



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

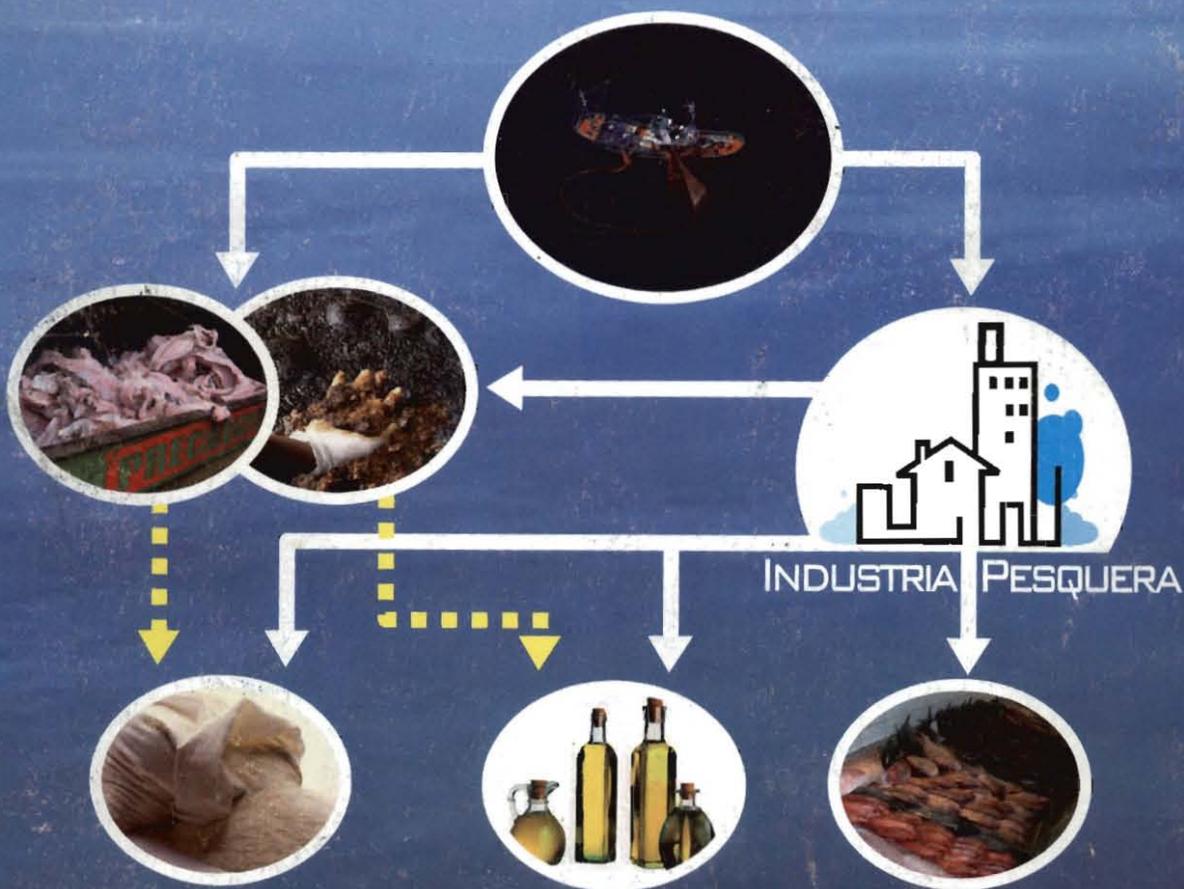
SEDE PALMIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN

639.8  
A281a  
Ej.1

# AGROINDUSTRIA PESQUERA EN EL PACÍFICO COLOMBIANO:

## GESTIÓN DE RESIDUOS PECUARIOS EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



JUDITH RODRÍGUEZ SALCEDO  
JOSÉ IGOR HLEAP ZAPATA  
FERNANDO ESTRADA  
JUAN CARLOS CLAVIJO SALINAS  
NATALIA PEREA VELASCO

