralentizar la oxidación y evitar posibles problemas asociados con ella.



Figura 7: Molino.

Fuente: extraído de <https://silo.tips/download/proceso-de-la-harina-de-pescado>

2.10. Estabilización de las harinas

Como regla general, la harina de pescado es propensa a la oxidación de lípidos durante el almacenamiento y el transporte. Este problema está directamente relacionado con su alto contenido en lípidos insaturados y se debe a la reacción exotérmica del aceite con el oxígeno atmosférico (vía autooxidación). Si esta reacción continúa, la masa se sobrecalentará, posiblemente incluso "quemando la masa". Durante el proceso de oxidación, la harina se oscurece, los aceites contenidos en ella cambian las propiedades organolépticas y aumentan la acidez, además, el valor nutricional de la harina disminuye (Soule et al., 1976).

Para solucionar este problema, primero es necesario prensar bien el material, permitiendo extraer la máxima cantidad de aceite, dejando menos del 10% en el producto final, que a su vez estará limitado por las condiciones en las que se presenten las materias primas. . Luego realice el proceso de secado correctamente para que el contenido de humedad final de la masa no supere el 10%, ya que valores más altos permiten el crecimiento microbiano y la actividad enzimática, que puede producir más del 112% en condiciones de calentamiento y quemado. Finalmente, es necesario retrasar la oxidación del producto hasta su consumo, por lo que, además del envasado en frío, es necesaria la adición de antioxidantes.

y realizar el proceso de "salado" antes de poner el producto en el mercado para lograr una buena estabilidad del polvo durante el almacenamiento y transporte. Además, la selección de envases y granulación adecuados ayuda a solucionar este problema (Soule et al., 1976; Cood y Zaldívar, 2000).

Los antioxidantes son sustancias químicas que ralentizan la autooxidación. La cantidad necesaria dependerá de la concentración de lípidos del polvo y de su grado de instauración. Por regla general, se agregan antes de la mezcla a través de un dosificador automático, sin embargo, algunos fabricantes tienden a agregarlos antes de la cocción y/o antes del paso de secado para evitar la pérdida de ingredientes sensibles al calor y mejorar así la calidad nutricional del producto resultante. Comúnmente utilizados en esta industria son: BHT (butilhidroxitolueno) y etoxiquina. Por lo general, se utilizan de 750 a 1000 ppm de etoxiquina (Macrae et al., 1993), y la presencia de al menos 100 ppm de etoxiquina en el polvo en el momento del envío se considera un criterio de seguridad (Cood y Zaldívar, 2000).

Cabe señalar que la concentración del antioxidante agregado disminuyó gradualmente con el tiempo de almacenamiento y actividad durante el período de actividad (8 a 10 meses); por lo tanto, cuando se agota, la harina de trigo puede oxidarse mucho más que en ausencia de antioxidantes (Ferrando Grasso, 1973).

El acondicionamiento de la masa incluye dejar que la masa madure en la bolsa durante al menos 14 días, mantener la temperatura ambiente por debajo de los 35 °C y disponer las bolsas para proporcionar ventilación para que se pueda disipar el calor generado por el proceso de oxidación. Si el depósito tiene un gran volumen, el polvo debe ser removido de vez en cuando y apilado en montones que no excedan los 2 m. Alto. Así, la harina de trigo pierde su reactividad y se mantiene estable si además contiene antioxidantes (Windsor y Barlow, 1983; FAO, 1986). En Argentina, aunque el ingrediente principal son los filetes magros (principalmente merluza), también contiene tripas con un contenido de grasa promedio de alrededor del 4-8%. Por esta razón, la estabilidad de la harina también se aplica a nuestras harinas (Soule y colab., 1976).

- Existe un método alternativo de estabilización de la masa para evitar que se quemé la masa, principalmente para especies grasas como sardinas, anchoas, etc. Se trata de eliminar el aceite de la masa mediante extracción con disolventes. Con este fin, el polvo del secador se rocía sobre la cinta transportadora con algún solvente orgánico, generalmente hexano, el solvente liposoluble, dejando el polvo con menos del 1% de contenido de grasa (Windsor y Barlow, 1983). Este proceso produce harina con un olor más bajo, lo que la hace muy apta para el consumo humano (para la producción de concentrados de proteínas de pescado), pero tiene la desventaja de ser antieconómica (FAO, 1986).

