UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIA

TESIS

"Efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la obtención de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*)"

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

Jacinto REYES VITOR

ACOBAMBA - HUANCAVELICA

2015

ACTA DE SUSTENTACIÓN O APROBACIÓN DE UNA DE LAS MODALIDADES DE TITULACIÓN

En la Ciudad Universitaria de "Común Era"; auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, a los 03 días del mes de mayo del año 2012, a horas 09:00 a.m.; se reunieron; el Jurado Calificador, conformado de la siguiente manera:

Presidente : Mg. Sc. Ing. Rolando PORTA CHUPURGO

Secretario : Ing. Alfonso RUIZ RODRÍGUEZ

Vocal : Ing. Virgilio VALDERRAMA PACHO

Accesitario : Ing. Rafael Julián MALPARTIDA YAPIAS

Designados con **RESOLUCIÓN Nº 202-2011-FCA-UNH**; del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros. Intitulado:

"EFECTO DE LA HUMEDAD INICIAL Y TIEMPO DE SECADO POR VENTANA REFRACTANTE EN LA OBTENCIÓN DE HARINA DE PESCADO CARACHAMA (*Loricaria sp.*)"

Cuyo autor es el graduado:

BACHILLER: **REYES VITOR, Jacinto**

A fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del: proyecto de investigación o examen de capacidad o informe técnico u otros, antes citado.

Finalizado la evaluación; se invito al público presente y la sustentante abandonar el recinto; y, luego de una amplia deliberación por parte del jurado, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO [X] **POR** MAYORIA

DESAPROBADO [ ]

En conformidad a lo actuado firmamos al pie.

Presidente

Secretario

Vocal

Accesitario

Asesor:

Ing. Roberto Carlos, CHUQUILIN GOICOCHEA.

DEDICATORIA

A mis padres, Ananías y Zenaida, por sus grandes esfuerzos para la culminación de mi carrera profesional

A mis hijos, Jhon Kevin, Jhon Russel y Jhon Derek por darme las fuerzas para seguir superándome en la vida profesional.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agroindustria, por haberme cobijado en su recinto universitario durante mi formación profesional.
- A los docentes en general de la Universidad Nacional de Huancavelica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Académico Profesional de Agroindustria, por haberme transmitido los conocimientos necesarios durante mi formación profesional.
- Al Ing. Roberto Carlos CHUQUILIN GOICOCHEA, por su apoyo logístico para la realización de este proyecto de investigación.

ÍNDICE

CAPITULO I: PROBLEMA 14

1.1. Planteamiento del problema 14

1.2. Formulación del problema 17

1.3. Objetivos 17

1.3.1. Objetivo general 17

1.3.2. Objetivos específicos 17

1.4 Justificación 17

1.4.1. Justificación científica 17

1.4.2. Justificación social 18

1.4.3. Justificación económica 18

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO 19

2.1. Antecedentes 19

2.2. Bases teóricas 26

2.2.1. Características del pescado Carachama 26

2.2.1.1. Taxonomía del pescado Carachama 26

2.2.1.2. Hábitat 27

2.2.1.3. Reproducción 28

2.2.1.4. Agua 28

2.2.1.5. Usos 28

2.2.2. Harina de pescado 29

2.2.3. Índices bioquímicos y químicos en la evaluación de calidad del pescado 33

2.2.4. Consumo de pescado y mercado de la harina de pescado 39

2.2.5. Tecnología de ventanas refractantes 42

2.2.6. Metodología de superficies de respuesta 44

2.3. Hipótesis 44

2.4. Definición de términos 45

2.4.1. Carachama 45

2.4.2. Humedad 45
2.4.3. Secado 45
2.4.4. Ventana refractante 45
2.5. Identificación de variables 46
2.5.1. Variables independientes 46
2.5.2. Variable dependiente 46
2.6. Definición operativa de variables e indicadores 46

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 47

3.1. Ámbito de estudio 47
3.2. Tipo de investigación 47
3.3. Nivel de investigación 47
3.4. Método de investigación 48
3.5. Diseño de investigación 48
3.5.1. Descripción de diagrama experimental 49
3.5.1.1. Recepción de materia prima 49
3.5.1.2. Pesado 49
3.5.1.3. Molienda 49
3.5.1.4. Acondicionamiento 49
3.5.1.5. Secado 49
3.5.2. Análisis de resultados: Metodología de superficie respuesta 50
3.6. Población, muestra, muestreo 50
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 50
3.7.1. Determinación de químico proximal 51
3.7.2. Análisis de índice de peróxido 51
3.7.3. Determinación de bases volátiles de nitrógeno (Amoniaco libre) 51
3.8. Procedimiento de recolección de datos 51
3.8.1. Determinación de humedad 52
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 53

CAPITULO IV: RESULTADOS **54**

4.1. Presentación de resultados 54

4.1.1. Determinación de la humedad final del producto 54

4.1.2. Análisis de varianza de Humedad Final 55

4.1.3. Resultados de Regresión de superficie de respuesta: Humedad final vs. bloque, humedad inicial, tiempo de secado 55

4.1.4. Gráfica de contorno/superficie de humedad final 57

4.1.5. Análisis químico proximal de la harina de pescado Carachama 59

4.1.6. Amoniaco libre e índice de peróxidos en la harina de pescado Carachama 60

4.2. Discusiones 61

Conclusiones **65**

Recomendaciones **66**

Referencias bibliográficas **67**

Anexo **72**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01. Rango de las variables experimentales de humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante 52

Tabla N° 02. Matriz para el desarrollo experimental con las variables codificadas y naturales 52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01. Análisis bromatológico de la principal especie microbiológico de la amazonia peruana 27

Cuadro N° 02. Estándares de calidad de la harina de pescado Blanca y Estándar 33

Cuadro N° 03. Precios internacionales de los distintos tipos de harina de pescado producida en el Perú 40

Cuadro N° 04. Producción anual de los principales países de harina de pescado (miles de TM) 42

Cuadro N° 05. Definición operativa de variables e indicadores 46

Cuadro Nº 06. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 50

Cuadro Nº 07. Técnicas de procesamiento y análisis de datos 53

Cuadro N° 08. Resultados de determinación de humedad final de la harina de pescado Carachama, después de someteria al secado en ventana refractante 54

Cuadro N° 09. Análisis de varianza del diseño compuesto central rotatorio de humedad final 55

Cuadro N° 10. Coeficientes de regresión estimados de humedad final 56

Cuadro N° 11. Valores de la humedad final (%) de la harina de pescado Carachama deshidratada por ventana refractante (VR) 59

Cuadro N° 12. Análisis químico proximal de la harina de pescado Carachama deshidratada por ventana refractante (VR) 60

Cuadro N° 13. Amoniaco libre e índice de peróxidos de la harina de pescado Carachama deshidratada por ventana refractante (VR) 60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01. Diagrama de procesos de harina de pescado 32

Figura N° 02. Esquema de la modificación del procedimiento de la glutamato deshidrogenasa para determinar amoníaco 35

Figura N° 03. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la producción de amoniaco. BVT y TMA, en calamar de aleta corta (*Illex illecebrosus*) 36

Figura N° 04. Diagrama experimental para evaluación del efecto de la humedad inicial y el tiempo de secado por ventana refractante en la humedad de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) 48

Figura N° 05. Gráficas de contorno / Superficie de humedad final 57

Figura N° 06. Gráficas de contorno / Superficie. Superficie respuesta de humedad final 58

Figura N° 07. Gráficas de optimización de respuesta de humedad final 58

RESUMEN

Esta investigación tuvo como finalidad obtener harina de pescado que permita aprovechar la proteína de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* (que no tiene valor comercial) en programas de Seguridad Alimentaria, utilizándola como insumo de alimento balanceado para cuyes (*Cavia porcellus*) y gallinas ponedoras (*Gallus gallus*), y de estos obtener carne y huevos. Se utilizó un Diseño Central Compuesto Rotable (DCCR) con dos variables independientes y dos niveles cada una: humedad inicial de biomasa (52,93% - 67,07%) y tiempo de secado (5,55 – 15,45 min); y como respuesta la humedad final de harina. La Ventana Refractante utilizó película plástica de 0,7 mm (acetato de celulosa) que se colocó en una marmita a 83 ° C ± 1 °C (3400 m.s.n.m.). La Metodología de Superficie Respuesta indicó un modelo cuadrático (R^2 = 82,31%); y que a humedad inicial de 59,11% y tiempo de secado 14,87 min, se obtiene harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* con humedad final de 8,5% en promedio (6,9 ± 0,41% en el análisis real), que garantizan su adecuado envasado y conservación. Se obtuvo harina de *Loricaria sp.*de nutritiva composición química proximal: proteína (37,36 ± 2,43 %), grasa (23,37 ± 1,22 %), ceniza (26,56 ± 2,01 %) y humedad (6,9 ± 0,41%); y excelente calidad, pues el contenido de amoniaco libre (14 ± 0.72 mg/100g) y el Índice de Peróxidos (6,9 ± 0.46 mEq O_2/kg de aceite extraído de la harina) fueron menores al máximo permisible.

INTRODUCCIÓN

En las zonas alto andinas del Departamento de Huancavelica, así como en muchas otras en el Perú, están sometidas a la agricultura de secano, lo que limita su producción a una cosecha por año y durante épocas de lluvias, siendo dramática la vida en época de secano. Esta realidad, influye en gran parte en el elevado nivel de desnutrición crónica de la población, sobretodo en niños menores de 5 años. Sumado a esto la falta de fuentes proteicas, limita la canasta familiar un exceso de carbohidratos que descompensa la dieta y agudiza el problema de la desnutrición. En reacción a este problema los municipios vienen implementando programas de crianza de animales menores como gallinas ponedoras (producción de huevos) y cuyes (producción de carne), para contrarrestar la falta de proteína en la canasta familiar. Es aquí donde nace la idea de aprovechar pescados sin valor comercial como del pescado Carachama (*Loricaria sp.)*, que vive en los ríos de las quebradas de Huancavelica, y es desechado durante la pesca de trucha. Siendo irónico, el desecho de una fuente proteica como esta, es que se plantea transformarla en harina, con tecnologías innovadoras, para la alimentación de animales menores, y de esta forma hacer llegar a los consumidores la proteína del pescado Carachama (*Loricaria sp.)* en forma de huevos o carne de cuy.

La tecnología de deshidratación por ventana refractante (VR) es un nuevo método de secado por contacto, que convierte los alimentos líquidos y otros biomateriales en polvo, copos, con valor agregado. Este sistema de secado opera a presión atmosférica (Nindo y Tang, 2007). El presente estudio de la tesis **"Efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la obtención de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*)"**

Los objetivos de esta investigación fueron: Evaluar el efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la humedad de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*); determinar los rangos óptimos de humedad inicial y tiempo de secado para la obtención de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) mediante el secado por ventana refractante; determinar el modelo matemático que relacione la humedad inicial y tiempo de secado con la humedad final para optimizar el proceso de producción de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) mediante el secado por ventana refractante y determinar la composición química proximal, y la calidad del producto final en base al amoniaco libre e índice de peróxido de la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) secada por ventana refractante.

CAPITULO I: PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La harina de pescado fue originalmente utilizado como fertilizante, pero desde el comienzo del siglo 20 se utiliza para la alimentación animal. (Ruiter, 1995). La importancia de la acuicultura seguirá aumentando. Como los problemas ambientales de la industria de transformación de pescado, estos están directamente vinculados a la cantidad de pescado que se desperdicia, una mejor utilización dará lugar a una mejora al medio ambiente. El clásico que dice "la contaminación es un recurso en el lugar equivocado" es particularmente cierto para la industria de transformación (ONUDI, 1991). En los últimos 10-15 años harina de pescado a sido cada vez más utilizados como los principales ingredientes en la dieta de los peces de piscifactoria y los camarones (Ruiter, 1995).

En la harina de pescado, las propiedades funcionales dependen principalmente de proteínas en los peces. La demanda de pescado de alta calidad es cada vez mayor y el comportamiento de las propiedades funcionales de la harina de pescado es importante.

La harina de pescado es popular por su alto valor nutricional. Cuenta con altos niveles de aminoácidos esenciales como la lisina (C6, H14, N2, O2), Que suele ser deficiente en productos de cereales que son la base típica de la mayoría de los alimentos para animales (Hall 1992). También tiene un alto contenido de metionina y cisteína una alta digestibilidad y valor biológico (Keller, 1990). También contiene vitaminas, como B12 (C63, H88, Co, N14, O14, P), la colina (C5, H14, NO), niacina (C6, H5, N, O2), Ácido pantoténico (C9, H17, N, O5) Y riboflavina (C17, H20, N4, O6) Y es una buena fuente de calcio (Ca), cobre (Cu), hierro (Fe), fósforo (P) y otros minerales. Harina de pescado es baja en fibra y fácil de producir (Hall 1992).

En este contexto las proteínas de peces sin valor comercial como la Carachama (*Loricaria sp.*) adquieren importancia, por su elevado valor en contenido proteico (sobre el 14%), las cuales han sido conocidas por los humanos por cientos de años,

habiendo sido desechados, durante la pesca de trucha. Actualmente no son usadas como fuentes alternativas de proteína de alto valor nutricional, enzimas, vitaminas y no tienen aplicaciones en la agroindustria rural, o como aditivos alimentarios, acondicionadores y suplementos, para la producción pecuaria, tal como alimento para ganado.

La desnutrición en la niñez menor de cinco años incrementa su riesgo de muerte, inhibe su desarrollo cognitivo y afecta a su estado de salud de por vida. Atender a este problema es condición indispensable para asegurar el derecho a la supervivencia y al desarrollo de las niñas y niños de América Latina y el Caribe, así como garantizar el desarrollo de los países (CEPAL - UNICEF, 2006).

Casi 9 millones (16%) de niños menores de cinco años padecen desnutrición crónica, siendo esta cifra del 70% entre las poblaciones indígenas (Memoria Anual Perú, 2008).

La desnutrición está influencia con una gama de sustancias, en las cuales las proteínas ocupan un papel preponderante. Los requerimientos proteicos diarios para un adulto se estiman en 0,8 g/kg de peso corporal; esta cantidad aumenta a 1,3 g/kg en niños pequeños.

Actualmente la Municipalidad Provincial de Acobamba, en un plan agresivo de lucha contra la desnutrición crónica, a través del proyecto "Fortalecimiento de viviendas saludables para la seguridad alimentaria en los C. P. R de Ccarabamba, Villa Rica, Checcche, Huayllapata II, Sumaccllaccta, Llacce, Número Ocho y C.P.U. San Juan Bautista, Provincia de Acobamba – Huancavelica", aprobado con Resolución Gerencial Regional N° 024-2010-JMMC-GOUR-MPA, vienen implementando como parte de este proyecto la "Construcción e Implementación de Galpón de Cuyes y Gallina", con la finalidad de proporcionar fuente de proteínas como carne y huevos, para los beneficiarios de este proyecto. Como es evidente, la crianza de cuyes y gallinas, implica darles en sus dietas balanceadas fuentes de proteínas, que estos transformarán en fuentes adecuadas para el consumo humano (carne y huevos), desembocando así en la necesidad de disponer de fuentes de proteínas locales, para el desarrollo de esta actividad pecuaria muy importante. En este contexto las proteínas de peces sin valor comercial como la Carachama (*Loricaria sp.)* adquieren

importancia, por su elevado valor en contenido proteico (sobre el 14%), las cuales han sido conocidas por los humanos por cientos de años, habiendo sido desechados, durante la pesca de trucha en los ríos de las zonas aledañas. Actualmente, el pescado Carachama no es usado como fuentes alternativas de proteína de alto valor nutricional, enzimas, vitaminas y no tienen aplicaciones en la agroindustria rural, o como aditivos alimentarios, acondicionándose y suplementándose, para la producción pecuaria, como este caso citado de la producción de cuyes y gallinas; como alimento balanceado.

La importancia de la Carachama en la agroindustria como alimento balanceado y en la nutrición humana (en forma indirecta), como una fuente alternativa de proteínas para cubrir la demanda en un mundo de baja producción agrícola e incremento rápido de la población, hace que la producción de harina de pescado, sea extremadamente importante, para la producción pecuaria (cuyes y gallinas), que por su alta aceptación en el mercado local y su rápido ciclo de crecimiento y producción; y de esta manera tener una fuente cárnica y de proteínas de bajo costo y cerca de la provincia de Acobamba. Esta investigación servirá de cimiento para establecer parámetros de producción e industrialización de la Carachama (*Loricaria sp.*) que permita acceso a nuevas y accesibles fuentes de proteína, para la producción de carne de cuy y huevo de gallina, que complementan las necesidades proteicas de los pobladores de la Provincia de Acobamba – Huancavelica.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Por lo anteriormente expuesto se plantea el siguiente problema:

¿Cuál será el efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la humedad final de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*)?

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo general.

- Evaluar el efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la humedad de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*).

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar los rangos óptimos de humedad inicial y tiempo de secado para la obtención de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) mediante el secado por ventana refractante.
- Determinar el modelo matemático que relacione la humedad inicial y tiempo de secado con la humedad final para optimizar el proceso de producción de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) mediante el secado por ventana refractante.
- Determinar la composición química proximal, amoniaco libre e índice de peróxido de la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) secada por ventana refractante.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

1.4.1. Justificación científica.

Científicamente esta investigación ampara su valor en la ausencia de un conocimiento a cerca de su procesamiento y que nos permita obtener harina de calidad de pescado Carachama y si son apropiadas para el empleo como alimento balanceado.

1.4.2. Justificación social.

Actualmente la Carachama (*Loricaria sp.*) es un pescado que no tiene ningún aprovechamiento por tener el cuerpo cubierto de 80 % de huesos (escamas), y cuando es cazado en pescas de truchas de río, son eliminados por la mayor parte de la población por no tener interés ni siquiera alimenticio ya que a primera vista se muestra un aspecto tenebroso y desagradable.

1.4.3. Justificación económica.

Al darle alternativas de consumo, dando el valor agregado como harina de pescado de Carachama (*Loricaria sp.*) como alimento balanceado para la producción pecuaria en la provincia de Acobamba - Huancavelica, y a la vez disminuyendo los gastos de compra ocasionado por el transporte desde la costa, se mejorará notablemente los ingresos económicos de la población de Acobamba.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES.

2.1.1. Elaboración de cápsulas de harina de pescado de río, a base de Curito (*Hoplosternum sp.*) como suplemento alimenticio de bajo costo para la población infantil, en la ciudad de Calabozo en el estado Guárico.

La seguridad alimentaria de una sociedad depende de las diferentes investigaciones que se lleven a cabo, con la finalidad de obtener fuentes proteicas que tiendan a elevar la nutrición de la población. En este sentido el Curito (*Hoplosternum sp*) es un pescado de río, que en la creencia popular, ayuda a elevar las defensas en aquellas personas que se encuentran convalecientes. A través de esta investigación de tipo Experimental-tecnológico con diseño de campo y características descriptivas cuantitativas, cuyo objetivo fundamental era elaborar cápsulas de harina de pescado de río, a base de Curito (*Hoplosternum sp*) como suplemento alimenticio de bajo costo para la población infantil. Para ello se procedió a elaborar la harina sometiendo 3 kg de pescado a un proceso de deshidratación para posteriormente molerlo y encapsularlo. Una vez obtenida la harina se le realizó un análisis químico – bromatológico en los laboratorios del INIA (FONAIAP), dicho análisis dio como resultado un alto porcentaje de proteína cruda (64,05%), así como 4,80% de fósforo y 1,78% de Potasio, macro elementos de gran importancia para reconstrucción de los tejidos corporales además de participar en procesos tales como la acción de los sistemas enzimáticos, contracción muscular, reacciones nerviosas y coagulación de la sangre; también un 2,5% de calcio que sirve para desarrollar los huesos y conservar su rigidez. También participa en la formación del cito esqueleto y las membranas celulares, así como en la regulación de la excitabilidad nerviosa y en la contracción muscular. En cuanto al costo se pudo determinar que las cápsulas de harina de curito son

7 veces más económicas que cualquier otro vitamínico. Por lo que se concluye que las cápsulas de Harina de Curito son un suplemento alimenticio con gran valor proteico, por lo que se recomienda su uso para complementar las dieta diaria de niños y adultos (Varas, 2006).