**AGROINDUSTRIA PESQUERA  
EN EL PACÍFICO COLOMBIANO:  
GESTIÓN DE RESIDUOS PECUARIOS  
EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

**AGROINDUSTRIA PESQUERA  
EN EL PACÍFICO COLOMBIANO:  
GESTIÓN DE RESIDUOS PECUARIOS  
EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

639.8  
A2819  
C. 1

# AGROINDUSTRIA PESQUERA EN EL PACÍFICO COLOMBIANO: GESTIÓN DE RESIDUOS PECUARIOS EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

## AUTORES

JUDITH RODRÍGUEZ SALCEDO, Ingeniera Química, Msc.

JOSÉ IGOR HLEAP ZAPATA, Ingeniero de Alimentos, PhD.

FERNANDO ESTRADA, Ingeniero Agrónomo, Esp.

JUAN CARLOS CLAVIJO SALINAS, Ingeniero Agroindustrial

NATALIA PEREA VELASCO, Ingeniera Agroindustrial

## ESTUDIANTES AUXILIARES DE INVESTIGACIÓN

RAQUEL VELEZ PEÑA, Estudiante de Ing. Ambiental

DIANA NATHALI CASTELLANO M., Estudiante de Ing. Ambiental

JULIO ALEXANDER DELGADO D., Estudiante de Ing. Ambiental

CHRISTIAN ENRIQUE SANTANA Q., Estudiante de Ing. Agroindustrial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE PALMIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN

Palmira, Valle del Cauca, Colombia, 2011 ✓

Donación Docente Judith Rodríguez Salcedo Coordinadora Grupo G.E.A.L Mayo 10/13

© "Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira"  
Agosto de 2011  
Facultad de Ingeniería y Administración  
ISBN 978-958-761-012-3 ✓

"Prohibida la reproducción total o parcial de cualquier medio sin la autorización escrita del titular de los derechos patrimoniales"

Impreso y hecho en la ciudad de Palmira, Colombia

Autores

Judith Rodríguez Salcedo, Ing., Msc.

José Igor Hleap Zapata, Ing., PhD.

Fernando Estrada, Ing., Esp.

Juan Carlos Clavijo Salinas, Ing.

Natalia Perea Velasco, Ing.

Créditos del editor

Natalia Perea

Diseño

Litotámara S.A.

Ilustración

Grupo de Investigación en Eficiencia y Energías Alternativas-GEAL

Diseño Carátula

Unidad de Medios Comunicación - UNIMEDIOS

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este libro desean manifestar su agradecimiento a las siguientes personas y entidades: por su colaboración y por hacer de este documento un aporte al país en término de agroindustria pesquera.

A la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia,

A la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira:

Todas sus dependencias administrativas

Prof. Javier Benavides y Aux. Fernando Ramos. Laboratorio de Microbiología Animal

Prof. Carlos Mora y Aux. Carlos Madriñán. Laboratorio de Análisis Ambiental

Prof. Luz Stella Muñoz y Aux. Fernando Estrada. Laboratorio de Nutrición Animal

Prof. Igor Hleap y Aux. Jairo Mosquera. Laboratorio de Carnes

Al Biólogo Mario Quintero y Adolfo García. UMATA de la Alcaldía de Buenaventura

Al Ing. Wilber Torres. HIDROPACÍFICO S.A. ESP

Al Ing. Eduardo Niño. CVC Buenaventura

A la Bióloga Juana Murillo. INCODER Buenaventura

A todas las Pesqueras de Pueblo Nuevo en Buenaventura

Al señor Henry López. Pesqueras de la Playita

A la Señora Rosalba. Asociación de Platoneras de Pueblo Nuevo,

Al Administrador Emiliano Zambrano. HARIMAR S.A.