2.11. Almacenamiento.

Las condiciones de almacenamiento del polvo deben controlarse estrictamente para garantizar que el producto no se deteriore y permanezca estable durante un período de tiempo razonable. Para ello, es necesario mantener una buena ventilación de la masa recién preparada, permitir que el exceso de aceite se preoxide, que la temperatura ambiente no supere los 35 °C y evitar fuentes de humedad que favorezcan el desarrollo de hongos. La harina de pescado se conserva y vende de la siguiente manera:

- a) En bolsas:** La bolsa puede ser de papel, plástico o yute. El papel laminado de 50 kg o el papel recubierto de PE son los más utilizados, ya que proporcionan una buena protección contra la contaminación microbiana y evitan la entrada de oxígeno y vapor de agua de la atmósfera. La harina molida y empacada se coloca en recipientes (Figura 10) con buena ventilación, humedad y temperatura adecuadas (FAO, 1986; Cood y Zaldivar, 2000).
- b) A granel:** almacenado en silos especiales en forma de gránulos o polvo. También se puede almacenar en un almacén o sala de almacenamiento donde se deben observar las condiciones sanitarias, principalmente para evitar una posible contaminación por salmonella (FAO, 1986).

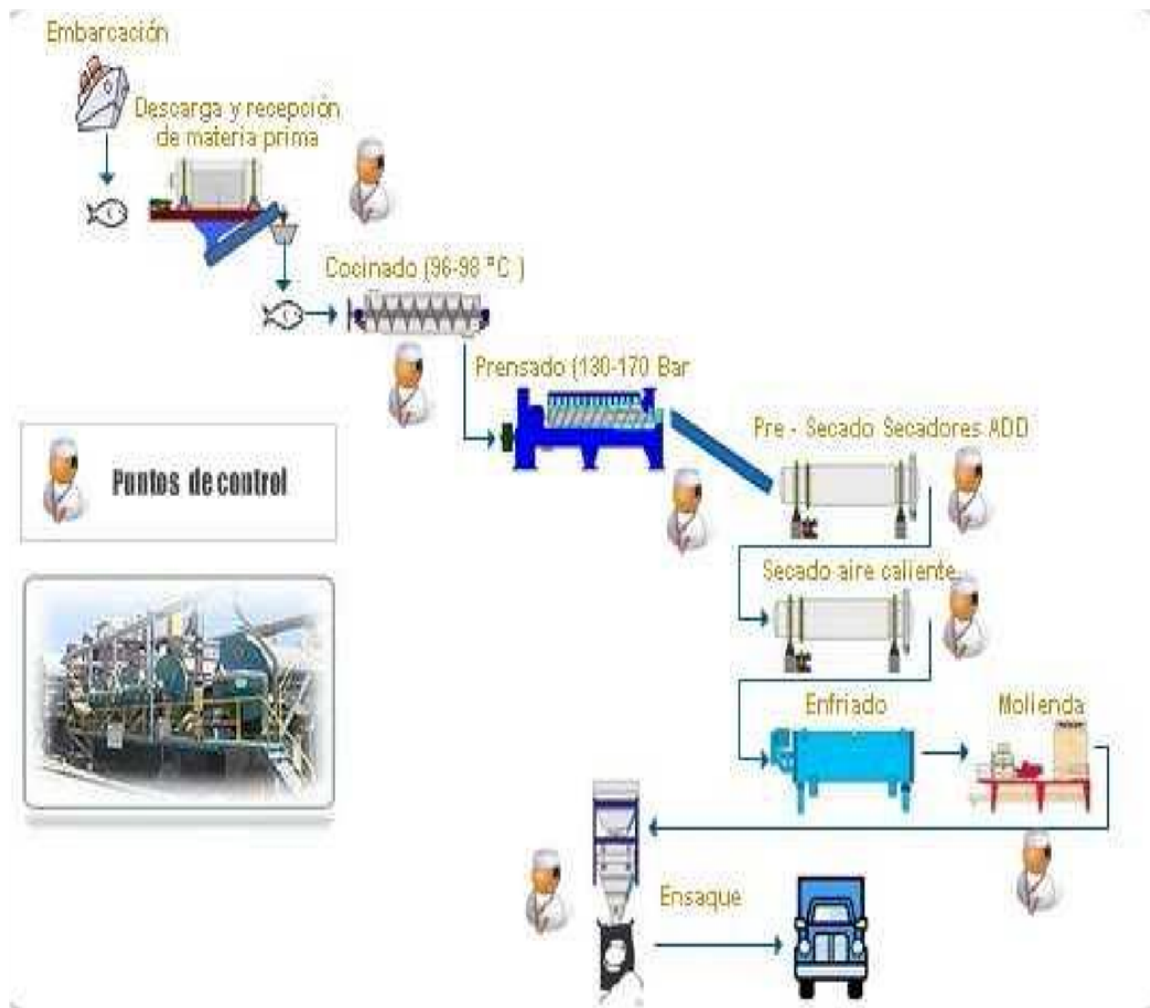
- c) En contenedores: de una capacidad de 20 toneladas, donde el polvo se almacena en una bolsa o bloque, con una tapa de plástico sellada en el interior del contenedor, que permite almacenar de esta manera. Este sistema ha cobrado importancia en los últimos años debido a las ventajas que presenta en términos de transporte (por portacontenedores) y facilidad de almacenamiento de la harina en el puerto, permitiendo despachar el producto de forma rápida y directa sin necesidad de exponer el producto a las condiciones climáticas. y habilidades de manejo (Bulnes, 1995; Cood y Zaldivar, 2000).