2.1.2. Elaboración artesanal de harina de pescado, a partir de los desechos de la pesca.

En un estudio realizado por Arvelaíz *et al.* (2002). Sobre la elaboración artesanal de harina de pescado a partir de los desechos de la pesca, se concluyó que la harina es una fuente de alto contenido de minerales y por lo tanto debe ser considerado como un suplemento importante en la alimentación animal, sin embargo su composición química puede variar significativamente de acuerdo al tipo de desecho que en la elaboración de la misma.

El método de elaboración de esta harina resultó ser sencillo y de fácil aplicación a nivel artesanal, obteniéndose además resultados satisfactorios.

2.1.3. Producción de harina de pescado en la comunidad Kuarirenda de Isoso.

Isoso está ubicado en la provincia cordillera en Santa Cruz, Bolivia, y cuenta aproximadamente con diez mil habitantes quienes aprovechan los peces del río Parapetí. En esta zona las mujeres vienen ejecutando un proyecto de producción de harina de pescado a partir del año 2001 con el objetivo de disponer de este recurso durante todo el año, ya que el río es estacional. Mi inquietud fue conocer cuál es la diferencia en la cantidad de pescado extraído del río por especie y la cantidad aportada para el proyecto de producción de harina durante el periodo 2003.

Para ello se han monitoreado las actividades de pesca de los hombres y mujeres registrando la cantidad y las especies pescadas y las cantidades que aportan voluntariamente para el proyecto. Se ha encontrado que se han pescado 14,913 individuos de ocho especies y se han aportado para el

proyecto 1,665 individuos (22% en peso de lo que se pesca) de cinco especies. De estos aportes se ha obtenido 5,4 kilos de harina de pescado, los cuales fueron vendidos por un precio de 65 dólares que fueron de beneficio para las socias del proyecto. El proyecto pretende incrementar los aportes del pescado para garantizar la producción de harina en cantidades suficientes para el abastecimiento de la población consumidora.

No todo lo que se pesca se aporta para el proyecto de harina de pescado, se registraron un total de 8 especies pescadas durante todo el registro de captura, de las que sólo 5 fueron aportadas. El 22% del total de individuos pescados fue aportado. Las especies tamboata, karuguarusu y el irandetaa fueron especies que no fueron aportadas debido a que son peces que tienen una coraza externa dura y a que son los primeros en ser consumidos por los pescadores inmediatamente son capturados. De los 44,8 kilogramos de pescado fresco aportado se obtuvo 5,4 kilogramos de harina de pescado, embolsado en bolsas de 100 gramos cada una. El total de la venta de harina de pescado fue de 510 bolivianos (65 dólares). Este dinero fue empleado por el grupo de socios para comprar víveres y venderlos en la comunidad.

Sin embargo hubo problemas administrativos con el dinero obtenido de la harina de pescado y por eso los socios no aportaron pescado en este año de 2004. Es importante organizar al grupo y aumentar el aporte de pescado y hacer un taller de concientización para garantizar el aprovechamiento de los aportes (Mendoza, 2004).

2.1.4. Elaboración de harina de pescado de río, a base de Pavón.

Maia y Rojas (2003), realizaron una investigación para elaborar harina de pescado de río, usando de base al Pavón, concluyeron que los valores nutricionales de esta harina eran tan alta como los presentados por el Jarabe de Aceite de Bacalao, por lo que se podía utilizar como suplemento vitamínico.

En países como el Perú y España, la producción de harina de pescado, se realiza a gran escala; pero esta se utiliza para la alimentación de animales. Aunque tiene un gran valor nutricional, no la utilizan para personas.

2.1.5. Ensilados de vísceras de pescado de río como fuente de proteína y fórmulas alimentarias a base de harina de soja, o de algodón, o de pluma; como sustituto total o parcial de la harina de pescado en el engorde final de Pacu.

Para disminución de los costos de producción de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) en sistema semi – intensivo en estanques y por ausencia de harina de pescado en el subtrópico del país (sumado a su alto costo actual), se desarrollaron raciones con ensilados de desechos de pescado de río y otras tres fórmulas conteniendo, independientemente, harina de soja, pluma y algodón. La densidad empelada en cultivo fue de 0,2 ind/m^2, para obtención de piezas mayores de 1,2 kg requerida en el mercado interno. Las raciones contuvieron entre 32 – 35% de proteína bruta. Los ensayos con réplica se ejecutaron en 15 estanques de 500 m^2. A excepción de las fórmulas con ensilados químicos, las restantes contuvieron 8% de harina de pescado. Todas fueron balanceadas con insumos de la región. El alimento fue ofrecido en una sola entrega, 6 días a al semana, a una tasa inicial de 1,5%. Los registros diarios de las variables ambientales y los de muestreos mensuales sobre el 10% de cada población, permitieron analizar los resultados finales ofrecidos. El peso medio de los peces al inicio, abarcó entre 574,9 y 721 g a la cosecha final (146 días) aquellos se situaron entre los 1228,1 y 1552,8 g. Los resultados fueron comparados con los de otros autores de Argentina y Brasil. En conclusión, las distintas fuentes de proteína no produjeron mermas en el crecimiento de los peces en las condiciones adoptadas. La utilización del ensilado químico permitió suplantar en su totalidad la harina de pescado, elaborándose un producto de calidad. Su inclusión disminuye sensiblemente el costo de producción, suprimiendo además el del flete (Wicki *et al.*, 2003).

2.1.6. Coeficiente de digestibilidad del heno de alfalfa, afrechillo, maíz y harina de pescado, en cuyes.

Para determinar los coeficientes de digestibilidad del afrechillo, heno de alfalfa, maíz y harina de pescado en cuyes, se realizaron pruebas de digestibilidad en el Proyecto de Animales Menores en la UNA La Molina del INIAA. Para el efecto se trabajaron con 12 animales de una misma edad de 3 meses con 770 g de peso promedio. Los alimentos fueron suministrados en dietas constituidas por heno de alfalfa molida más afrechillo, heno de alfalfa molida más maíz molido y heno de alfalfa molida más harina de pescado. La composición química del afrechillo, heno de alfalfa maíz y harina de pescado fueron: proteína 16,42; 18,02; 9,00 y 63,54% respectivamente. Grasa 2,90; 1,95; 3,65 y 8,25%, fibra: 11,75; 26,20; 5,9 y 0,5%, ELN: 48,93; 32,43, 61,05 y 4,46% respectivamente. Los coeficientes de digestibilidad promedios obtenidos en el ensayo fueron: afrechillo, heno de alfalfa, maíz y harina de pescado; proteína: 78,13; 58,98; 91,08 y 100%, grasas 33,24; 23,36; 37,22y 41,02% fibra 60,11; 40,71; 79,06 y 57,15% ELN 92,84; 78,89; 92,89; 92,87 y 100% respectivamente. El contenido de nutrientes digestibles totales, la harina de pescado, maíz afrechillo y heno de alfalfa fueron: 76,16; 71,38; 57,46 y 56,77% resultando la harina de pescado superior a todos (Ninanya, 1994).

2.1.7. Efecto de la harina de pescado Anchoveta peruana en dietas de pollos de engorde.

En un estudio con pollos machos de engorda, se empleó anchoveta peruana a niveles de 0, 2, 4, 6 y 8%, en lugar de proteína de soya, de una dieta a base de maíz y soya. La energía y la proteína se mantuvieron iguales; el cálculo de energía metabolizable fue de 3130 kcal por kg y 20,2% de proteína Ávila y Balloun (1994). Aun cuando parece haber un ligero incremento en los pesos cuando se sustituye el pescado por la soya, a niveles de 4, 6 y 8%, las diferencias no fueron significativas, y tampoco hubo diferencias en la conversión alimenticia. La proteína de origen animal

como la de pescado, carne o harina de sangre son excelentes; pero son caras o bien no se encuentran disponibles en cantidades suficientes.

En América Latina, Perú tiene una industria pesquera con una producción que le permite exportar grandes cantidades, pero desgraciadamente ha habido algunos problemas con la disponibilidad de anchoveta para la pesca. Los resultados obtenidos por Aguilera *et al.* (1974) sugieren que existe una tendencia positiva, entre el contenido de proteína y su valor nutritivo, es decir, a mayor porcentaje de proteína mayor fue el crecimiento. Los datos de estos estudios son bastante significativos ya que el uso principal de las harinas de pescado en las dietas para aves, es como fuente de lisina debido a que este aminoácido es frecuentemente el primer aminoácido limitante en las dietas.

2.1.8. Efecto tóxico de la mollerosina de harinas de pescado.

El estudio de las toxinas que se forman cuando las harinas de pescado son sobrecalentadas, se inició como consecuencia de pérdidas económicas importantes experimentadas en la producción avícola de Japón debido a un brote epizootico de erosión de molleja y vómito negro. Uno de los agentes responsables de estos efectos adversos en las aves es la mollerosina, la cual se forma durante el procesamiento inadecuado de harina de pescado y que está relacionado a la calidad de la materia prima usada y al proceso de calentamiento. Parece que este problema es confinado solo a las harinas de anchoveta y ocasionalmente a las harinas de macarela (peces con un gran contenido de músculo rojo, llamados peces histidínicos), cuando son procesados en secadores donde una pequeña proporción de material es atrapado y consecuentemente sobrecalentado (100°C) permitiendo la formación del tóxico mollerosina (Pike, 1994). La mollerosina está formada por precursores que se desarrollan durante la descarboxilación de la histidina cuando el pescado se descompone y consiste de un compuesto entre histamina y el radical epsilon del aminoácido lisina ligado a la proteína. Esta reacción es catalizada por altas temperaturas de secado,

pero también depende del tiempo que el producto pasa en el secador. El contenido de mollerosina de la harina de pescado puede ser cuantificado por cromatografía líquida, aunque es difícil de estandarizar porque el compuesto está presente solo en pequeñas cantidades. Por esta razón, no existe un análisis químico estándar confiable en el presente, para la clasificación de rutina y certificación de varias características toxicológicas encontradas en las harinas de pescado.

2.1.9. Ventana refractante

El secado por ventana refractante consiste en una película fina de poliéster transparente, al infrarrojo que usa como medio de transmisión de energía térmica, agua circulante a presión atmosférica, sobre el alimento que se va a secar.

La película de poliéster es una especie de cinta transportadora móvil, que se encuentra en contacto sobre agua caliente, lo que permite un secado mucho más rápido.

Ventana Refractante Este método, utiliza como principio de transferencia de calor la radiación infrarroja, la cual se encuentra en el agua caliente y pasa a través de la capa refractiva de poliéster, a la velocidad de la luz, directamente en el líquido suspendido en la capa, dando lugar a una transferencia rápida de energía a través de la ´´ventana´´. Como el calor es transferido por radiación, esa energía es absorbida por el producto generando una evaporación rápida del agua.

Su aplicación es para transformas productos líquidos, frutas, verduras, hierbas en polvos y concentrados.

2.1.10. Pescado Carachama

El pez Carachama pertenece a la prehistoria, fue descubierto por una expedición científica entre el 21 de julio y el 3 de agosto a lo largo del 2010 en la Amazonía peruana. Este extraño animal de 30 a 70 centímetros de largo promedio, al que los pobladores indígenas denominan carachama, pertenece al orden de los siluriformes de la familia loricarildae.

Gracias a su naturaleza de acorazado y al estar bien defendido de sus depredadores, ha logrado sobrevivir hasta nuestros días. La carachama se alimenta generalmente de crustáceos, detritus, restos vegetales y algas que hay en el fondo de las cochas (lagos) y del río, y de madera en proceso de descomposición por el agua. Tiene un hábito alimenticio superior al resto de su competencia. (Josemou, 2008).

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. Características del pescado Carachama

2.2.1.1. Taxonomía del pescado Carachama:

Según Ríos *et al.* (2000).

Orden: Siluriformes.

Familia: Loricariidae. (*Loricáridos*).

Subfamilia: Loricariinae

Género: Loricaria.

Este animal se caracteriza básicamente por dos cosas: su extraordinario valor nutritivo (alta concentración de fósforo) y su aspecto tenebroso a primera vista. Sin dimensionar éste último punto, éste pescado es parecido a los de la era de los dinosaurios, claro, en menor tamaño. Posee un color gris oscuro, casi negro, con gruesas escamas como una armadura medieval, ojos negros y hundidos, cabeza achatada y triangular (Josemou, 2008).

Según Rojas (2002) la segunda familia en orden de tamaño de menor a mayor es la que corresponde en la clasificación científica a la familia Loricariidae que comprende las llamadas carachamas en castellano regional. La especie señalada como prototípica es en este caso el kempiti que es el miembro más grande de esta familia con 30 cm de largo identificado por Weiss (1975) como *Plecostomus sp.* y por nosotros en base a espécimen fotografiado como *Hypostomus sp.* Alrededor de esta especie señalada como el pinkathari o jefe del grupo de parientes son agrupadas shimpitaki (identificada por Weiss como *Ancistrus sp.* y por nosotros como *Ancistrus*

tamboensis), kirishipiti o krishpi (*Loricaria sp.*), katantori (*Plecostomus sp.* según Weiss corroborado por nosotros), samoto (que por espécimen nosotros encontramos es el *Hypostomus sp.* habiendo sido identificado por Weiss anteriormente como *Ancistrus sp.*) y manatakiri (*Ancistrus sp.*). En esta familia nos encontramos además con el caso de la denominación hetari que a su vez denomina a dos especies claramente distinguidas: por una parte la denominada hetari kitetakiri identificada por Weiss (1975) como *Chaetostoma sp.* y por nosotros como *Chaetostomaline opunctatum* y por otra la denominada hetaritsekinti identificada por Weiss (1975) como *Ancistrus sp.* En el caso de esta familia, aun cuando el prototípico es kempiti que es señalado como el pinkatari o dirigente, el conjunto es denominado hetari. Weiss en la lista de peces recogidos por el señala otros nombres como metsonakiri (*Plecostomus sp.*). Nuestros informantes en el río Ene sin embargo señalaron no conocer esta denominación que probablemente corresponden a los ashaninka de otro río.

Cuadro N° 01. Análisis bromatológico de la principal especie microbiológico de la amazonía peruana.

Especie carachama	
Longitud (cm)	18.20
Peso (g)	10.82
Altura (cm)	2.57
Proteinas (%)	17.46
Humedad (%)	88.02
Grasas (%)	1.52
Cenizas (%)	2.96
Carbohidratos (%)	0.04
Sólidos totales	11.98

Fuente: (Cortez, 1988).

2.2.1.2. Hábitat: Zonas de corriente suave, oxigenadas, sombrías, con un sustrato suave y fino, y con formaciones leñosas y rocosas que le den cobijo.

2.2.1.3. **Reproducción:** La reproducción ha sido conseguida en cautividad. La puesta suele ser en una cueva, pero de grandes dimensiones y con superficies lisas. El numero de huevos por cada puesta es de alrededor de 50.

El macho es el encargado de custodiar y ventilar la puesta durante los 10 -13 días que tardan en eclosionar.

Los alevines nacen con un tamaño entre 0,9 y 1,2 cm, y su saco vitelino es de reducidas dimensiones y absorbido rápidamente, por lo que se hace necesario alimentarlos casi de inmediato. Los alevines, en el momento de nacer, pueden poseer la coloración normal de tonos marrones o bien la coloración de tonos grises oscuros casi negros, no siendo síntoma de debilidad o enfermedad. (Oscar, 2006)

2.2.1.4. **Agua:** pH entre 6.5 y 7.2, agua blanda o semiblanda. Dadas las características de las aguas de captura, su rango de pH y dureza es algo variable, pero parecen encontrarse más cómodos en aguas neutras o ligeramente ácidas, de dureza blanda y con buena oxigenación (Oscar, 2006).

2.2.1.5. **Usos:** Como alimento para aves, aves ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, ganado vacuno, ovino y el desarrollo de la piscicultura, disminuyendo notablemente los costos de producción industrial de estos animales por su rápido crecimiento, su mejor nutrición, la mejora de la fertilidad y la notoria disminución de posibilidades de enfermedades, y las personas en la selva generalmente lo consumen como: asado a la parrilla y en chilcano (Arsenio, 2010).

2.2.2. Harina de pescado.

Según el Ministerio de la producción (2004), los pasos principales del proceso son cocción para la coagulación de la proteína liberando de este modo el agua y el aceite ligados, separación por prensado del producto coagulado produciendo una fase sólida (Torta de Prensa), una fase líquida (Licor de Prensa) conteniendo agua y el resto de los sólidos (aceite, proteína disuelta o suspendida, vitaminas y minerales). La parte principal de los lodos en el Licor de Prensa es removida por centrifugación en un decanter y el aceite es subsecuentemente extraído por centrifugación. El Agua de Cola es concentrada en un evaporador multi efecto y el Concentrado es mezclado vigorosamente con la Torta de Prensa, la cual es luego deshidratada usualmente en un sedado. El material seco es molido y almacenado en bolsas o a granel. El aceite es almacenado en tanques.

- **Pozos de recepción y almacenamiento.**

  El proceso productivo se inicia una vez que la Planta ha recibido la Materia Prima (desecho de pescado proveniente de las plantas elaboradoras de pescado). En la Planta, el Laboratorio de Control de Calidad se encarga de realizar un primer análisis a la materia prima, para determinar la condición de ésta, y posteriormente verifica la calidad y parámetros operacionales del proceso, hasta la obtención de la harina. La materia prima recibida, es analizada para medir su grado de frescura, a través de la determinación del TVN (Nitrógeno Total Volátil). Este índice cuantifica las bases nitrogenadas producidas durante el proceso de deterioro del pescado, y por consiguiente discrimina calidades de producto final. Posteriormente, la pesca es distribuida en el pozo o pileta de almacenamiento para ser procesada prioritariamente de acuerdo a su calidad.

- **Cocinado.** La materia Prima ingresa y es sometido a un proceso térmico con vapor (indirecto) con el fin de detener la actividad microbiológica y enzimática responsable de la degradación y coagular las proteínas en fase sólida, permitiendo la separación del aceite y los residuos viscosos líquidos.

- **Prensado.** Esta etapa corresponde a un proceso de prensado mecánico de la materia prima proveniente del cocinador, la cual proporciona el licor de prensa, que corresponde a la fase líquida y la torta de prensa que constituye la fase sólida. La masa de producto es fuertemente comprimida por los tornillos, escurriendo un licor de prensa a través de las rejillas, y una masa más sólida o Torta de prensa por el extremo.

- **Secado**

  El propósito del secado es convertir una mezcla húmeda e inestable de torta de prensa, Torta de los decanters y eventualmente Concentrado en harina de pescado seca y estable. En la práctica, esto significa secar hasta un contenido de humedad menor al 10%, el cual generalmente puede considerarse suficientemente bajo como para que haya existencia de actividad microbiológica. La temperatura del material secado no excede los 90° C para no deteriorar los valores nutricionales.