Figura 8: almacenamiento de harina en bolsas de polipropileno de 50kg.

Fuente: extraído de <https://www.alamy.es/imagenes/bolsas-de-harina.html>

2.12. Diagrama de flujo de harina de pescado



2.13. Características físicas – químicos

La harina de pescado es normalmente compuesto por:

- Proteína 60 % – 72 % max.
- Humedad 10% max.
- Grasa 5 % – 10 % Max.
- Ceniza 10% – 20 % Max.
- Impurezas ausencia.
- Insectos ausencia.

2.14. Características microscópicas

Las características distintivas de la harina de pescado además del olor también tienen escamas y huesos.

Presentes en las pesadas espinas de pescado, incluso en las piezas más pequeñas, siempre muestran signos de su estructura anatómica. Muchos de ellos son cilíndricos y puntiagudos, otros suelen tener forma de espina. Varían en color de blanco a ligeramente amarillo. Algunas piezas tienen un acabado perlado mate suave, otras pueden ser más transparentes.

Las escamas (parte gruesa) tienen la forma de granos laminares con brillo nacarado, planas o relativamente curvas, casi siempre transparentes con líneas concéntricas similares a los anillos de crecimiento de una planta. El vítreo (ojo), presente como la luminosidad, tiene un aspecto perlado translúcido, casi esférico, con una superficie rugosa debido a las capas laminares rotas que forman el cristalino. Se pueden encontrar fácilmente enteras o partidas en trozos que conservan su forma más o menos esférica. Por otro lado, el tejido muscular en forma de gránulos de color marrón amarillento es relativamente duro con una superficie mate, aunque se pueden romper fácilmente en fragmentos fibrosos con unas pinzas.

Estas fibras existen como escamas cortas relativamente planas con una superficie translúcida suave.

2.15. característica nutricionales

La harina de pescado es un producto seco y molido elaborado a partir de pescado entero o de desecho.

La harina de pescado ocupa actualmente una posición alta en la lista de ingredientes para animales debido a su alto contenido en proteínas, equilibrio de aminoácidos esenciales y fuente de vitaminas del complejo B.

Composición nutricional	Unidad	Cantidad
Materia seca	%	90,00
Energía metabolizable (aves)	Mcal/kg	3,10
Energía digestible (cerdos)	Mcal/kg	3,20
Proteína	%	50,00
Metionina	%	1,80
Metionina + cistina	%	1,95
Lisina	%	4,00
Calcio	%	7,50
Fósforo disponible	%	3,80
Acido linoleico	%	0,15
Grasa	%	14,00
Fibra	%	1,20
Ceniza	%	16,50

Figura 9: Composición nutricional de harina de pescado.

Fuente: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2015000300007

Con respecto a las precauciones de higiene que se tiene que adoptar durante el almacenamiento de la harina, la industria recurre a los antioxidantes para estabilizar la de modo que no se deteriore su contenido proteínico durante este tiempo y que no pierda valor energético.

Se ha considerado que la harina de pescado se utilizará en mayor escala como ingrediente para fabricar alimentos de alta calidad destinados a la alimentación humana, y que por lo tanto disminuiría su empleo como materia prima para producir nutrientes de ganado y concentrados proteínicos, ya que la proteína de la harina pueden consumirla directamente las clases desposeídas, a bajos costos, lo que podrá alimentar así a la creciente población”.

Conclusión

La harina de pescado es una fuente proteica ampliamente utilizada en la elaboración de dietas animales, rica en aminoácidos esenciales como la cisteína. La metionina y la cistina son limitaciones, especialmente en monogástricos. Cabe señalar que el uso de desechos de pescado como ingrediente da como resultado un producto con bajo contenido de "proteínas" y alto contenido de cenizas, lo que muchas veces es perjudicial para la nutrición de los peces debido a posibles problemas de contaminación en estas aguas limitadas. Sin embargo, la "calidad proteica" de este polvo puede ser muy buena y comparable a la que se obtiene de la especie entera. Además, debido a la creciente demanda mundial de harina de pescado por parte de la industria acuícola, estas harinas tienen un alto valor comercial en el mercado extranjero de piensos. Las claves para producir harina de alta calidad se pueden resumir en: uso de ingredientes frescos, prensado controlado para una mejor separación de grasas, secado a baja temperatura, incorporación continua de ingredientes Concentrado disuelto, envasado a baja temperatura y almacenado en envase sellado con antioxidante. Sin embargo, no es posible establecer condiciones ideales para el proceso, la tecnología o las materias primas utilizadas, ya que estas dependen en gran medida de las políticas y estrategias del productor de harina de pescado, quien decide priorizar la calidad del producto, el ahorro de energía y/o el cuidado del medio ambiente como así como el comprador y los requisitos del comprador. mercado al que se destina la harina.

La harina de pescado es una buena materia prima en la producción de alimentos con alto valor nutricional. La harina de pescado también es apta para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

Del análisis, se puede concluir que para producir polvos especiales en general, se requiere equipo moderno. Reciclando ingredientes frescos hay que tener especial cuidado a la hora de cogerlos. Al almacenar a bordo, cargar y descargar y almacenar en el patio, para evitar el deterioro rápido del pescado, es necesario utilizar un sistema de refrigeración tanto en el barco como en el tanque, ya que solo estas consideraciones pueden aumentar la cantidad de harina. Por operaciones especiales de pretratamiento

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Achurra L., M. 1988. Un desafío para Chile. Harinas de pescado: Factor de calidad y alternativas de mercados. Chile Pesquero. 45: 23-26.
- Agustiner. 2001 Y 2002. Visita realizada a planta de elaboración de harina de pescados. Mar del Plata. Octubre
- Albrecht Ruiz, M. y Salas Maldonado, A. 2001. El pescado y la histamina (escombrotóxina). Infopesca Internacional. 8: 20-26.
- Atlas-Stord. 2002. Condiciones técnicas de funcionamiento de equipos en página web. AtlasStord, empresa danesa diseñadora de tecnología de producción de harina. Recuperado de : <http://www.atlas-stord.com>
- Au Díaz, N. 1996a. Elaboración de harina de pescado de alta calidad. Curso de operación, producción con calidad. Concepción, Chile. 36 pp.
- Au Díaz, N. 1996b. Elaboración de harina de pescado de alta calidad. Manual preparado especialmente para Esmital Ltda. Concepción, Chile. 126 pp.
- Barlow, S.M. 2001. Fishmeal and oil. Supplies and Markets. In: Presentation to Ground Fish Form. IFFO (International Fishmeal and Fish Oil Organisation), UK. Recuperado de <http://www.iffo.org.uk/Supplies.pdf>
- Barlow S.M., Collier, G.S., Juritz, I.M., Burt, J.R., Opstvedt, J. y Miller, E.L. 1984. Chemical and biological assay procedures for lysine in fish meals. 1. Sci. Food Agric. 35: 154-164.
- Barlow, S.M., Pike, I.H. y Nixon, F. 1979. Choline content offish meals from various origins. IAFMM (International Association of Fish Meal Manufacturers). Technical Bulletin. Recuperado de <http://www.iffo.org.uk/pdflib/tbull/tb07.pdf>
- Barlow, S.M. Y Windsor, M.L. 1984. Fishery by-products. IAFMM (International Association of Fish Meal Manufacturers). Technical Bulletin Recuperado de <http://www.iffo.org.uk/tech/techI9.htm>
- Basso, L. R. Y Vieites, C. M. 1995. Requerimientos, alimentos y raciones. En: Manual de producción porcina. Capítulo 3. Ed. Vieites, C. M. Editorial Hemisferio sur, Buenos Aires, Argentina. 116 pp.
- Belitz, H.O. y Grosch W. 1997. Química de los alimentos (2 da. Ed.). Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 1087 pp