- **Secado directo**

  La producción de harina de pescado es un proceso continuo que involucra la separación de tres componentes del pescado: sólidos, aceite y líquidos. Esto se logra mediante el cocido, prensado, secado y molido del pescado capturado. La anchoveta capturada se descarga desde el mar hacia el terminal a través de tuberías impulsadas por bombas y es almacenada en tanques de concreto. El agua que se ha usado como medio de transporte — agua de bombeo es tratada mediante un sistema de celdas de flotación que recupera los sólidos y grasas para añadirlos al sistema productivo. El pescado es luego

transportado por medio de bandas hacia los cocinadores directos donde se somete a temperaturas que van desde los 80 hasta los 100 grados centígrados. El producto de cada caldero es enviado a las prensas para eliminar el líquido del pescado cocido.

El resultado es un "queque", una pasta que pasa por una centrífuga horizontal que la seca por acción de aire caliente (180 – 220 °C). El queque seco pasa a un molino donde es pulverizado y convertido en harina de pescado. La harina es embolsada en sacos de polipropileno y es despachada.

- **Secado Indirecto**

  El proceso anterior es el proceso típico. Sin embargo, en los últimos 20 años se han efectuado cambios en la tecnología que han permitido producir un tipo de harina con mayor contenido de proteína, llamada harina especial o *prime 16*. El uso de cocinadores a vapor – en vez de los convencionales que funcionan a fuego directo – permite que el pescado sea cocido a ***una menor temperatura*** y, por lo tanto, ***que la proteína no se degrade***. Si, además, el pescado que se procesa llega en buen estado – sin síntomas de descomposición, el contenido proteico es todavía mayor.

- **Enfriamiento**

  Después del secado la harina sale con la humedad deseada, pero a una temperatura no conveniente para ser envasada inmediatamente. Por ello es que se le disminuye la temperatura antes de ser embolsada. Por lo general, la harina de pescado sufre la oxidación de sus grasas, por ser un producto higroscópico (absorción de humedad) y absorbe oxígeno. Para evitarlo, el producto es envasado frío y se estabiliza con antioxidantes.

- **Molienda**

  El propósito de moler es facilitar la incorporación homogénea en los alimentos. Una harina molida apropiadamente tiene un aspecto atractivo y se mezcla fácilmente en las proporciones de alimentos que requieren combinaciones y mezclas adecuadas.

- **Envasado**

  Una vez agregado el antioxidante, la harina pasa a la etapa de envasado, en ésta se introduce el producto en sacos según la necesidad de cada cliente.

  En esta etapa es muy importante la participación del Laboratorio de control de calidad, ya que extrae las muestras necesarias para efectuar los correspondientes análisis de proteína, grasa, humedad, TVN y otros que permiten caracterizar y clasificar la harina de acuerdo a las calidades definidas.

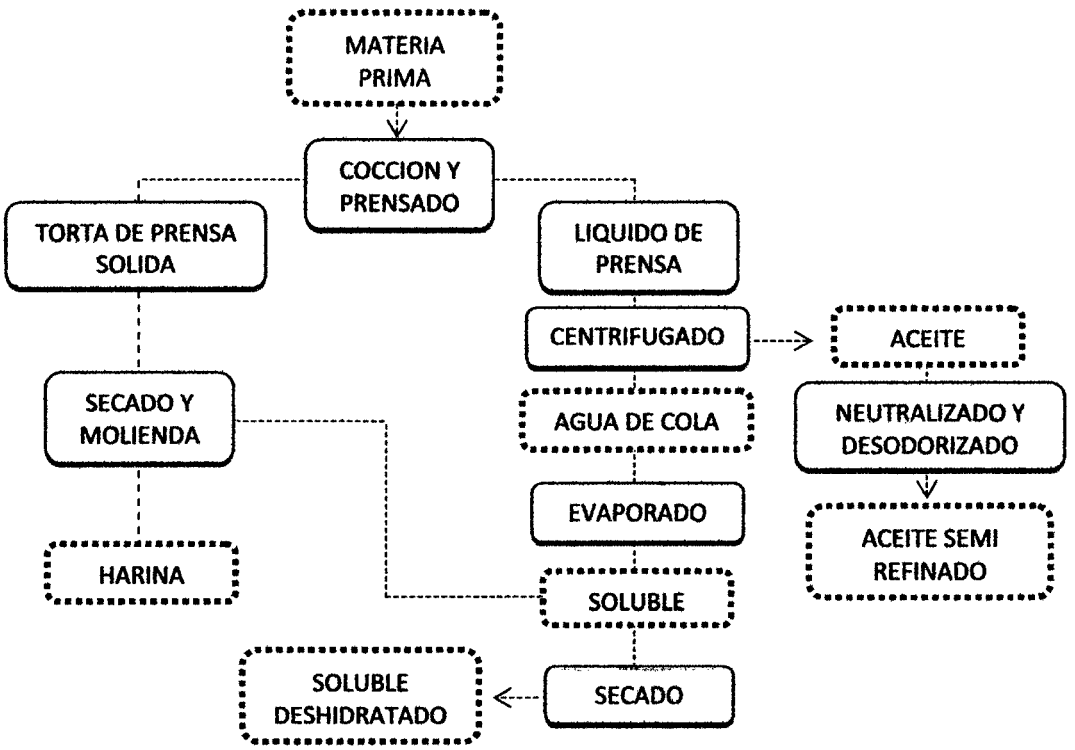


Figura N° 01. Diagrama de procesos de harina de pescado.

- **Harina de pescado blanca**

  Harinas de pescado blanco de alto valor biológico, con bajo nivel de Histaminas y excelentes niveles de frescura.

- **Harina de pescado estándard**

  Harina de pescado de alta digestibilidad, producida a partir de frescas materias primas provenientes de especies blancas del Atlántico.

Cuadro N° 02. Estándares de calidad de la harina de pescado blanca y estándar.

Especificaciones	Blanca	Estándar
Proteína	62 – 63% mín.	62 – 63% mín.
Digestibilidad	92 - 93% mín.	92 - 93% mín.
Grasa	10% máx.	10% máx.
Cenizas	26% máx.	25% máx.
Humedad	10% máx.	10% máx.
FFA	10% máx.	10% máx.
TVN	120 mg/100 g máx.	120 mg/100 g máx.
Histaminas	150 ppm. máx.	150 ppm. máx.
Antioxidante	150 ppm.	150 ppm.

Fuente: Ministerio de la Producción (2005).

2.2.3. Índices bioquímicos y químicos en la evaluación de calidad del pescado.

- **Aminas - Bases volátiles totales**

  La determinación de bases volátiles totales (BVT) es uno de los métodos más ampliamente usado en la evaluación de la calidad de los productos pesqueros. Es un término general que incluye la medición de trimetilamina (producida por deterioro bacteriano), dimetilamina (producida por enzimas autolíticas durante el almacenamiento en congelación), amoniaco (producido por desaminación de aminoácidos y catabolitos de nucleótidos) y otros compuestos nitrogenados básicos

volátiles asociados con el deterioro de los productos pesqueros. A pesar de que los análisis de BVT son relativamente simples de realizar, generalmente reflejan sólo los últimos estadios del deterioro avanzado y son generalmente considerados poco confiables para la medición del deterioro durante los primeros diez días de almacenamiento del bacalao enfriado, como también de otras especies (Rehbein y Oehlenschlager, 1982). Son particularmente útiles para la medición de la calidad en cefalópodos como el calamar (LeBlanc y Gill, 1984), en la pesca industrial para harina y ensilado (Haaland y Njaa, 1988), y en crustáceos (Vyncke, 1970). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los valores de BVT no reflejan el modo de deterioro (bacteriano o autolítico), y los resultados dependen en gran medida del método de análisis. Botta *et al.* (1984) encontraron poca concordancia entre seis procedimientos de BVT publicados. La mayoría depende de la destilación de las aminas volátiles o de la micro difusión de un extracto (Conway, 1962); el último método es el más popular en el Japón.

- **Amoniaco**

  El amoniaco se forma por degradación bacteriana / desaminación de proteínas, péptidos y aminoácidos.

  También es producido por la degradación autolítica del adenosina monofosfato en productos marinos enfriados. A pesar de que el amoniaco ha sido identificado como un componente volátil en una variedad de pescados en deterioro, unos pocos estudios han, de hecho, reportado la cuantificación de este compuesto desde que fue posible determinar su contribución relativa al incremento en las bases volátiles totales.

  Recientemente, dos métodos muy convenientes para identificar específicamente amoniaco han sido puestos a disposición. El primero involucra el uso de la enzima glutamato deshidrogenasa, NADH y alfa-cetoglutarato. La reducción molar del NH_3 en un extracto de pescado

rinde un mol de ácido glutámico y NAD, el cual puede ser vigilado convenientemente por medición de la absorbancia a 340 nm. El equipo para la determinación de amoniaco, basado en glutamato deshidrogenasa, se encuentra actualmente disponible de Sigma (San Luis, Missouri, Estados Unidos) y Boehringer Mannheim (Mannheim, Alemania). Un tercer tipo de equipo para la determinación de amoniaco se encuentra disponible en forma de tira (Merck, Darmstadt, Alemania), la cual cambia de color cuando se coloca en contacto con extractos acuosos que contienen amoníaco (ion amonio). LeBlanc y Gill (1984) usaron una modificación del procedimiento de la glutamato deshidrogenasa para determinar semi-cuantitativamente los niveles de amoniaco sin emplear un espectrofotómetro, empleando un compuesto cuya coloración cambia de acuerdo a la siguiente reacción:

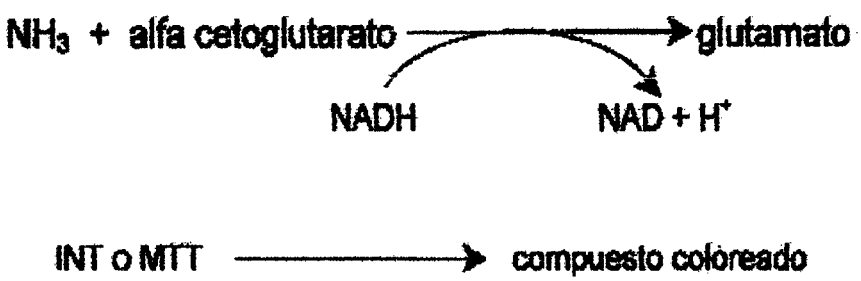


Figura N° 02. Esquema de la modificación del procedimiento de la glutamato deshidrogenasa para determinar amoniaco

Donde INT es iodontrotetrazolium y MTT es 3-[4,5 dimetiltiazol-2-il] 2,5 difenil bromuro tetrazolium.

Se ha encontrado que el amoniaco es un excelente indicador de la calidad del calamar (LeBlanc y Gill, 1984) y constituye la mayor proporción del valor de BVT del calamar de aleta corta enfriado (Figura 02). Sin embargo, el amoniaco pareciera ser de mayor utilidad para predecir los cambios finales de la calidad, en lo que a peces de escama se refiere. En el caso del bacalao en hielo, LeBlanc (1987) encontró que los niveles de amoniaco no

incrementaban sustancialmente hasta el decimosexto día de almacenamiento. Pareciera que, por lo menos para el arenque, los niveles de amoniaco incrementan más rápidamente que los niveles de trimetilamina (TMA), los cuales tradicionalmente han sido usados para reflejar el crecimiento de las bacterias del deterioro en especies de pescados demersales magros. De esta forma, el amoniaco se presenta como un indicador objetivo potencial de la calidad para pescados que se degradan primariamente por la vía auto lítica en lugar de la vía microbiológica.

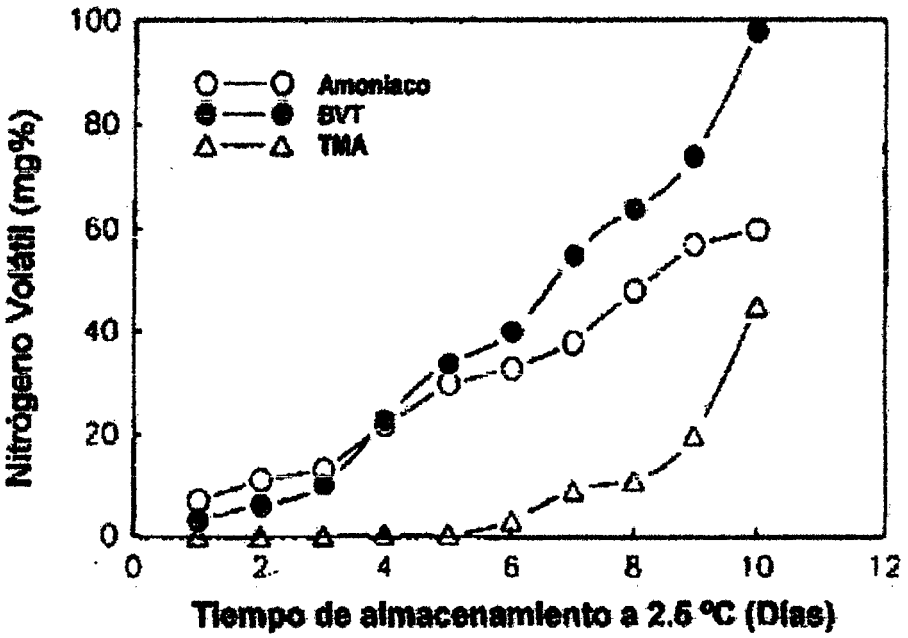


Figura N° 03. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la producción de amoniaco. BVT y TMA, en calamar de aleta corta (*Illex illecebrosus*), adaptado de Gill (1990).

- **Medida de la rancidez oxidativa**

  Los ácidos grasos, altamente insaturados, presentes en los lípidos del pescado son muy susceptibles a la oxidación. Los *productos primarios de la oxidación* son los lípidos hidroperóxidos. Estos compuestos pueden ser detectados por métodos químicos, generalmente haciendo uso de su potencial de oxidación para oxidar yoduro a yodo o para

oxidar hierro (II) a hierro (III). La concentración de hidroperóxidos puede ser determinada mediante titulación o mediante métodos espectrofotométricos, obteniéndose el valor de peróxido (VP) como mili equivalentes (mEq) de peróxido por 1 kg de grasa extraída del pescado. Lea (1952) describe un método para la determinación del VP y Stine *et al.* (1954) otro para la determinación, por espectrofotometría, del hierro (III) tiocianato. Los métodos para la determinación del VP tienen una base empírica, así, las comparaciones entre valores de peróxido sólo son posibles para resultados obtenidos mediante métodos idénticos. Por ejemplo, el método del tiocianato puede arrojar valores 1,5 - 2 veces mayores que el método de titulación con yodo (Barthel y Grosch, 1974).

Debido algunas razones, la interpretación del VP como un índice de la calidad no proporciona un resultado directo. Primero: los hidroperóxidos carecen de olor y sabor, de esta forma el VP no está relacionado con la calidad sensorial del producto analizado. Sin embargo, el valor de peróxido puede indicar un potencial para la formación posterior de compuestos sensorialmente objetables. Segundo: los lípidos hidroperóxidos se descomponen con el tiempo. Un VP bajo, durante un cierto punto del almacenamiento, puede indicar tanto una fase temprana de autoxidación como una fase tardía, o también un producto severamente oxidado donde la mayoría de los hidroperóxidos han sido degradados (Kanner y Rosenthal, 1992), por ejemplo en pescado seco salado (Smith *et al.*, 1990).

Durante los estados posteriores de la oxidación generalmente están presentes *los productos secundarios de la oxidación* y, por lo tanto, indican una historia de oxidación. Estos productos comprenden aldehídos, cetonas, ácidos grasos de cadena corta y otros; muchos de los cuales tienen olores y sabores desagradables, que combinados producen el carácter "a pescado rancio" asociado con los lípidos oxidados del pescado. Algunos de los productos secundarios de la

oxidación aldehídica reaccionan con el ácido tiobarbitúrico, formando un producto de coloración rojiza que puede ser determinado mediante espectrofotometría. Usando este principio, pueden medirse las sustancias que reaccionan con el ácido tiobarbitúrico (TBA-RS). Existen algunas variaciones del método; un método para lípidos de pescado es descrito por Ke y Woyewoda (1979), y para pescado por Vyncke (1975). Los resultados son expresados en función del patrón (di-) aldehído empleado (malonaldehído) y reportados como micromoles de malonaldehído presentes en 1 gramo de grasa (Una nota de precaución: algunas veces los resultados de TBA pueden ser expresados como mg de malonaldehído en 1 gramo de grasa, o como cantidad de malonaldehído (m mol o ag) en relación a la cantidad de tejido analizado). Algunos trabajos (como el de Hoyland y Taylor (1991) y el de Raharjo *et al.* (1993)) indican alguna correlación entre TBA-RS y evaluaciones sensoriales, pero otros autores no encontraron una correlación (como Boyd *et al.*, 1993). De este modo, es necesaria cierta precaución en la interpretación de los valores de TBA-RS, en relación con las mediciones de la calidad sensorial.

Asumiendo que el VP no ha disminuido debido a un extenso almacenamiento o exposición a altas temperatura, su valor (por titulación iodométrica) no debiera ser superior a 10 – 20 meq/kg de grasa de pescado (Connell, 1975).

A continuación algunos ejemplos directrices para los valores de TBA-RS: productos con TBA-RS superiores a 1 – 2 m mol de eq.-malonaldehído por gramo de grasa (Connell, 1975) o por encima de 10 m mol de eq.-malonaldehído por 1 kg de pescado (Ke *et al.*, 1976) probablemente presentan olor rancio.

Los métodos instrumentales modernos permiten una mayor definición en el análisis de los productos de oxidación (hidroperóxidos específicos, contenido actual de malonaldehído). Pero para las estimaciones de la calidad general, se prefieren métodos que permitan determinar un

amplio rango de productos de oxidación (como el VP y el TBA-RS), a pesar de que estos métodos tienen sus limitaciones según lo discutido anteriormente. El análisis de los compuestos volátiles, productos de la oxidación que se encuentran en interfase sobre la superficie del producto, proporciona resultados que se correlacionan muy bien con la evaluación sensorial (como en el caso del bagre Freeman y Hearnsberger, 1993), pero el método requiere de una cromatografía de gases.

2.2.4. Consumo de pescado y mercado de la harina de pescado.

- **Consumo de pescado**

  El pescado es parte fundamental de la dieta de muchas culturas, representando cerca del 16% de la proteína animal consumida en todo el orbe, lo que se refleja en el incremento de los niveles de consumo per cápita de pescado ocurrido en las últimas décadas, desde 6,7 en 1950 hasta 16,4 kg/persona/año, con un crecimiento anual cercano al 2% (FAO, 2007). El consumo por continente tiene grandes diferencias así Oceanía y Europa son los continentes con mayor consumo per cápita con 24,5 y 20,8 kh/hab/año. África y en América, América del sur son los continentes o regiones de menor consumo con 8,3 y 8,4 kg/hab/año.

  Por tipo de economía las diferencias son muy significativas, el consumo de pescado de países industrializados alcanza a 29,3 kg/hab/año y los países en vías de desarrollo alcanza a 16,2 kg/hab/año, es decir menor al promedio mundial.

- **Mercado de la harina de pescado**

  Según Marketing (2005), los precios internacionales de la harina de pescado según su calidad se pueden apreciar en el Cuadro N° 03.

Cuadro Nº 03. Precios internacionales de los distintos tipos de harina de pescado producida en el Perú, enero de 2005.

Clasificación	Precio (US$/TM)
Estándar 65%	550 – 560
Prime 68% (Histamina 1000)	600 – 610
Prime 68% (Histamina 500)	610 – 620

Fuente: (Marketing 2005).