- Bertullo, V. H. 1975. Tecnología de los productos y subproductos del pescado, moluscos y crustáceos. Editorial Hemisferio Sur, S.R.L, Buenos Aires. 538 pp
- Bertullo, V. H., Santos, B. y Alvarez, C. 1967. B.P.c. (Bio-Proteo-Catenolizado) de pescado para uso animal y harina de pescado. Revista del Instituto de Investigaciones Pesqueras Universidad de la Plata. Facultad de Veterinaria, Montevideo. V01.2No.1: 19-36.
- Bórquez, R., Espinoza, M. y Ormeño, R. 1994. Effects of storage time and chemical preservatives on the total volatile basic nitrogen content in Chilean mackerel (*Trachurus murphy*). Prior to fish meal production. *J. Sci. Food Agric.* 66: 181-186.
- Bulnes, V. M. 1995. El embarque de la harina de pescado. *Chile pesquero.* 86: 18-21.
- Burgess, G.H.O., Cutting, c.L., Lovren, I.A. y Waterman, I.I. 1978. Harina y aceite de pescado. En: *El pescado y las industrias derivadas de la pesca.* Capítulo 10. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 229-263 p.
- Au Díaz, N. 1996a. Elaboración de harina de pescado de alta calidad. Curso de operación, producción con calidad. Concepción, Chile. 36 pp.
- Au Díaz, N. 1996b. Elaboración de harina de pescado de alta calidad. Manual preparado especialmente para Esmital Ltda. Concepción, Chile. 126 pp
- Windsor, M. y Barlow, S. 1983. Introducción a los subproductos de la pesquería. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 1-139p.
- Burgess, G.H.O., Cutting, c.L., Lovren, I.A. y Waterman, I.I. 1978. Harina y aceite de pescado. En: *El pescado y las industrias derivadas de la pesca.* Capítulo 10. Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España. 229-263 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1970. Available amino acid content of fish meals. IAFMM (International Association of Fish Meal Manufacturers), Londres, U.K. Technical bulletin No. 1. Recuperado de <http://www.iffco.org.uk/tech/tech1.htm>
- FAO. 1986. The production of fish meal and oil. FAO: Fishery Industries Division. Fisheries. Technical Paper No. 142, Rev. 1. 63pp

Ferrando Grasso, L. C. 1973. Apuntes sobre tecnología del pescado: harinas y aceites de pescado, aprovechamiento de residuos. 35p

Madrid, A., Madrid, J.M., y Madrid, R. 1994. Producción de harinas, aceites y concentrados proteínicos de pescado. En: Tecnología del pescado y productos derivados. Capítulo 9. Mundi-Prenda Libros, Madrid, España. 237-265 p.

Zaldívar L., .1992. Criterios de clasificación de harinas de pescado. Chile Pesquero. 71 b43- 47

Zaldívar L., J. 1994a. Nuevas tendencias a las harinas especiales. Chile Pesquero. 82:52-58.