La competencia de las empresas harineras ubicadas en Chimbote podría clasificarse en competencia por el recurso marino y competencia en los mercados internacionales del commodity. La plataforma marítima de la costa chimbotana hacen que su mar sea el hábitat perfecto para la anchoveta 40 y otras especies pelágicas. En este sentido, no hay peligro de que la pesca de otras especies pueda afectar la supervivencia de la anchoveta. Los puertos aledaños tienen características similares, por lo que no hay una competencia por el recurso entre empresas chimbotanas y las ubicadas fuera de Chimbote. Sin embargo, la falta de derechos de propiedad sobre el recurso marino y el actual sobredimensionamiento de la flota pesquera hacen que la competencia por el recurso sea férrea.

Por otro lado, la competencia con otros productores de harina de pescado en los mercados internacionales es limitada. Como se mencionó anteriormente, gran parte de la harina de pescado se sigue comercializando a través de brokers que reúnen lotes grandes de harina, por lo que las empresas chimbotanas e incluso la totalidad de las empresas peruanas no tienen mayor competencia en la colocación de sus productos.

Hasta hace un par de décadas, la competencia se veía en función del país. Los traders internacionales eran los clientes por excelencia, por lo tanto, la producción de harina de pescado – que en esa época era más bien un producto homogéneo – tenía que ser canalizada hacia ellos. Es decir, era un mercado controlado por los compradores. En ese contexto, Chile se

consideraba como el principal competidor del Perú. En cuanto al acceso al recurso marino, solo a finales de los setenta y los ochenta había competencia por la anchoveta ya que el recurso había migrado hacia el sur debido a los cambios climáticos. La anchoveta se había localizado entre la zona norte de Chile —i.e. Iquique y Antofagasta y en la zona sur del Perú —i.e. Mollendo e Ilo. Asimismo, la sobreexplotación de la anchoveta en los puertos norteños del Perú hizo que las empresas concentrasen sus actividades en el sur.

Sin embargo, también se dio una sobreexplotación de la anchoveta en Chile y se a empezado a producir harina de pescado de otras especies como el jurel.

La profundidad en esta zona es limitada lo que favorece la presencia de especies pelágicas o de aguas superficiales. Por otro lado, en este mar hay lo que se denomina afloramientos: fenómenos que favorecen la presencia de microorganismos que sirven de alimento a estas especies. Posteriormente, el desarrollo de la acuicultura del salmón en ese país incrementó la demanda chilena por harina de pescado, y las empresas peruanas quedaron nuevamente como productoras líderes en cantidad. El Cuadro Nº 04 muestra que para el 2004 el Perú sigue siendo el líder de producción de harina de pescado, concentrando el 44%, mientras que Chile ha reducido su participación a 22%, luego de producir el 30% en 1992. Los niveles de producción de los otros países productores de harina de pescado no llegan a satisfacer sus mercados internos, por lo que tienen que importar la harina peruana y chilena.

Cuadro N° 04. Producción anual de los principales países de harina de pescado (miles de TM).

País	Año			
	1992	1995	2000	2004
Perú	1283	1844	1684	1575
Chile	1262	1618	831	760
Noruega	267	231	264	250
Islandia	186	183	271	300
Dinamarca	355	374	318	
Sudáfrica	151	45	954	84
Estados unidos	279	393	353	255
Japón	430	210	390	305
Total	4213	4898	4206	3529

Fuente: Ros *et al.* (1999).

2.2.5. Tecnología de ventanas refractantes.

La tecnología de deshidratación por VR es un nuevo método de secado por contacto, que convierte los alimentos líquidos y otros biomateriales en polvo, copos, con valor agregado. En este sistema jugos puros o preparados, a partir de frutas, vegetales o hierbas son secados en corto tiempo, típicamente entre 3 a 5 minutos, dando como resultado productos con excelente color, retención de vitaminas y antioxidantes. El sistema de secado por VR es simple y relativamente barato comparado con secado por liofilización, la cual usualmente necesita, grandes instalaciones para ser económica. En el sistema de secado por VR la energía es transferida a partir del agua caliente a una película plástica delgada tipo cinta transportadora con puré, o jugo. Este sistema de secado opera a presión atmosférica (Nindo y Tang, 2007).

La cinta transportadora en contacto con el agua caliente se mueve y el secado es muy rápido. El producto seco es raspado de la cinta trasportadora con una cuchilla que se extiende todo lo ancho de la cinta. A

diferencia de los secadores directos, no ocurre contaminación cruzada tal como en los secadores indirectos, como el sistema VR porque el producto no entra en contacto con el calor del medio de transmisión. Otros métodos de secado indirecto o por contacto que se relacionan estrechamente con el secado por VR incluyen los secadores de tambor. La mayoría de secadores usan vapor saturado, agua caliente o soluciones de glicol o algún tipo comercial de fluido de transferencia de calor disponible para el calentamiento (Raouzeous, 2003). Los fluidos para la transferencia de calor no hacen contacto directo con el material húmedo, pero son utilizados para transferir energía indirectamente a través de la pared de acero, lámina de plástico o cinta de acero.

Existe el hecho que en cilindros de secado a temperaturas de 100°C ocurre una disminución de la temperatura del material después del calentamiento inicial, seguida de una estabilización de la temperatura debido al gran incremento de la resistencia térmica de la capa del material a secarse. El procesamiento del material implica la conducción la cual es ventajosa porque la intensidad de la transferencia de calor es muy alta (diez veces más alta en comparación con la aplicación de calor convectivo), la implementación es relativamente simple y la variación de la temperatura del medio de transporte de calor permite la migración de las sustancias disueltas, mejorando la calidad del material procesado (Konovalov *et al.*, 2004).

El método de deshidratación por VR fue desarrollada por la MCD Technologies, Inc. (Tacoma Washington) basada en muchos años de investigación de novedosas técnicas de remoción de agua. La referida compañía patento el sistema de secado (Nindo y Tang, 2007).

El sistema de secado por VR utiliza un sistema de circulación de agua caliente usualmente a 95 – 97°C a presión atmosférica. La energía térmica del agua caliente es transferido al producto húmedo a través de una interface plástica que es relativamente trasparente a la radiación infrarroja. La temperatura del producto se encuentra bajo de 70°C. Los

productos los cuales incluyen, jugos purés y suspensiones, son aplicados en la película plástica muy delgada (aproximadamente 0.2 mm) (Nindo *et al.*, 2007) cuya superficie inferior está en contacto con el agua caliente que recircula con poca profundidad (la conductividad del plástico es de 155 W/mK comparada con 15 W/mK del acero inoxidable). El agua caliente es reciclada y reusada mejorando así la eficiencia térmica del sistema. El uso de agua caliente como medio de transferencia de calor con una temperatura por debajo del punto de ebullición es una característica de diseño exclusivo en este tipo de secado.

Durante el secado por VR se producen tres métodos de transferencia de calor: convección, conducción y radiación (Nindo y Tang, 2007). El secreto de esta tecnología es la capacidad de crear una "ventana" para el paso de la energía infrarroja usada para el secado y operación a relativa baja temperatura. El agua caliente proporciona el medio de calentamiento utilizando la transferencia de calor a través de la radiación (Clarke, 2004).

2.2.6. Metodología de superficies de respuesta (RSM): Es un conjunto de técnicas matemáticas utilizadas en el tratamiento de problemas en los que una respuesta de interés está influida por varios factores de carácter cuantitativo. El propósito inicial de estas técnicas es diseñar un experimento que proporcione valores razonables de la variable respuesta y, a continuación, determinar el modelo matemático que mejor se ajusta a los datos obtenidos. El objetivo final es establecer los valores de los factores que optimizan el valor de la variable respuesta. (Khuri *et al.*, 1987).

2.3. HIPÓTESIS.

A menor humedad inicial y mayor tiempo de secado por ventana refractante la humedad de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) es menor a 10%.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

2.4.1. Carachama. Que significa "**Sin costillas**", ya que carece de ellas después de la sexta vértebra central.

2.4.2. Humedad. Termino que indica la cantidad de agua presente en un alimento sólido. El agua es el único ingrediente de los alimentos que está prácticamente presente en todos ellos y su cantidad, estado físico y dispersión en los alimentos afecta su aspecto, olor sabor y textura. El contenido acuoso es muy variado en los alimentos y sus materias primas. Cada alimento tiene un % de humedad determinado el agua en los alimentos se encuentran como agua libre o agua ligada. (Alcázar, 2002).

2.4.3. Secado. Es la operación unitaria en la que se elimina por evaporación casi todo el agua presente en los alimentos, mediante la aplicación de calor bajo condiciones controladas, con el secado se puede alcanzar una humedad final de 12 a 14%. El valor de la actividad del agua alcanzado debe ser suficiente bajo para inhibir el crecimiento microbiano, así como para limitar las reacciones enzimáticas (Alcázar, 2002).

El secado es uno de los procesos clave en la producción de harina de peces. El secador usado puede afectar muchos de los atributos importantes en la calidad de harina de pescado. (Fennema, 1985).

2.4.4. Ventana refractante: Es un secador que utiliza un sistema de circulación de agua caliente usualmente a 95-97°C a presión atmosférica. La energía térmica del agua caliente es transferido al producto húmedo a través de una interface plástica que es relativamente trasparente a la radiación infrarroja.

El secreto de esta tecnología es la capacidad de crear una "ventana" para el paso de la energía infrarroja usada para el secado y operación relativamente a baja temperatura. El agua caliente proporciona el medio de calentamiento utilizando la transferencia de calor a través de la radiación (Clarke, 2004).

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

En el presente trabajo se identificará las siguientes variables:

2.5.1. Variables independientes:

- Humedad inicial (del pescado antes del proceso).
- Tiempo de secado.

2.5.2. Variable dependiente:

- Humedad de harina de pescado Carachama.

2.6. DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES E INDICADORES.

Cuadro N° 05. Definición operativa de variables e indicadores.

VARIABLE	INDICADOR
Variables Independientes: - Humedad inicial. - Tiempo de secado.	 - Humedad (%). - Tiempo (segundos).
Variable dependiente: - Humedad final	 - Humedad (%).

Fuente: Elaboración propia (2011)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

El trabajo de investigación para la determinación de humedad se realizó en el Laboratorio de Procesos Agroindustriales de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Huancavelica – Acobamba y los análisis de químico proximal, índice de peróxido, bases volátiles de nitrógeno (BVN) se realizó en Corporación de Laboratorios Clínicos, Biológicos e Industriales S.A.C. Acreditado por INDICOPI – SNA. Nuevo Chimbote.

- **Ubicación política**

Lugar	: Común Era
Distrito	: Acobamba
Provincia	: Acobamba
Región	: Huancavelica

- **Ubicación geográfica**

Latitud	: 12° 50' 30" de la Línea Ecuatorial.
Longitud	: 74° 33' 42.2" del Meridiano de Greenwich.
Altitud	: 3417 m.s.n.m.

- **Duración:**

FECHA DE INICIO	: Noviembre del 2010
FECHA DE CULMINACIÓN	: Marzo del 2010

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo de investigación es experimental.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

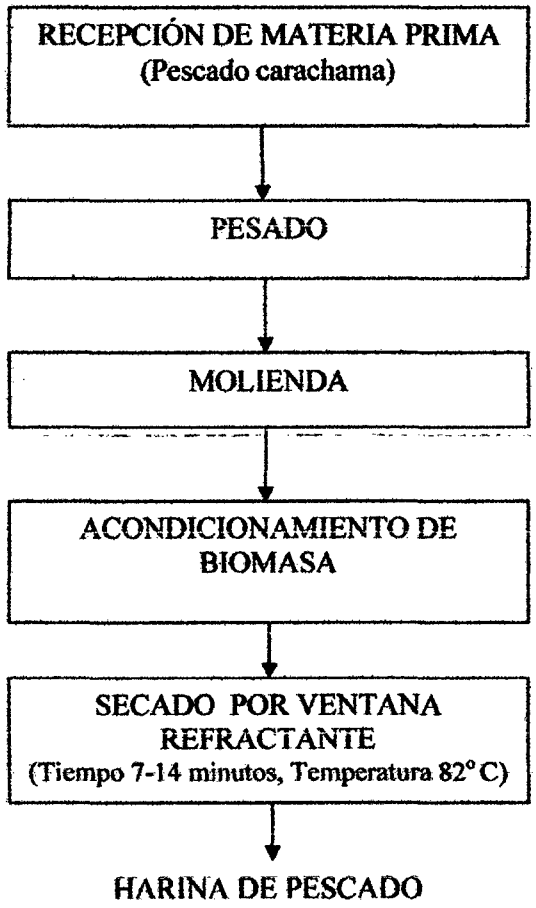
De acuerdo al nivel de investigación, la presente investigación es aplicada.

3.4. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.

Se aplicó el método científico experimental, cuyo procedimiento permitió evaluar el efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la humedad final de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*).

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Figura N° 04. Diagrama experimental para evaluación del efecto de la humedad inicial y el tiempo de secado por ventana refractante en la humedad de harina de pescado carachama (*Loricaria sp.*).



Fuente: Elaboración propia (2011).

3.5.1. Descripción de diagrama experimental.

3.5.1.1. Recepción de materia prima: En esta etapa del proceso se ha recepcionando la materia prima, pescado carachama provenientes de rio Urubamba y Huarpa ubicados en la zona baja de la provincia de Acobamba – Huancavelica.

3.5.1.2. Pesado: En este proceso se pesó la materia prima (5 kg) para luego pasar a su procesamiento.

3.5.1.3. Molienda: Esta etapa consistió en la disminución de tamaño del pescado carachama, mediante un molino tradicional en donde se efectuó el molido de manera lenta para evitar el calentamiento de la biomasa y posteriormente se obtuvo una biomasa apta para su acondicionamiento.

3.5.1.4. Acondicionamiento: En esta etapa del proceso la biomasa de pescado carachama se acondiciono por método gravimétrico en estufa de aire caliente a 105 °C por 3 horas, para obtener los rangos de humedad inicial y tiempo de secado en la ventana refractante.

3.5.1.5. Secado: El secado se efectuó en la superficie plástica de la ventana refractante por el tiempo indicado, la cual se mantuvo en contacto con agua caliente a una temperatura promedio de 82 °C y por un tiempo de 7 – 14 minutos. Al llegar al tiempo de secado, se retiro la lámina y se procedió inmediatamente a retirar la harina para su determinación de humedad.

El esquema para el desarrollo experimental se muestra en la Fig 02. La biomasa de pez Carachama acondicionada entre los rangos de humedad inicial 55 - 65 (peso/peso) y deshidratada en ventana refractante entre los rangos de tiempo de 7 – 14 minutos. El arreglo experimental se dispuso de

acuerdo a un diseño compuesto central rotable (DCCR) para la obtención de un modelo matemático, dentro del contexto de superficie de respuesta, utilizándose las dos variables con sus respectivos rangos: humedad inicial y tiempo de secado en la VR con lo que se construyó la matriz experimental con 12 tratamientos. La determinación de humedad inicial se realizó con el objeto de establecer en trabajos posteriores, rangos de humedad de biomasa de pez Carachama acondicionada, que podrían manejarse con procedimientos de prensado o centrifugación, posterior a los procesos de obtención de biomasa a efectos de superar operaciones previas al secado.

3.5.2. Análisis de resultados: Metodología de superficie respuesta.

El planteamiento metodológico para el desarrollo de las investigaciones experimentales, confronta la necesidad de obtener resultados confiables, disponibilidad de recursos, tiempo de ejecución, entre otras necesidades y en este sentido una herramienta metodológica para este logro, lo constituye la Metodología de Superficie de Respuesta (MSR).

3.6. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO.

La población estuvo conformada por 5 kg de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) se hizo muestras de 4 gramos y se tuvo que aleatorizar el muestreo de acuerdo a lo indicado por el Software estadístico.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Se determinó el análisis de humedad de las muestras al final del secado en las ventanas refractantes.

Cuadro Nº 06. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Fuente	Método	Técnica	Instrumento
Primaria	Directo	Para Humedad del producto se aplicó técnica experimental estufa.	Se realizó. En estufa y balanza analítica.

3.7.1. Determinación de químico proximal

- El contenido de % de proteína se determinó mediante el método AOAC 2001.112005
- El contenido de % de grasa se determinó mediante LC/VAL01DCGHP/2006. el método extracto de hexano
- El contenido de % humedad se determinó por el método NTP ISO 6496:2002.
- El contenido de % de cenizas se determinó mediante la NTP 204.022:1982 Revisada el 2010 el método gravimétrico.

3.7.2. Análisis de índice de peróxido

El análisis de índice de peróxido de determinó por el método oficial de la AOAC 965.33 2005

3.7.3. Determinación de bases volátiles de nitrógeno (Amoniaco libre)

La determinación de bases volátiles de nitrógeno se realizó mediante el método COVENI 1269-80 1980.

3.8. Procedimiento de recolección de datos.

La recolección de datos se hizo en base a un Diseño Compuesto Central Rotatorio de las siguientes características:

Factores	:	2	Réplicas	:	1
Corridas base	:	14	Total de corridas	:	14
Bloques base	:	2	Total de bloques	:	2

Factorial de dos niveles: Factorial completo

Puntos del cubo	: 4
Puntos centrales en el cubo	: 3
Puntos axiales	: 4
Puntos centrales en axial	: 3
Alfa	: 1,41421

Los parámetros de control de variables independientes: Tiempo de secado (minutos) y Humedad inicial del producto (%), se muestran en el Cuadro N° 02.

Tabla N° 01. Rango de las variables experimentales de humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante.

Variables	-1,4142	-1	0	1	1,4142
Humedad inicial	52,93	55,0	60,0	65,0	67,07
Tiempo (min)	5,55	7,0	10,5	14,0	15,45

Tabla N° 02. Matriz para el desarrollo experimental con las variables codificadas y naturales.

Tratamientos	Variables independientes codificadas		Variables independientes Naturales		Variable Dependiente
	X_1	X_2	Humedad inicial	Tiempo	Humedad (%)
1	0	0	60	10,5	
2	0	0	60	10,5	
3	0	0	60	10,5	
4	1	-1	65	7,0	
5	1	1	65	14,0	
6	-1	1	55	14	
7	-1	-1	55	7,0	
8	0	0	60	10,5	
9	1.4142	0	67,07	10,5	
10	-1.4142	0	52,93	10,5	
11	0	0	60	10,5	
12	0	-1.4142	60	5,55	
13	0	0	60	10,5	
14	0	1.4142	60	15,45	

3.8.1. Determinación de humedad.

Las muestras de harina de pescado Carachama colectadas. Luego se mezcló para obtener una muestra homogeniza de 20 gramos (peso inicial) y se colocó en una estufa de 105 °C por 2 horas, luego de lo cual de pesó

nuevamente (peso final), y se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso inicial - Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Se utilizó el método de Superficie de Respuesta, que se define como la representación geométrica de la función objetivo (relaciones entre la variable dependiente y las independientes consideradas en la investigación) o más propiamente dicho del modelo matemático obtenido (Ayala y Pardo, 1985).

La Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas para modelar y analizar problemas en los que una variable de interés es influenciada por otras. El objetivo es optimizar la variable de interés. Esto se logra al determinar las condiciones óptimas de operación del sistema (Cornell, 1990). Asimismo dentro de este enfoque existe el Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR) que es un planteamiento estadístico, conocido como planteamiento experimental factorial, donde la región de estudio es mayor con un menor número de ensayos a ser realizados, explorando todo el espacio experimental. Con este método es posible elaborar un modelo matemático que validado estadísticamente, puede ser usado para la obtención de una superficie de respuesta y determinar las condiciones óptimas conociendo la significancia estadística de las respuestas (Haaland, 1989).

Cuadro N° 07. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Variable	Población	Muestra	Muestreo	Recolección de datos	Técnicas de procesamiento y análisis
Materia seca	20 kg	3 kg	Al Azar	Método gravimétrico	

Fuente. Elaboración propia (2011).

CAPITULO IV: RESULTADOS.

4.1. Presentación de resultados.

4.1.1. Determinación de la humedad final del producto.

En base a la marcha aleatoria de recolección de datos ofrecida por el software que diseñó el software Minitab v.15, se muestran los resultados de Humedad Final en base húmeda, obtenidos después del secado con ventana refractante, en el Cuadro N° 08.

Cuadro N° 08. Resultados de determinación de humedad final de la harina de pescado Carachama, después de someteria al secado en ventana refractante.

Orden De Estudio	Orden de Corrida	Humedad inicial (% Base húmeda)	Tiempo de secado (minutos)	Humedad Final (% Base húmeda)
9	1	60,00	5,55	26,29%
11	2	60,00	15,45	10,16%
14	3	60,00	10,50	18,54%
8	4	52,93	10,50	28,87%
13	5	60,00	10,50	17,31%
12	6	60,00	10,50	11,37%
10	7	67,07	10,50	30,49%
7	8	60,00	10,50	20,34%
6	9	55,00	7,00	26,27%
3	10	55,00	14,00	9,57%
2	11	60,00	10,50	24,93%
1	12	65,00	7,00	46,36%
4	13	60,00	10,50	18,15%
5	14	65,00	14,00	19,41%

4.1.2. Análisis de varianza de humedad final.

A continuación se presenta el Análisis de varianza del diseño compuesto central rotatorio, en el Cuadro N° 09.

En él puede apreciarse que no hubo significancia en los bloques, en los diseños de superficies de respuesta es frecuente que, por diversas causas, se haga necesaria la utilización de bloques para asegurar la homogeneidad de las condiciones de trabajo.

Por otro lado puede apreciarse que la regresión resultó significativa.

Cuadro N° 09. Análisis de varianza del diseño compuesto central rotatorio de humedad final.

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P	Significativo (p<0,05)
Bloques	1	34,57	34,57	34,57	1,12	0,326	NO
Regresión	5	972,79	972,79	194,56	6,29	0,016	SI
Lineal	2	681,91	681,91	340,96	11,02	0,007	SI
Cuadrado	2	264,61	264,61	132,31	4,28	0,061	NO
Interacción	1	26,27	26,27	26,27	0,85	0,387	NO
Error residual	7	216,49	216,49	30,93			
Falta de ajuste	3	163,14	163,14	54,38	4,08	0,104	NO
Error puro	4	53,35	53,35	13,34			
Total	13	1223,85					

4.1.3. Resultados de regresión de superficie de respuesta: humedad final vs. bloque, humedad inicial, tiempo de secado.

A continuación se presentan los coeficientes de regresión en el Cuadro N° 10, estimados para obtener la humedad final de la harina de pescado de Carachama secado en Ventanas Refractantes.

En el Cuadro N° 10 puede verse que los coeficientes de regresión significativos son: la constante (18,4400), tiempo de secado (-8,3077), humedad inicial al cuadrado (5,9825), lo que reproduce una ecuación de

predicción con los datos codificados (es decir usando $\alpha = 2^{n/4}$, véase Tablas N° 01 y N° 02) de la humedad final de harina de pescado Carachama de la siguiente manera:

$$HF = -8{,}3077\, t + 5{,}9825\, HI^2 + 18{,}44$$

Donde:

HF = Humedad final de harina de pescado Carachama (% en base húmeda).

t = Tiempo de secado (minutos).

HI = Humedad inicial de harina de pescado Carachama (% en base húmeda)

Esta ecuación permite predecir la de harina de pescado Carachama (% en base húmeda) sin volver a someter el experimento en ventana refractante. Además tiene un Coeficiente de determinación de 82,32% que indica una buena correlación entre sus componentes independientes y dependientes.

Cuadro N° 10. Coeficientes de regresión estimados de humedad final.

Término	Coef. regresión	SE Coef	T	P	Significativo (p<0,05)
Constante (Intercepto)	18,4400	2,270	8,122	0,000	SI
Bloque	1,5714	1,486	1,057	0,326	NO
Humedad inicial	4,0276	1,966	2,048	0,080	NO
Tiempo de secado	-8,3077	1,966	-4,225	0,004	SI
Humedad inicial*Humedad inicial	5,9825	2,046	2,923	0,022	SI
Tiempo de secado*Tiempo de secado	0,2550	2,046	0,125	0,904	NO
Humedad inicial*Tiempo de secado	-2,5625	2,781	-0,922	0,387	NO
S = 5.56122	**R-cuad. = 82.31%**				

4.1.4. Gráfica de contorno/superficie de humedad final.

La Figura N° 05, muestra una de las gráficas producto de la aplicación de superficie respuesta, conocida como Contorno/Superficie para la humedad final.

Es posible observar, en esta gráfica que la zona de color verde más intenso refleja mayor humedad final, y la zona de color verde de menor intensidad pertenece a una menor humedad final, siendo la zona de verde índigo la de menos de 10% de humedad final y para el estudio es la humedad final objetivo, como puede verse en Cuadro N° 02, de Estándares de calidad de la harina de pescado Blanca y Estándar. Finalmente en la Figura N° 06 puede observarse la Superficie Respuesta Experimental y finalmente en la Figura N° 07, puede observarse la optimización de la Respuesta de Humedad Final (% en base húmeda).

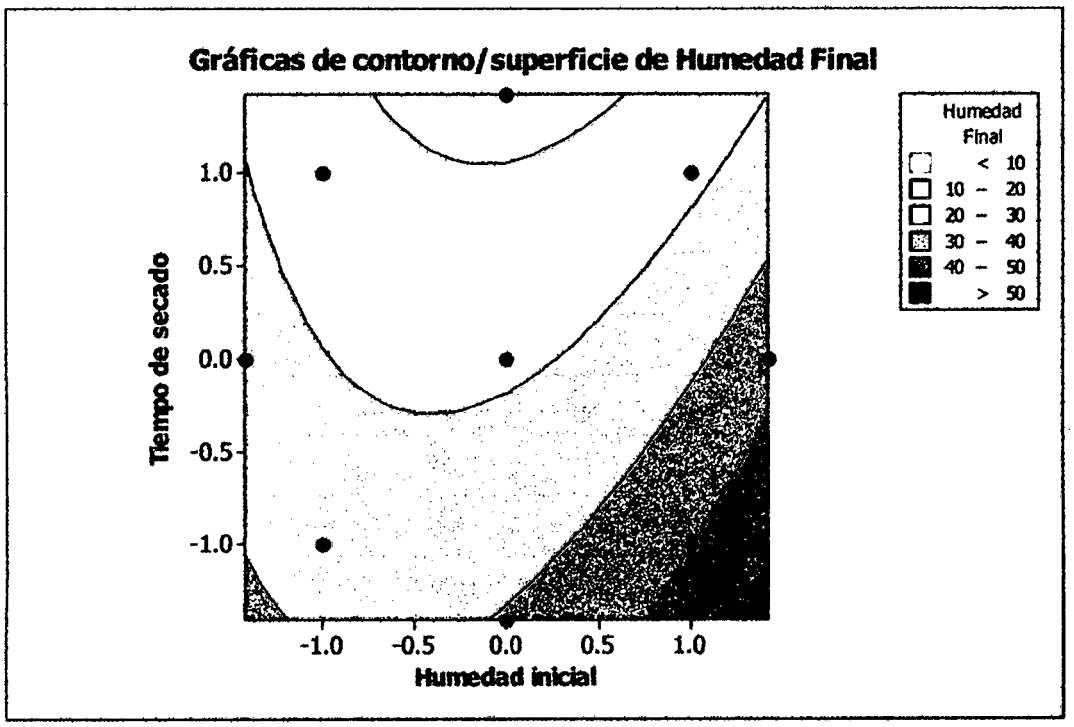


Figura N° 05. Gráficas de contorno/superficie de humedad final.

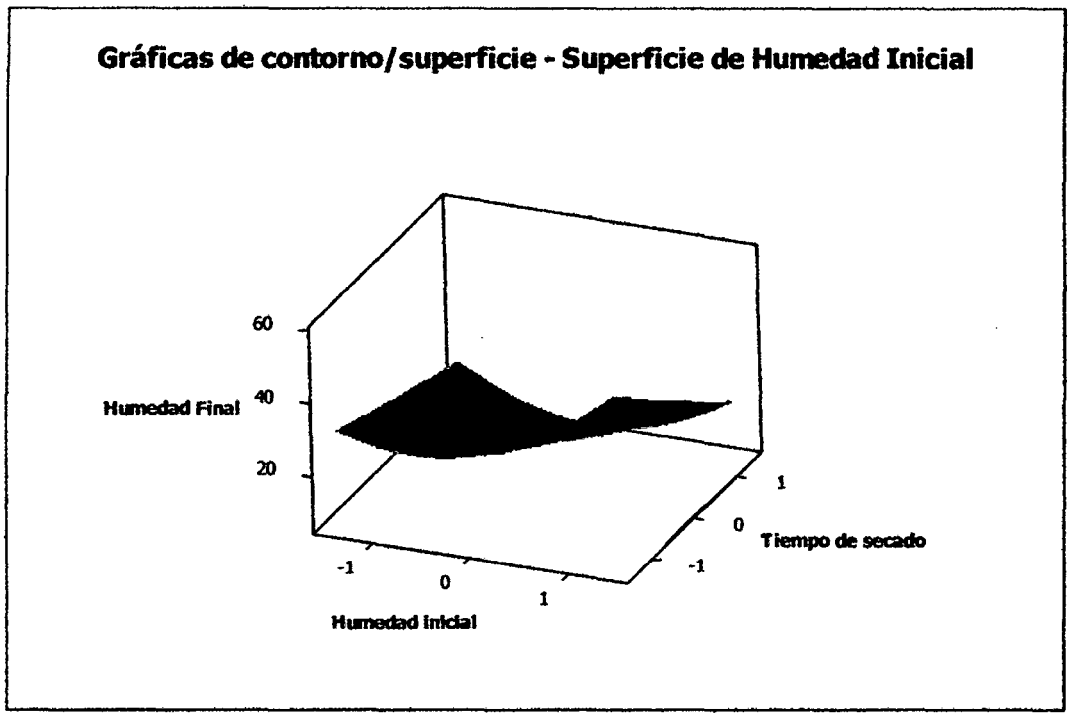


Figura N° 06. Gráficas de contorno/superficie. Superficie respuesta de humedad final.

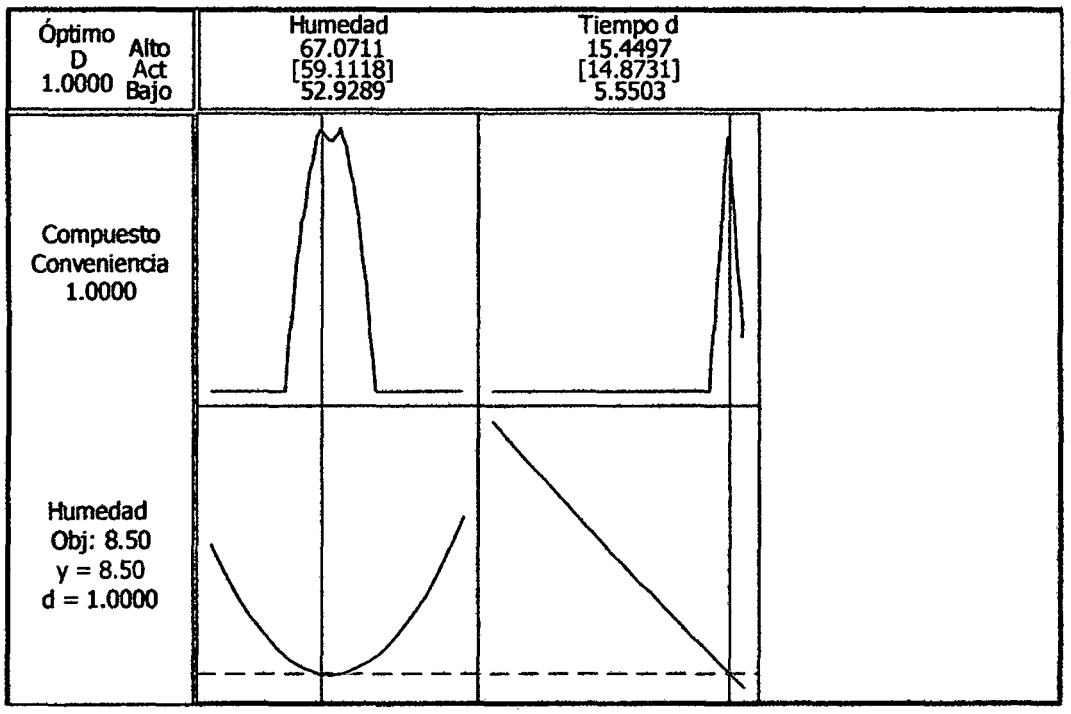


Figura N° 07. Gráficas de optimización de respuesta de humedad final.

En la Figura N° 07 se puede observar la optimización de la respuesta de Humedad Final, la cual necesita de una Humedad Inicial de 59,11% y un tiempo de secado de 14,87 minutos para lograr una humedad final objetivo de 8,5% en la Harina de Pescado Carachama.

Cuadro N° 11. Valores de la humedad final (%) de la harina de pescado Carachama deshidratada por VR.

N°	Observado	Predicción	Residual
1	28,87	23,14	5,73
2	17,31	16,87	0,44
3	26,29	29,13	-2,84
4	30,49	34,53	-4,04
5	18,54	16,87	1,67
6	11,37	16,87	-5,50
7	10,16	5,63	4,53
8	20,34	20,01	0,33
9	24,93	20,01	4,92
10	46,36	41,15	5,21
11	19,41	19,41	0,00
12	26,27	27,97	-1,70
13	18,15	20,01	-1,86
14	9,57	16,48	-6,91

4.1.5. Análisis químico proximal de la harina de pescado Carachama.

Se realizó el análisis químico proximal de las muestra de harina de pescado Carachama con una Humedad Inicial de 59,11% y un tiempo de secado de 14,87 minutos, en el Laboratorio Acreditado (Resol. N° 002-2008/CNB-INDECOPI) COLECBI S.A.C., en Chimbote - Perú, y se obtuvo lo siguiente:

Cuadro N° 12. Análisis químico proximal de la harina de pescado Carachama deshidratada por VR.

Ensayo	Contenido en base húmeda (%) X ± DS[1]	Metodología Empleada
Proteínas (Factor 6,25)	37,36 ± 2,43	AOAC 2001.11.2005
Grasa	23,37 ± 1,22	LC/VAL01/DCGHP/2006
Humedad	6,9 ± 0.41	NTP.ISO 6496:2002
Cenizas	26,56 ± 2.01	NTP 204.022:1982 (Rev. 2010)

[1]Promedio de tres repeticiones ± DS (desviación estándar)

4.1.6. Amoniaco libre e Índice de peróxidos en la harina de pescado Carachama.

Se realizó el análisis de Amoniaco Libre e Índice de Peróxidos a las muestra de harina de pescado Carachama con una Humedad inicial de 59,11% y un tiempo de secado de 14,87 minutos, en el Laboratorio Acreditado (Resol. N° 002-2008/CNB-INDECOPI) COLECBI S.A.C., en Chimbote - Perú, y se obtuvo lo siguiente:

Cuadro N° 13. Amoniaco libre e Índice de peróxidos de la harina de pescado Carachama deshidratada por VR.

Ensayo	Contenido en base húmeda	Metodología Empleada
Amoniaco Libre	14,0 mg/100 g	COVENIN 1269-80 1980
(*) Índice de Peróxidos	6,9 mEqO_2 /kg de Aceite	AOAC 965.33 2005 Parte A (previa extracción de aceite)

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOPI-SNA.

4.2. DISCUSIONES.

La determinación de los rangos de humedad inicial y tiempo de secado fue determinado inicialmente entre 52,93% – 67,07% y 5,55 – 15,45 minutos respectivamente, utilizando el método de diseño compuesto central rotable (DCCR), conforme se muestra en el Tabla N° 01. Esto se realizó teniendo en consideración a lo reportado por Nindo y Tang (2007). Observando el mayor tiempo de secado de 15,45 minutos se obtuvo una harina con 10,16% de humedad, lo que desde el punto de vista de un producto correctamente deshidratado no resulta conveniente. Según parámetros internacionales, la humedad ideal de la harina al final del proceso, no debe sobrepasar el 10% de agua, ni debe bajar del 6%. Si es inferior, significa que se ha recalentado, y su calidad nutritiva y proteica se ha alterado. Por el contrario, si está demasiado húmeda, no se puede vender y además puede desarrollar hongos y otras bacterias (Pesquera Itata S.A., 2006).

Teniendo en cuenta estos resultados considerados y la consistencia del método DCCR reflejado en el análisis de varianza (Cuadro N° 08), de la Humedad inicial (cuadrática) y tiempo de secado (lineal) (Cuadro N° 10) indican que existe un efecto significativo ($p<0.05$) de las variables independientes mencionadas en los rangos estudiados (52,93% y 67,07% de humedad inicial y 7 a 14 minutos de secado) con respecto al contenido de humedad final de la harina de pescado Carachama (% en base húmeda); por lo que en el planeamiento de estudios posteriores de secado por VR es recomendable considerar estas variables. Asimismo el análisis de varianza indica que el tiempo de secado cuadrático no es significativo para la determinación de la humedad final ($p>0.05$). Por otro lado el valor del coeficiente de determinación de las variables independientes con respecto al contenido de humedad muestra un valor aceptable (R^2=82.31%).

Un análisis de los efectos (Cuadro N° 10) permite observar un valor elevado para el coeficiente de determinación con respecto al intercepto y las variables independientes: tiempo de secado lineal y humedad inicial cuadrática, las que muestran significancia ($p<0.05$); a excepción del tiempo cuadrático, humedad inicial lineal y la interacción humedad inicial – tiempo de secado; lo que permitió un modelo matemático de segundo orden (con variables codificadas), donde son

consideradas solamente las variables significativas ($p<0.05$):

$$HF = -8{,}3077\ t + 5.9825\ HI^2 + 18{,}4400$$

Donde:

HF = Humedad final de harina de pescado Carachama (% en base húmeda).

t = Tiempo de secado (minutos).

HI = Humedad inicial de harina de pescado Carachama (% en base húmeda).

Dada la significancia del modelo matemático, es posible construir la superficie de contornos de las variables dilución y tiempo de secado (Figura N° 05), asimismo, la superficie de respuesta de las variables independientes (humedad inicial y tiempo de secado) con respecto a la variable dependiente (humedad final de la harina de pescado Carachama) (Figura N° 06), que permiten definir las regiones de interés.

Es posible establecer una relación entre los valores de humedad final de la harina obtenida experimentalmente por Ventana Refractante y los valores de humedad predichos por el modelo matemático, la cual se muestra en Cuadro N° 11, notándose que similitud entre los valores observados y predichos, indicando la buena confiabilidad del modelo, para describir el comportamiento de la variación de la humedad de la levadura deshidratada (%).

El secado del pescado Carachama por Ventana Refractante, ha demostrado ser adecuado, permitiendo obtener biomasa deshidratada dentro de valores aceptables de 9,57% de humedad, que garantizan su envasado y conservación; esto se puede lograr manejando valores de humedad inicial como de 59,11% de pescado Carachama molido con tiempo de secado por Ventana Refractante de 14,87 min (Figura N° 06).

Por otro lado, en el Cuadro N° 13 puede observarse que el análisis químico proximal de la harina de pescado obtenida contiene: proteína (37,36%), grasa (23,37%), ceniza (26,56%) y humedad (6,9%); a lo cual debe indicarse que durante el proceso de obtención de la harina no se realizó la extracción de aceite, lo cual puede observarse al comparar con el contenido de grasa para una harina de pescado estándar (Ministerio de la Producción, 2005) máximo de 10%, lo que tendría un efecto global en los demás componentes; es decir, si se hubiese extraído

la grasa se tendría mayor cantidad de proteínas. En cuanto, al contenido en proteínas (37,36%) comparado con la harina estándar, que es de mínimo 62 – 63 %, este fue bajo porque no se extrajo el aceite. El contenido en ceniza (26,56%) fue mayor al contenido de una harina estándar (máximo 25%), probablemente por la gran cantidad de esqueleto que posee la Carachama.

En el Cuadro N° 13, se puede deducir que la calidad del producto obtenido fue excelente, ya que el contenido de amoniaco libre (TVN) fue inmejorablemente inferior (14 mg/100 g) al máximo permisible (Ministerio de la Producción, 2005) para una harina estándar (120 mg/100 g). Finalmente el Índice de Peróxidos, realizado al aceite extraído previamente de la harina de pescado en el análisis, fue 6,9 mEq O2/ kg de aceite; es muy inferior a los 10 – 20 mEq O2/ kg de aceite; indicado como límite superior por Connell (1975).

En este sentido la presente investigación permite visualizar la potencialidad de uso del sistema de secado por Ventana Refractante de biomasa de Carachama, aspecto que deberá analizarse dentro del contexto de la evaluación energética, ya que los costos de producción son importantes para decidir su aplicación como suplemento proteico en la alimentación de animales menores como cuyes y gallinas de los programas sociales de la Provincia de Acobamba y demás que se introduzcan a esta modalidad de desarrollo económico – productivo – social.

Palacios (2000) señala que el componente nutritivo más valioso de la harina de pescado es la proteína. Tiene una proporción ideal de aminoácidos esenciales altamente digestibles, que varía relativamente poco con el origen de la harina. Además, la proteína tiene una escasa antigenicidad, por lo que resulta muy adecuada en la producción de piensos destinados para la dieta de **animales jóvenes**.

La harina de pescado Carachama deshidratada mediante Ventana Refractante, podría ser empleada tanto para la dieta para cuyes como aves de engorde o ponedoras; ya que los resultados de Ninanya (1994) indican a la harina de pescado muestra una digestibilidad superior a todos los productos evaluados en la alimentación de cuyes. Además los resultados obtenidos por Aguilera *et al.* (1974)

sugieren que existe una tendencia positiva, entre el contenido de proteína y su valor nutritivo, es decir, a mayor porcentaje de proteína mayor fue el crecimiento, probado en las dietas para aves. Sin embargo, Palacios (2000) consideran que el valor nutritivo de la harina va a depender en primer lugar del tipo de pescado seleccionado; por lo que se hace necesaria una posterior investigación que verifique el efecto positivo o negativo en la dieta de estos animales.

Finalmente, en el aspecto toxicológico, aunque no se realizó, se puede resaltar que en comparación con el problema de formación de Mollerosina (Ávila y Aguilera, 1969; Terrazas *et al.*, 2005) que se da en la harina de pescado convencional, y se forma durante el procesamiento inadecuado(Sanz *et al.*, 2000),debido a calidad de la materia prima usada (pescado con alto contenido de histamina) y al proceso de calentamiento elevado (Temperatura mayor a 100 °C); la harina de *Loricaria sp.* Probablemente posea un bajo nivel o nada de Mollerosina, debido a que no tiene histamina en gran cantidad y el secado por ventanas refractantes es un proceso que permite "baja temperatura y corto tiempo". La Mollerosina es causante de la erosión de la molleja que origina el "vómito negro" en pollos(Ito *et al.*, 1985; Ito *et al.*, 1988); esto permite, que el producto de harina de *Loricaria sp.* que se deshidrató en VR a un rango de temperatura entre 80 – 83 °C, tiene una gran ventaja sobre todo si su producción es para la alimentación de animales menores como cuyes y gallinas ponedoras (Douglas y Parsons, 1999; Kenal *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

- Se ha determinado que la Humedad inicial de pescado Carachama de 59,11% y tiempo de secado por ventana refractante (VR) de 14,87 min, es posible obtener biomasa deshidratada dentro de valores aceptables de 8 – 9% de humedad (8,5% promedio), que garantizan su envasado y conservación.

- Se ha obtenido el modelo matemático para estimar la humedad dentro de los rangos estudiados, conociendo la humedad final y el tiempo de secado:

$$HF = -8{,}3077\,t + 5{,}9825\,HI2 + 18{,}44$$

Donde:

HF = Humedad final de harina de pescado Carachama (% en base húmeda).

t = Tiempo de secado (minutos).

HI = Humedad inicial de harina de pescado Carachama (% en base húmeda).

- Se ha determinado que la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) secada por ventanas refractantes posee 37,36% de proteínas (factor 6,25), 23,37% de grasa, 6,9% de humedad, 26,56% de cenizas, 14 mg/100g de amoniaco libre y 6,9 mEq O_2/kg de aceite en índice de peróxidos.

RECOMENDACIONES

- Investigar el secado de pescado Carachama con un equipo piloto de secado por VR, con el objeto de cuantificar la eficiencia energética y los costos de producción.

- Realizar la digestibilidad *in vivo* en animales menores utilizados en programa de seguridad alimentaria como pollos, gallinas ponedoras, cuyes y en algunos otros como piscicultura andina (truchas y carpas).

- Realizar estudios sobre contenido histaminas en el pescado Carachama fresco y de Mollerosina en la harina de este pescado.

- Realizar el estudio de vida útil de harina de pescado Carachama obtenida por secado con ventana refractante, a efectos de poderla comercializar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, A.; Ávila, G.; Shimada, A.; Carmona, N. y Chávez, Y. Calidad de la proteína y determinación biológica de la lisina disponible de harinas de pescado nacionales y extranjeras. Téc. Pee. Mex. 26: 7 – 13. 1974.
- Alcázar, J. Diccionario Técnico de Industrias Alimentarias. 2ª ed. Impreso en Perú. 2002.
- Arsenio C, fundación nacional de la ciencia, Madre de Dios – Peru. 2010
- Arvelaiz, P.; Graterol, E.; Gil, J.; Contreras, F. Elaboración artesanal de harina de pescado, a partir de los desechos de la pesca. IUTLL. Calabozo. Venezuela. 2002.
- Ávila, G. and Balloun, S. Effects of anchovy fish meal in broiler die´s. Poul´y Sei. 53: 1372 – 1378 p. 1994.
- Ayala, J. y Pardo R. Optimización por Diseños Experimentales con Aplicaciones en Ingeniería. Lima, Perú. 1985.
- Barthel, G. y W. Grosch Peroxide value determination - comparison of some methods. J. Am. Oil Chem. Soc. 51, 540-544. 1974.
- Botta, J.; Kennedy, K.; Kiceiuk, J. y Legow, J. Importance of redfeed level, fish size and roe content to the quality of roe capelin. Int. J. Food Sci . Technol. 27, 93-98. 1984.
- Boyd, L., D. Green, F. Giesbrecht, y M. King. Inhibition of oxidative rancidity in frozen cooked fish flakes by tert-butylhydroquinone and rosemary extract J. Sci. Food Agric. 61, 87-93. 1993.
- CEPAL - UNICEF. Desnutrición Infantil en América Latina y el Caribe. Desafíos. Boletín de la infancia y adolescencia sobre el avance de los objetivos de desarrollo del Milenio. Consultado 12 de Enero del 2011. 2006.
- Clarke, P. Refractance Window—Down Under; Proceedings of the 14th International Drying Symposium, IDS 2004; Sao Paulo, Brazil. 813 – 820 p. 2004.
- Connell, J. *Control offish quality.* Fishing News (Books) Ltd., Farnham, Surrey, UK. 1975.
- Conway, W. *Microdiffusion analysis and volumetric error.* Crosby Lockwood, London. 1962.

- Cornell, J. Experiments with Mixtures. Design, Models and the Analysis of Mixture Date. New York. 1975.
- Cortez solis j. Folio Amazónico, Ensayo de Enlatados de Pescado con Especies Marinos 1988.
- Douglas, M.; Parsons, C. 1999. Dietary formulation withren deredspenthenme alson a total amino acid versus a digestible amino acidbasis. J. Poultry Science 78: 556 – 560. Giannini, D. 2003. Determinación de nitrógeno básico volátil (NBV) en pescado: consideraciones generales. Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos 343: 49 – 54.
- Food and Agricultural Organization (FAO), 2007.
- Freeman D. y J. Heamsberger. An instrumental method for determining rancidity in frozen catfish fillets. *J. Aquat. Food Prod. Technol.* 2, 35-50. 1993.
- Gill, T. Objective analysis of seafood quality. *Food Rev. Int.* 6, 681-714.1990.
- Haaland, H. y Njaa, L. Ammonia (NH_3) and total volatile nitrogen (TVN) in preserved and unpreserved stored whole fish. J. Sci. Food Agric. 44, 335-342. 1988.
- Haaland, P. Experimental Design in Biotechnology. Edit. Marcel Dekker. New York. 1989.
- Hall, GM. Fish procesing technology. Inockerman, HW. Ed. Fishery by-products, pp. 155-192 new york: VCH. publishers. 1992.
- Hoyland D. y A. Taylor A Review of the Methodology of the 2-Thiobarbituric Acid Test. Food Chem. 40, 271-291. 1991.
- Ito, Y.; Noguchi, T.; Naito, I. 1985. Fluorimetric determination Gizzerosine, a histamine H_2-receptor Agonist Discovered in Feedstuffs, Employing High – Performance Liquid Chromatography. J. Analytical Biochemestry 151: 28 – 31.
- Ito, Y.;Noguchi, T.; Naito, I. 1988. Gizzerosine Raisesthe Intracellular Cyclic Adenosine-3′, 5′-Mono phosphate leveland Isolated Chicken Proventriculus. J. Poultry Science 67: 1290 – 1294.
- Josemou, estudios sobre pez carachama, 2008.
- Kanner J. y I. Rosenthal. An Assessment of Lipid Oxidation in foods - Technical Report. Pure Appl. Chem. 64, 1959-1964. 1992

- Ke, P., D.M. Nash y R. Ackman.. Quality preservation in frozen mackerel. Can Inst. Food Sci. Technol. J. 9, 135-138. 1976.
- Ke, P., y A. Woyewoda. Microdetermination of thiobarbituric acid values in marine lipids by a direct spectrophotometric method with a monophasic reaction system. *Anal. Chim. Acta.* 106, 1279-284. 1979.
- Keller, S. Making profits out of seadfood wastes. In jensin, NC Ed. Quality fish meal: especifications and use in aquaculture and fur farming. 1990.
- Kenal, M.; Yalcyn, H.; Basmacyoolu, H. 2007. Composición en ácidos grasos y colesterol de los lípidos de yema de huevo enriquecida mediante modificación de la dieta de gallinas con aceite de pescado y linaza. Revista Grasas y aceites 58 (4): 372 – 378.
- Khuri, André I., Cornell y John A. Response surfaces. design and analyses: Statistics. Textbooks and monographs. 81. Marcel Dekker, New York. 1987.
- Konovalov, V.; Gatapova, N.; Koliuch, A.; Pachomov, A.; Shikunov, A. y Utrobin, A. Kinetics of Conductive Drying and Heat Transfer on Contact Cylinders; Proceedings of the 14th International Drying Symposium, IDS 2004; Sao Paulo, Brazil. 247 – 253 p. 2004.
- Lea, C. Methods for determining peroxide in lipids. *Sci. Food Agric.* 3, 586-594. 1952.
- LeBlanc, R. y Gill, T. Ammonia as an objective quality index in squid. Can, Inst. Food Sci. Technol. J. 17, 195 – 201. 1984.
- Maia, C. y Rojas, A. Elaboración de Harina de pescado de río, a base de Pavón. IUTLL. Calabozo. Venezuela. 2003.
- Mendoza, F. Producción de harina de pescado. Memorias: Manejo de Fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica 644. Capitanía del Alto y Bajo Isoso. Casilla 6272, Santa Cruz, Bolivia. 2004.
- Ministerio de la Producción 2004.
- Ministerio de la Producción 2005.
- Ninanya, C. Coeficiente de Digestibilidad del heno de Alfalfa, Afrechillo, Maíz y Harina de Pescado, en cuyes. Investigaciones en Cuyes. INIA. Serie Informe técnico. Lima - Perú. Junio. 1994.

- Nindo, C. y Tang, J. Refractance Window Dehydration Technology: A Novel Contact Drying Method. Drying Technology, 25: 37 – 4 p. 2007.
- Onudi, envirimental manganent in fisherin-based industries. De residuos solidos. 1991.
- Oscar D, Peces de Agua Dulce 2006.
- Palacios A. Productos de la pesca y la acuicultura. Nuevo enfoque de la calidad: "De la granja al tenedor". Alimentación, Equipos y Tecnología 19(5): 149 – 157 p. 2000.
- Pesquera Itata S.A. Memoria Técnica de los Procesos. Planta Coronel DIA. Sistema de Tratamiento y Disposición de RILES. Abril. 2006.
- Pike, H. Productos marinos para acuacultura: el futuro. In: R. Mendoza, L. Cruz-Suárez y D. Ricque Memorias del segundo simposium internacional de nutricion acuícola. Edits, 7 - 9, Monterrey, FCB/UANL, pp191 – 204. 1994.
- Raharjo, S., J. Sofos, y G. Schmidt. Solid phase acid extraction improves thiobarbituric acid method to determine lipid oxidation. J. Food Sci. 58, 921-924,932. 1993
- Raouzeous, G. The ins and outs of indirect drying. Chemical Engineering. 110, 30 – 37 p. 2003.
- Rehbein, H. y Oehlenschlager, J. Zur Zusammensetzung der TVB-N fraktion (fluchtige Basen) in sauren Extrakten und alkalischen Destillaten von Seefischfilet. Arch. für Lebensmittelhyg. 33, 44-48. 1982.
- Ríos et al, taxonomía del pescado carachama 2000.
- Ros *et al.*, Prompex/Inf. Sectorial/Pesca/Taiwan, 1999.
- Ruiter, A, fish and fishery productos composición, nutritive propertiers and estabilidad. In Schmidt dorff, W Ed. Fish meal and fish oil-not only by productos, pp. 347-376 united kingdom: bidlles limited. 1995
- Sanz, A.; García, M.; De la Higuera, M. 2000. Proteinnutrition in fishprotein/energy ratio and alternative protein sources to fishmeal. Journal of physiology and biochemistry 56 (3): 265 – 282.
- Smith. G., Hole, y S.W. Hanson. Assessment of lipid oxidation in Indonesian salted-dried marine catfish (*Arius thalassinus*). *J. Sci. Food Agric.* 51, 193-205. 1990.

- Stine, C., H.A. Harland, S.T. Coulter, and R. Jenness A modified peroxide test for detection of lipid oxidation in dairy products. *J. Dairy Sci.* 37, 202-208. 1954.
- Terrazas, M.; Ávila, E.; Cuca, M.; Nolasco, H. 2005. Efecto de la incorporación de harina de pescado com distinto grado de cocción a dietas para pollos de engorda formuladas a un perfil de aminoácidos digestibles. Revista Técnica Pecuaria Mexicana 43(3):297 – 308.
- Varas, M. Elaboración de capsulas de harina de pescado de rio, a base de Curito (*Hopiosternum sp*) como suplemento alimenticio de bajo costo para la población infantil, en la ciudad de Calabozo en el estado Guárico. IUTLL. Calabozo. Venezuela. 2006.
- Vyncke, W. Determination of the ammonia content offish as an objective quality assessment method. Medelingen van de Faculteit Land bouwwetens chappen, Rijkauniversteit Gent. 35, 1033-1046. 1970.
- Wicki, G.; Wiltchiensky, E. y Luchini, L. Dirección de Acuicultura. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA). Paseo Colón 982 – Anexo Pesca (1063). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. Presentado a "ACUACUBA". La Habana, Cuba. 2003.

ANEXO N° 01

Hoja de sesión original del software Minitab v.15 de análisis del diseño compuesto central rotable

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.

Diseño central compuesto

Factores:	2	Réplicas:	1
Corridas base:	14	Total de corridas:	14
Bloques base:	2	Total de bloques:	2

Factorial de dos niveles: Factorial completo

Puntos del cubo:	4
Puntos centrales en el cubo:	3
Puntos axiales:	4
Puntos centrales en axial:	3

Alfa: 1.41421

Regresión de superficie de respuesta: Humedad Fina vs. Bloque, Humedad inic, Ti

El análisis se realizó utilizando unidades codificadas.

Coeficientes de regresión estimados de Humedad Final

Término	Coef	SE Coef	T	P
Constante	18.4400	2.270	8.122	0.000
Bloque	1.5714	1.486	1.057	0.326
Humedad inicial	4.0276	1.966	2.048	0.080
Tiempo de secado	-8.3077	1.966	-4.225	0.004
Humedad inicial*Humedad inicial	5.9825	2.046	2.923	0.022
Tiempo de secado*Tiempo de secado	0.2550	2.046	0.125	0.904
Humedad inicial*Tiempo de secado	-2.5625	2.781	-0.922	0.387

S = 5.56122 PRESS = 1792.45
R-cuad. = 82.31% R-cuad.(pred.) = 0.00% R-cuad.(ajustado) = 67.15%

Análisis de varianza de Humedad Final

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Bloques	1	34.57	34.57	34.57	1.12	0.326
Regresión	5	972.79	972.79	194.56	6.29	0.016
Lineal	2	681.91	681.91	340.96	11.02	0.007
cuadrado	2	264.61	264.61	132.31	4.28	0.061
interacción	1	26.27	26.27	26.27	0.85	0.387
Error residual	7	216.49	216.49	30.93		
Falta de ajuste	3	163.14	163.14	54.38	4.08	0.104
Error puro	4	53.35	53.35	13.34		
Total	13	1223.85				

Coeficientes de regresión estimados de Humedad Final utilizando datos en unidades sin codificar.

Término	Coef
Constante	766.556
Bloque	1.57143
Humedad inicial	-26.3730
Tiempo de secado	5.97495
Humedad inicial*Humedad inicial	0.239300
Tiempo de secado*Tiempo de secado	0.0208163
Humedad inicial*Tiempo de secado	-0.146429

Gráfica de contorno de Humedad Fina vs. Tiempo de se, Humedad inic

Gráfica de superficie de Humedad Fina vs. Tiempo de se, Humedad inic

Bienvenido a Minitab, presione F1 para obtener ayuda.
Recuperando proyecto desde el archivo: 'E:\TITULACION POR TESIS\Minitab JACINTO REYES CHEVERE.MPJ'

Optimización de respuesta

Parámetros

	Meta	Inferior	Objetivo	Superior	Ponderación	Importar
Humedad Fina	Objetivo	7	8.5	10	1	1

Punto de inicio

Humedad inic = 55
Tiempo de se = 7

Solución local

Humedad inic = 59.1118
Tiempo de se = 14.8731

Respuestas pronosticadas

Humedad Fina = 8.50000 , conveniencia = 1.000000

Conveniencia compuesta = 1.000000

Solución global

Humedad inic = 59.1118
Tiempo de se = 14.8731

Respuestas pronosticadas

Humedad Fina = 8.50000 , conveniencia = 1.000000

Conveniencia compuesta = 1.000000

ANEXO N° 02

Testimonio fotográfico.

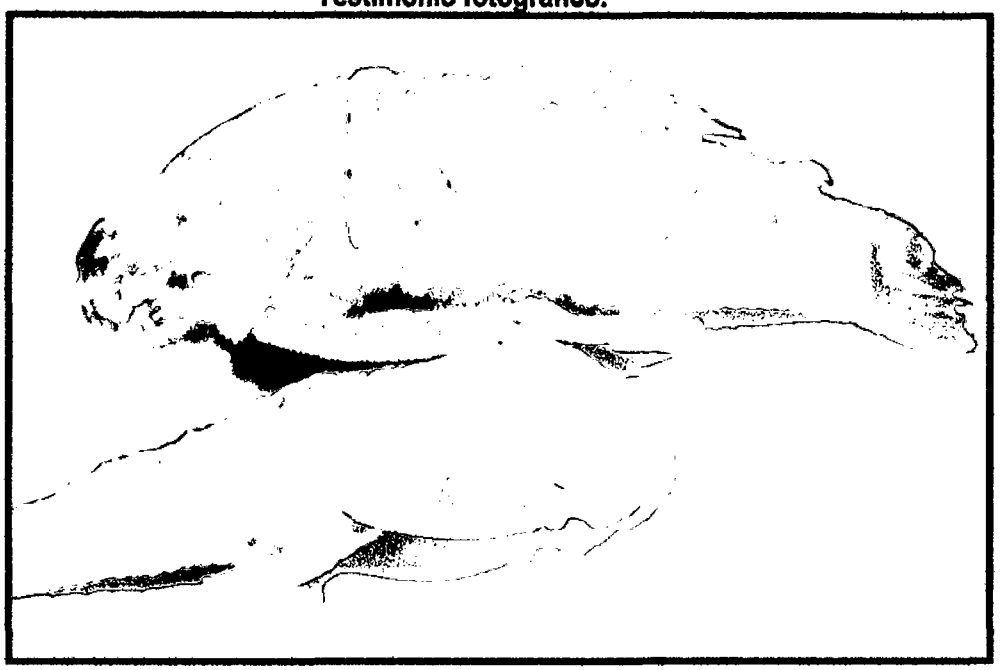


Foto N° 01. Pescado carachama (*Loricaria sp.*)

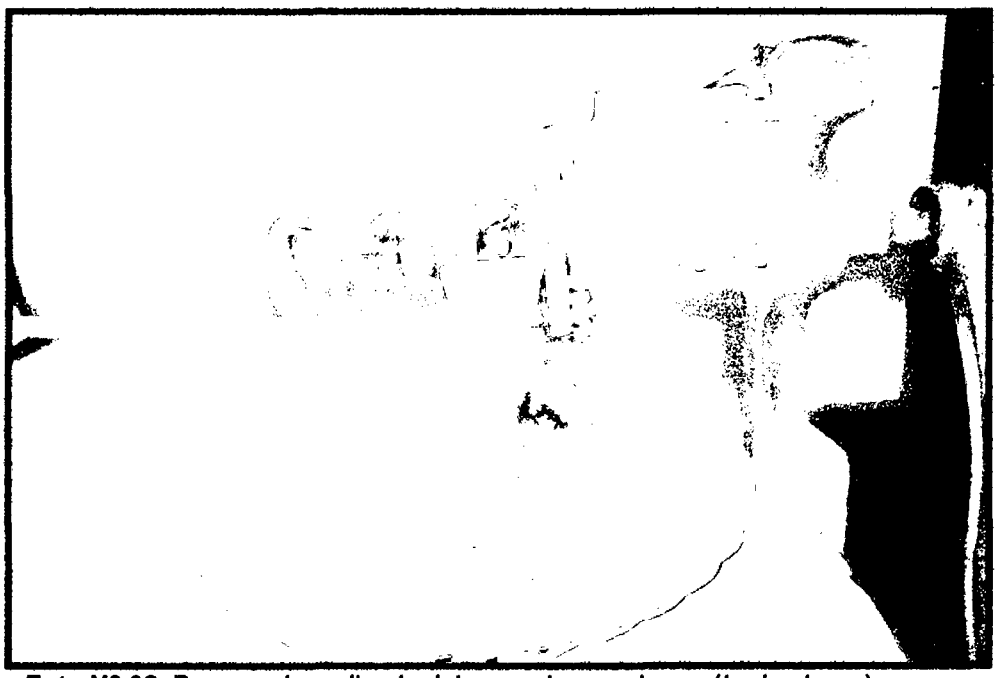


Foto N° 02. Proceso de molienda del pescado carachama (*Loricaria sp.*)

Foto N° 03. Biomasa.

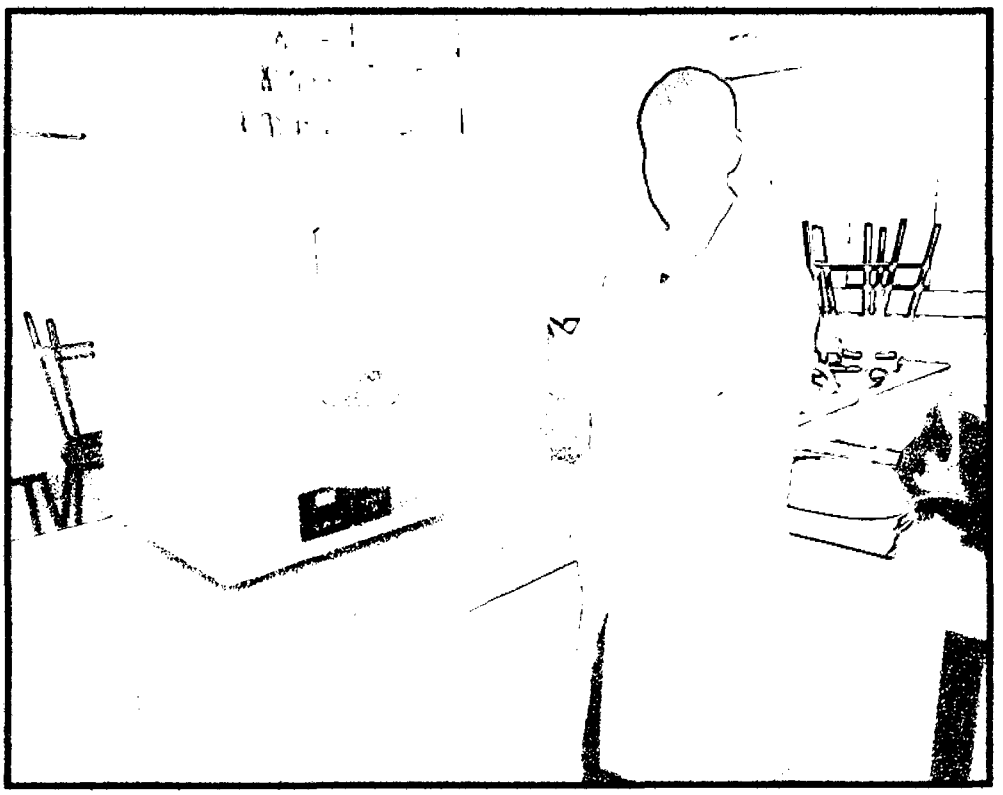


Foto N° 04. Acondicionamiento de biomasa.

Foto N° 05. Harina de pescado carachama (*Loricaria sp.*) secado en ventana refractante.

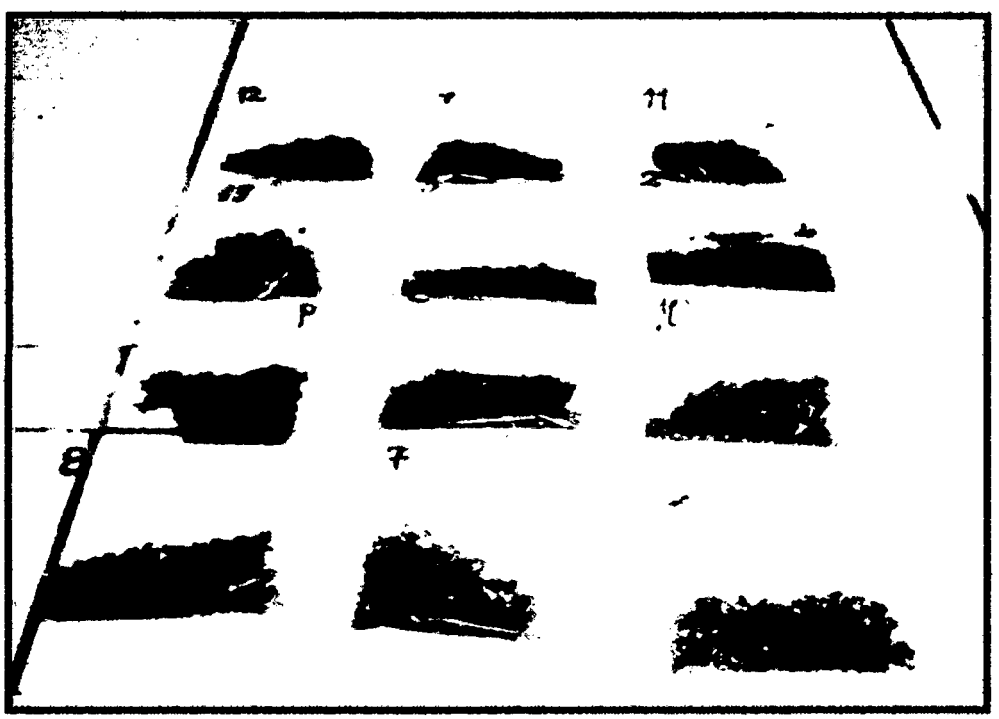


Foto N° 06. Embolsado de la harina de pescado carachama.

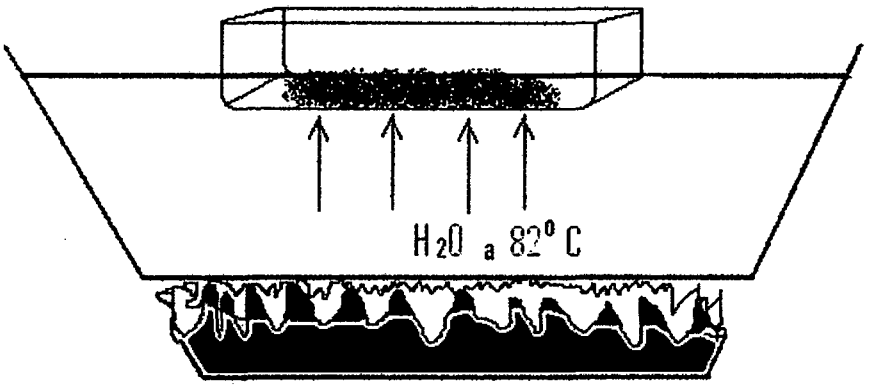


Figura N° 03. Diseño de ventana refractante convencional

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE AGROINDUSTRIAS

"Efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la obtención de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*)"

Jacinto Reyes Vitor

Resumen

Esta investigación tuvo como finalidad obtener harina de pescado que permita aprovechar la proteína de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) (que no tiene valor comercial) en programas de Seguridad Alimentaria, utilizándola como insumo de alimento balanceado para cuyes (*Cavia porcellus*) y gallinas ponedoras (*Gallus gallus*), y de estos obtener carne y huevos. Se utilizó un Diseño Central Compuesto Rotable (DCCR) con dos variables independientes y dos niveles cada una: humedad inicial de biomasa (52,93% - 67,07%) y tiempo de secado (5,55 – 15,45 min); y como respuesta la humedad final de harina. La Ventana Refractante utilizó película plástica de 0,7 mm (acetato de celulosa) que se colocó en una marmita a 83 ° C ± 1 °C (3400 m.s.n.m.). La Metodología de Superficie Respuesta indicó un modelo cuadrático (R^2 = 82,31%); y que a humedad inicial de 59,11% y tiempo de secado 14,87 min, se obtiene harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) con humedad final de 8,5% en promedio (6,9 ± 0,41% en el análisis real), que garantizan su adecuado envasado y conservación. Se obtuvo harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) de nutritiva composición química proximal: proteína (37,36 ± 2,43 %), grasa (23,37 ± 1,22 %), ceniza (26,56 ± 2,01 %) y humedad (6,9 ± 0,41%); y excelente calidad, pues el contenido de amoniaco libre (14 ± 0.72 mg/100g) y el Índice de Peróxidos (6,9 ± 0.46 mEq O_2/kg de aceite extraído de la harina) fueron menores al máximo permisible.

Palabras claves: Loricaria, ventana refractante, harina de pescado.

Abstract

This investigation was aimed to obtain fish meal that could exploit the protein of *Loricaria sp.* (no commercial value) in programs of Food Safety, using it as ingredient to balanced food for guinea pigs (*Cavia porcellus*) y laying hens (*Gallus gallus*), and of these obtain meat and eggs. Was used a Rotatable Central Composite Design (RCCD) with two independent variables and two levels respectively: initial humidity of biomass (52,93% - 67,07%) and time of dried (5,55 – 15,45 min); and as response the final humidity of fishmeal. The Refractance Windows used plastic film of 0,7 mm (cellulose acetate`s) that was placed in a boiling pan at 83 ° C ± 1 °C (3400 m.a.s.l.). The Response Surface Methodology indicated a quadratic model (R^2 = 82,31%); and that at initial humidity of 59,11% and time of dried 14,87 min, is obtained fishmeal Loricaria sp. with final humidity of 8,5% average (6,9 ± 0,41% in the actual analysis) which guarantee your adequate packaging and conservation. Was obtained fishmeal of *Loricaria sp.* of nutritive proximal chemical composition: protein (37.36 ± 2.43%), fat (23.37 ± 1.22%), ash (26.56 ± 2.01%) and humidity (6.9 ± 0.41%); and excellent quality, because the free ammonia content (14 ± 0.72 mg/100g) and the peroxide index 6,9 ± 0.46 mEq O_2/kg of oil taken from the Fishmeal) were less than the maximum permissible.

Keywords: Loricaria, refractance windows, fishmeal.

Introducción

En las zonas alto andinas del Departamento de Huancavelica, así como en muchas otras en el Perú, están sometidas a la agricultura de secano, lo que limita su producción a una cosecha por año y durante épocas de lluvias, siendo dramática la vida en época de secano. Esta realidad, influye en gran parte en el elevado nivel de desnutrición crónica de la población, sobretodo en niños menores de 5 años. Sumado a esto la falta de fuentes proteicas, limita la canasta familiar un exceso de carbohidratos que descompensa la dieta y agudiza el problema de la desnutrición. En reacción a este problema los municipios vienen implementando programas de crianza de animales menores como gallinas ponedoras (producción de huevos) y cuyes (producción de carne), para contrarrestar la falta de proteína en la canasta familiar. Es aquí donde nace la idea de aprovechar pescados sin valor comercial como del pescado Carachama (*Loricaria sp.)*, que vive en los ríos de las quebradas de Huancavelica, y es desechado durante la pesca de trucha. Siendo irónico, el desecho de una fuente proteica como esta, es que se plantea transformarla en harina, con tecnologías innovadoras, para la alimentación de animales menores, y de esta forma hacer llegar a los consumidores la proteína del pescado Carachama (*Loricaria sp.)* en forma de huevos o carne de cuy.

La tecnología de deshidratación por ventana refractante (VR) es un nuevo método de secado por contacto, que convierte los alimentos líquidos y otros biomateriales en polvo, copos, con valor agregado. Este sistema de secado opera a presión atmosférica (Nindo y Tang, 2007). El presente estudio de la tesis **"Efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la obtención de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*)"**

Los objetivos de esta investigación fueron: Evaluar el efecto de la humedad inicial y tiempo de secado por ventana refractante en la humedad de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*); determinar los rangos óptimos de humedad inicial y tiempo de secado para la obtención de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) mediante el secado por ventana refractante; determinar el modelo matemático que relacione la humedad inicial y tiempo de secado con la humedad final para optimizar el proceso de producción de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) mediante el secado por ventana refractante y determinar la composición química proximal, y la calidad del producto final en base al amoniaco libre e índice de peróxido de la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*) secada por ventana refractante.

Materiales y Métodos

La materia prima, el pescado Carachama (*Loricaria sp.*), provenientes de rio Urubamba y Huarpa ubicados en la zona baja de la provincia de Acobamba – Huancavelica, se pesó la materia prima para luego pasar a su procesamiento. Luego se realizó la molienda y consistió en la reducción de tamaño de la carne del pescado Carachama (*Loricaria sp.*), mediante un molino tradicional en donde se efectuó el molido de manera lenta para evitar el calentamiento de la biomasa y posteriormente se obtuvo una biomasa apta para su acondicionamiento.

En el acondicionamiento de la biomasa se hizo por secado a una temperatura de 15 °C con energía solar para que no se desnaturalice la proteína y pierda su rehidratabilidad, y luego poder obtener los rangos de humedad inicial propuestos por el DCCR. El secado del producto se efectuó sobre un plástico de acetato de celulosa de 0,7 mm, el cual se colocó en una marmita que contenía agua a una temperatura de 83 °C ± 1 °C, dando a una temperatura promedio de 82 °C y por un tiempo de 7 – 14 minutos. Al llegar al tiempo de secado plateando por el DCCR, se retiró la lámina con el producto dentro y se procedió inmediatamente a retirar la harina para su determinación de humedad final. El esquema del desarrollo experimental se muestra en la Figura 1.

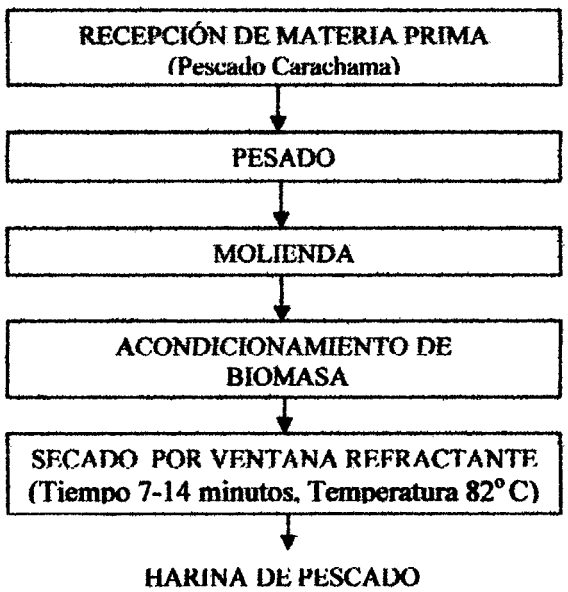


Figura 1. Esquema Experimental.

La biomasa del pescado Carachama (*Loricaria sp.)* acondicionada entre los rangos de humedad inicial de biomasa (52,93% - 67,07%) y tiempo de secado (5,55 – 15,45 min). El arreglo experimental se dispuso de acuerdo a un diseño compuesto central rotable (DCCR) para la obtención de un modelo matemático, dentro del contexto de superficie de respuesta, utilizándose dos variables con sus respectivos rangos: humedad inicial y tiempo de secado en la VR con lo que se construyó la matriz experimental con 14 corridas entre tratamientos, repeticiones y puntos axiales.

Determinación de humedad

Las muestras de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* recolectadas. Luego se mezcló para obtener una muestra homogeniza de 20 gramos (peso inicial) y se colocó en una estufa de 105 °C por 2 horas, luego de lo cual de pesó nuevamente (peso final), y se aplicó la fórmula correspondiente, por el método NTP ISO 6496:2002.

Los análisis de químico proximal, índice de peróxido, bases volátiles de nitrógeno (BVN) se realizó en Corporación de Laboratorios Clínicos, Biológicos e Industriales S.A.C. (COLECBI S.A.C.) acreditado por INDECOPI – SNA. Nuevo Chimbote.

Determinación de químico proximal

El contenido de % de proteína se determinó mediante el método AOAC 2001.112005.

El contenido de % de grasa se determinó mediante LC/VAL01DCGHP/2006. El método extracto de hexano.

El contenido de % humedad se determinó por el método NTP ISO 6496:2002.

El contenido de % de cenizas se determinó mediante la NTP 204.022:1982 Revisada el 2010 el método gravimétrico.

Determinación de calidad de harina de pescado

Análisis de índice de peróxido: El análisis de índice de peróxido de determinó por el método oficial de la AOAC 965.33 2005.

Determinación de bases volátiles de nitrógeno (Amoniaco libre): La determinación de bases volátiles de nitrógeno se realizó mediante el método COVENI 1269-80 1980.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se observan las humedades finales en base a la marcha aleatoria de recolección de datos que diseñó el software Minitab v.15 para el Diseño Compuesto Central Rotatorio (DCCR), después del secado con ventana refractante a diferentes Humedades Iniciales y Tiempos de Secado.

Tabla 1. Determinación de Humedad Final para cada corrida experimental.

Humedad inicial (% Base húmeda)	Tiempo de secado (minutos)	Humedad Final (% Base húmeda)
60,00	5,55	26,29%
60,00	15,45	10,16%
60,00	10,50	18,54%
52,93	10,50	28,87%
60,00	10,50	17,31%
60,00	10,50	11,37%
67,07	10,50	30,49%
60,00	10,50	20,34%
55,00	7,00	26,27%
55,00	14,00	9,57%
60,00	10,50	24,93%
65,00	7,00	46,36%
60,00	10,50	18,15%
65,00	14,00	19,41%

En la Tabla 2 se observa el ajuste de modelo cuadrático para los datos de humedad final obtenidos, y puede verse que sólo la regresión y los elementos lineales tuvieron efecto significativo en la humedad final de la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* Sin embargo, la falta de ajuste es no significativa, lo que indica que el modelo cuadrático se ajusta adecuadamente a los datos de humedad final obtenidos, y permite su predicción con un R^2de 82,31 %, que indica que la variación de la humedad final explicada en 82,32% por las variables independientes.

Se obtuvo un modelo cuadrático para el secado de la humedad final de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* de la siguiente manera:

$$HF = -8{,}3077\ t + 5{,}9825\ HI^2 + 18{,}44$$

Dónde:

HF = Humedad final de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* (% en base húmeda).

t = Tiempo de secado (minutos) codificado.

HI = Humedad inicial de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* (% en base húmeda) codificado.

Tabla 2. Ajuste del Modelo Cuadrático del Diseño Compuesto Central Rotatorio de Humedad Final de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)*

Fuente	P	Significativo (p<0,05)
Bloques	0,326	NO
Regresión	0,016	SI
Lineal	0,007	SI
Cuadrado	0,061	NO
Interacción	0,387	NO
Falta de ajuste	0,104	NO

En la Figura 2 se resalta que la zona de color verde más intenso refleja mayor humedad final en la harina de pescado Carachama *(Loricaria sp.)* (> 50%), y la zona de color verde de menor de menor intensidad pertenece a una menor humedad final (<10%), siendo esta la zona de optimización del producto, que dará el tiempo de vida útil adecuado.

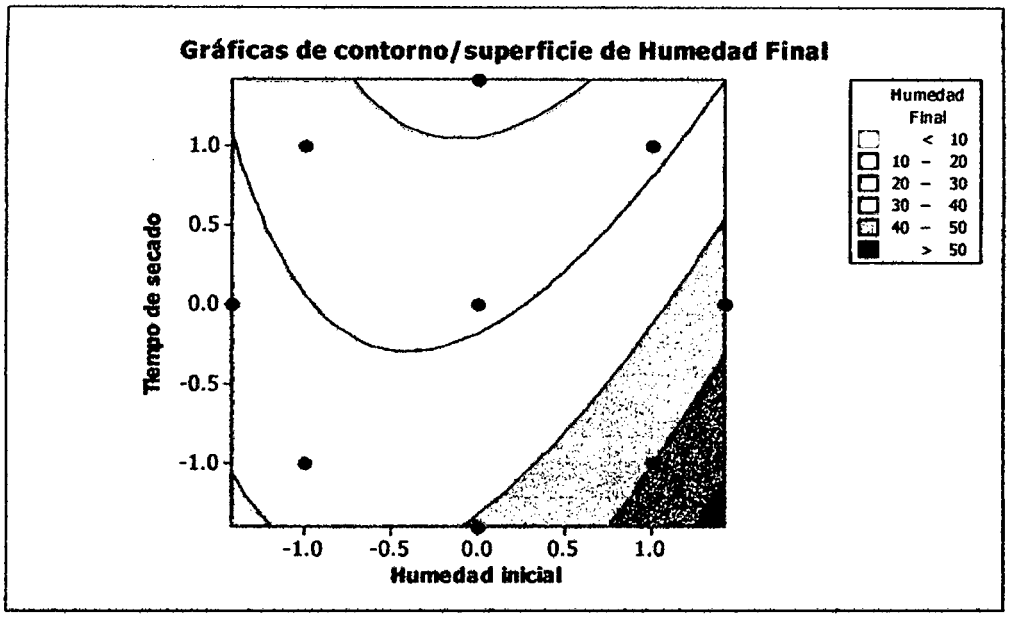


Figura 2. Gráficas de Contorno / Superficie de Humedad Final.

La Figura 3 representa la gráfica tridimensional de la Superficie Respuesta de la humedad final de la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* y puesto que la optimización va en dirección de reducir la humedad final presenta una forma de "valle", siendo su punto más bajo el óptimo para obtener menores humedades finales.

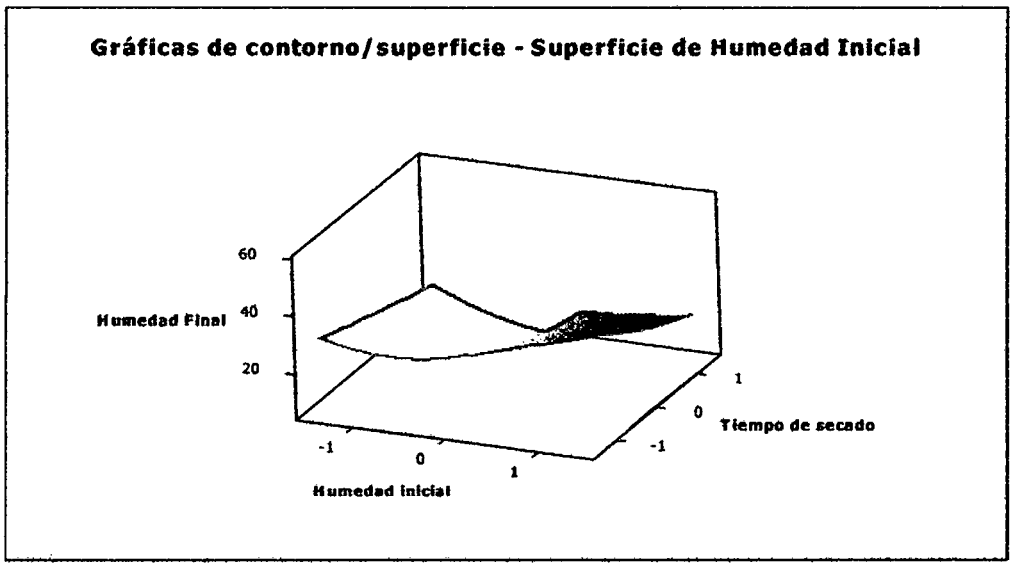


Figura 3. Gráficas de Contorno / Superficie. Superficie Respuesta de Humedad Final.

En la Figura 4 se puede observar la optimización de la respuesta de Humedad Final, la cual necesita de una Humedad Inicial de 59,11% y un tiempo de secado de 14,87 minutos para lograr una humedad final objetivo de 8,5% en la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.*)

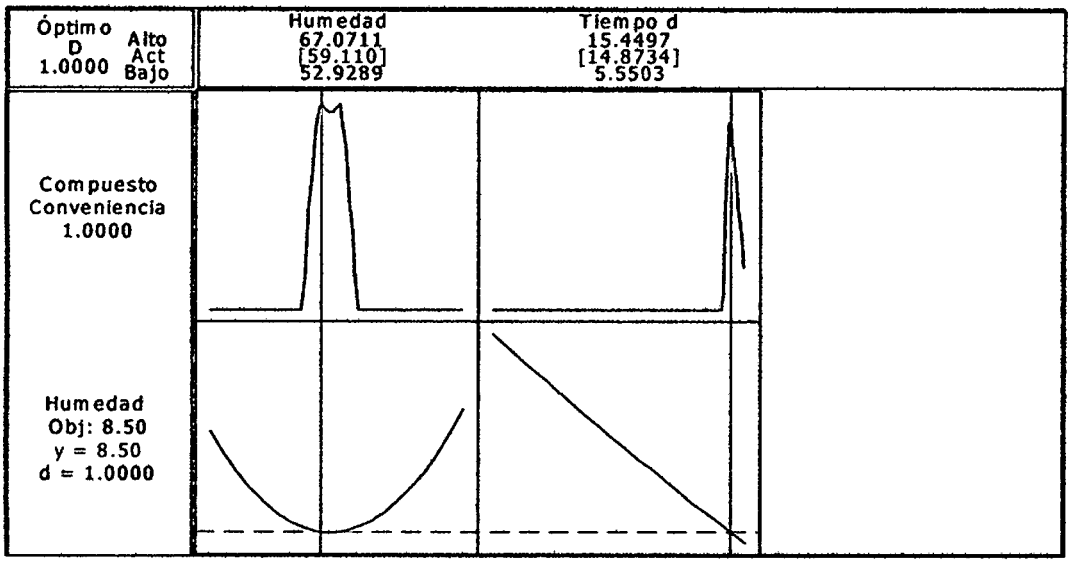


Figura 4. Gráficas de Optimización de Respuesta de Humedad Final.

La Tabla 3 muestra el análisis químico proximal de las muestra de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* con una Humedad Inicial de 59,11% y un tiempo de secado de 14,87 minutos, en el Laboratorio Acreditado (Resol. N° 002-2008/CNB-INDECOPI) COLECBI S.A.C., en Chimbote – Perú, y se obtuvo lo siguiente:

Tabla 3. Análisis Químico Proximal de la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* Secado por Ventana Refractante.

Ensayo	Porcentaje en base húmeda (%) X ± DS[1]
Proteínas (Factor 6,25)	37,36 ± 2,43
Grasa	23,37 ±1,22
Humedad	6,9 ±0.41
Cenizas	26,56 ±2.01

[1]Promedio de tres repeticiones ± DS (desviación estándar)

La calidad del producto obtenido fue excelente, ya que el contenido de amoniaco libre (TVN) fue 14 ± 0.72 mg/100 g inmejorablemente inferior al máximo permisible (Aguilera *et al.*, 1974; Giannini, 2003; Terrazas *et al.*, 2005) para una harina estándar (120 mg/100 g). Por otro lado, el Índice de Peróxidos, realizado al aceite extraído previamente de la harina de pescado en el análisis, fue 6,9 ± 0.46 mEq O_2/ kg de aceite; es muy inferior a los 10 – 20 mEq O_2/ kg de aceite; indicado como límite (Giannini, 2003). Estos resultados permiten concluir que en comparación con una harina de pescado comercial, la calidad del producto es buena.

Finalmente, en el aspecto toxicológico, aunque no se realizó, se puede resaltar que en comparación con el problema de formación de Mollerosina (Ávila y Aguilera, 1969; Terrazas *et al.*, 2005) que se da en la harina de pescado convencional, y se forma durante el procesamiento inadecuado(Sanz *et al.*, 2000),debido a calidad de la materia prima usada (pescado con alto contenido de histamina) y al proceso de calentamiento elevado (Temperatura mayor a 100 °C); la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* Probablemente posea un bajo nivel o nada de Mollerosina, debido a que no tiene histamina en gran cantidad y el secado por ventanas refractantes es un proceso que permite "baja temperatura y corto tiempo". La Mollerosina es causante de la erosión de la molleja que origina el "vómito negro" en pollos (Ito *et al.*, 1985; Ito *et al.*, 1988); esto permite, que el producto de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* que se deshidrató en VR a un rango de temperatura entre 80 – 83 °C, tiene una gran ventaja sobre todo si su producción es para la alimentación de animales menores como cuyes y gallinas ponedoras (Douglas y Parsons, 1999; Kenal *et al.*, 2007).

Conclusiones

Se ha determinado que la Humedad Inicial de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* de 59,11% y tiempo de secado por ventana refractante (VR) de 14,87 min, es posible obtener biomasa seca dentro de valores aceptables (6% - 10%), que garantizan su calidad de envasado y conservación.

Se ha obtenido el modelo matemático para estimar la humedad dentro de los rangos estudiados, conociendo la humedad final y el tiempo de secado:

$$HF = -8{,}3077\ t + 5{,}9825\ HI^2 + 18{,}44$$

Dónde: HF = Humedad final de harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* (% en base húmeda), t = Tiempo de secado (minutos) codificado y HI = Humedad inicial de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* (% en base húmeda) codificada.

Se ha determinado que la harina de pescado Carachama (*Loricaria sp.)* Secada por ventanas refractantes es de buena calidad y posee 37,36 ± 2,43% de proteínas (factor 6,25), 23,37 ± 1,22% de grasa, 6,9 ± 0.41% de humedad, 26,56 ± 2.01% de cenizas, 14 ± 0.72 mg/100g de amoniaco libre y 6,9 ± 0.46 mEq O_2/kg de aceite en índice de peróxidos.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, A.; Ávila, G.; Shimada, A.; Carmona, N.; Chávez, Y. 1974. Calidad de la Proteína y determinación biológica de la lisina disponible de harinas de pescado nacionales y extranjeras. Revista Técnica Pecuária Mexicana 26: 7 – 13.
- Arvelaiz, P.; Graterol, E.; Gil, J. y Contreras, F. 2002. Elaboración artesanal de harina de pescado, a partir de los desechos de la pesca. IUTLL. Calabozo. Venezuela.
- Ávila, G.; Aguilera, A. 1969. Efecto de la sustitución de pasta de ajonjolí, pasta de soya y harina de carne por hannolina y harina de pescado em dietas de tipo práctico para pollo de engorde. Revista Técnica Pecuária Mexicana 13: 42 – 44.
- Douglas, M.; Parsons, C. 1999. Dietary formulation withren deredspenthenme alson a total amino acid versus a digestible amino acidbasis. J. Poultry Science 78: 556 – 560. Giannini, D. 2003. Determinación de nitrógeno básico volátil (NBV) en pescado: consideraciones generales. Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos 343: 49 – 54.
- Ito, Y.; Noguchi, T.; Naito, I. 1985. Fluorimetric determination Gizzerosine, a histamine H_2-receptor Agonist Discovered in Feedstuffs, Employing High – Performance Liquid Chromatography. J. Analytical Biochemestry 151: 28 – 31.
- Ito, Y.;Noguchi, T.; Naito, I. 1988. Gizzerosine Raisesthe Intracellular Cyclic Adenosine-3′, 5′-Mono phosphate leveland Isolated Chicken Proventriculus. J. Poultry Science 67: 1290 – 1294.

- Kenal, M.; Yalcyn, H.; Basmacyoolu, H. 2007. Composición en ácidos grasos y colesterol de los lípidos de yema de huevo enriquecida mediante modificación de la dieta de gallinas con aceite de pescado y linaza. Revista Grasas y aceites 58 (4): 372 – 378.
- Maia, C.; Rojas,A. 2003. Elaboración de Harina de pescado de río, a base de Pavón. IUTLL. Calabozo. Venezuela.
- Mendoza, F. 2004. Producción de harina de pescado. Memorias: Manejo de Fauna silvestre en Amazonía y Latinoamérica. Capitanía del Alto y Bajo Isoso. Santa Cruz, Bolivia.
- Ninanya, C. 1994. Coeficiente de Digestibilidad Del heno de Alfalfa, Afrechillo, Maíz y Harina de Pescado, en cuyes. Investigaciones en Cuyes. INIA. Serie Informe técnico. Lima - Perú. Junio.
- Nindo, C.; Powers, J.; Tang, J. 2007. Influence of Refractance Window evaporation on quality of juices from small fruits. Journal Food Science & Technology 40(6):1000-1007.
- Sanz, A.; García, M.; De la Higuera, M. 2000. Proteinnutrition in fishprotein/energy ratio and alternative protein sources to fishmeal. Journal of physiology and biochemistry 56 (3): 265 – 282.
- Terrazas, M.; Ávila, E.; Cuca, M.; Nolasco, H. 2005. Efecto de la incorporación de harina de pescado com distinto grado de cocción a dietas para pollos de engorda formuladas a un perfil de aminoácidos digestibles. Revista Técnica Pecuaria Mexicana 43(3):297 – 308.
- Varas, M. 2006. Elaboración de cápsulas de harina de pescado de río, a base de Curito (*Hoplosternum sp.*) como suplemento alimenticio de bajo costo para la población infantil, en la ciudad de Calabozo en el estado Guárico. IUTLL. Calabozo. Venezuela.

INFORME DE ENSAYO Nº 0777-12

SOLICITADO POR	: **ROBERTO CHUQUILLIN GOICOCHEA.**
DIRECCION	: Av. La Marina 1244 Trujillo.
PRODUCTO DECLARADO	: **HARINA DE PESCADO.**
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra x 30g
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno, transparente y cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2012-03-30
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2012-03-30
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2012-03-31
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI	: **SS 000418-12**

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	S/N
Proteínas (%) Factor 6,25	37,36
Grasa (%)	23,37
Humedad (%)	6,9
Cenizas (%)	26,56
Amoniaco Libre (mg/100g)	14,0
(*) Índice de Peróxidos (mEqO_2/kg Aceite)	6,9

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por INDECOPI-SNA

METODOLOGIA EMPLEADA

Proteínas : AOAC 2001.11 2005 Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue) Grain and Oilseeds.
Grasa : LC/VAL01/DCGHP/2006 Harina de Pescado. Determinación del contenido de grasa en Harina de Pescado (Extracto de Hexano)
Humedad : NTP ISO 6496:2002 ALIMENTOS PARA ANIMALES. Determinación del contenido de humedad y materia volátil.
Cenizas : N.T.P. 204.022:1982 (Revisada el 2010) Harina de Pescado. Determinación de Cenizas. Método Gravimétrico.
Amoniaco Libre : COVENIN 1269-80 1980 Alimentos para Animales. Determinación de Amoniaco Libre.
Índice de Peróxido : AOAC 965.33 2005 Parte A. Valor de Peróxido en Aceites y Grasas. (Previa extracción de la grasa)

OBSERVACIÓN : Cliente renuncia a la muestra dirimente.

NOTA :

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Nuevo Chimbote, Marzo 31 del 2012
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorio
BIOLOGO MICROBIOLOGO
CBP 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Versión : 02
Fecha 2011-08-14

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.