A la Bióloga Magda Pineda. Agropesquera Bahía Cupica

Al Ing. Franco Noguera. UMATA de la Alcaldía de Tumaco,

Al Ing. Portilla. INCODER Tumaco

A los profesores Héctor Samuel Villada y Jairo Humberto López Vargas. Jurados del presente documento.

## INTRODUCCIÓN

Colombia tiene una posición privilegiada en Suramérica, al estar ubicada en el extremo noroccidental del continente y porque sus costas recorren dos océanos: 1.600 kilómetros por el Océano Atlántico y 1.400 kilómetros por el Océano Pacífico, contando también con 988.000 kilómetros cuadrados de zona económica exclusiva. Adicionalmente, en la zona continental de Colombia, existen unas 238.000 hectáreas de cuerpos de agua permanentes, y alrededor de 20.000 kilómetros de ríos (SENA, 2005). Todo esto hace de Colombia un país de vastas oportunidades para el aprovechamiento pesquero en la zona marítima y continental.

En el litoral Pacífico colombiano existen cuatro nodos que concentran la actividad pesquera: Chocó, Buenaventura, Guapi y Tumaco; siendo Buenaventura el de mayor presencia industrial, además de ser el puerto más importante en el ámbito nacional, por lo que frecuentemente ha sido llamada a ser la "punta de lanza" del país hacia la cuenca global del Pacífico y el vértice estratégico de salida y entrada con los corredores comerciales establecidos con los países vecinos.

Con cerca de 6,788 Km<sup>2</sup>, Buenaventura es el municipio más extenso del departamento del Valle del Cauca. Su zona de influencia va desde el delta del río San Juan, hasta la Boca del río San Juan de Micay en el departamento del Cauca. Está ubicada a 7 msnm y se caracteriza por sus altas temperaturas y niveles de humedad, presentando cerca de 6,980 mm de precipitación anual, la mayor de todo el departamento. La ciudad, por donde pasa el 55% de la carga de entrada y salida del país, contradictoriamente tiene un índice estimado de desempleo del 29%, y de subempleo del 35% además de unos precarios índices de cobertura en educación y servicio públicos. En cuanto a la cobertura de servicios básicos, se cuenta con una cobertura del 75,9% en la red de acueducto y del 59,6% para el caso del alcantarillado; estos valores están por debajo de la media departamental, que supera el 90%.

Si bien la actividad productiva que mayores recursos económicos le genera a Buenaventura es la portuaria, existen también otros renglones que sirven de sustento para la mayoría de sus habitantes, tales como las actividades agropecuarias, servicios, comercio, industria y turismo. Las aptitudes agrícolas de este municipio son mínimas; cerca del 97% del suelo está catalogado como de baja fertilidad, siendo su principal uso el de la conservación, con un 71%, seguido por la explotación forestal, con el 22%. En cuanto a la actividad pecuaria, la destinación de suelos para tal fin es mínima, por lo que ha sido volcada casi en su totalidad hacia la pesca marítima, la cual participa con el 10% del Producto Interno Bruto (PIB) de la ciudad, y representa un 6,5 % de los empleos, de acuerdo a datos de la Cámara de Comercio de Buenaventura.

La cadena pesquera comprende: la pesca, el procesamiento en tierra en las pesqueras, conservación y almacenamiento y distribución. La agroindustria, entendida como el conjunto de operaciones tendientes a agregarle valor y preservar la calidad del producto para la satisfacción del consumidor, inicia en el momento en que el pez toca la cubierta de la embarcación pesquera. La calidad con que llega el pescado a cubierta no se puede mejorar, de modo que en ese momento inicia un conjunto de operaciones destinadas a conservar el producto, el cual primero se selecciona y luego se refrigera en cuartos acondicionados o cavas isotérmicas con hielo. Algunas embarcaciones, tanto industriales como artesanales, aplican un nivel mínimo de procesamiento en cubierta, tal como es el descabezado de camarones y el eviscerado de grandes pelágicos en barcos industriales, así como el eviscerado de

especies medianas en barquetas artesanales. Sin embargo, casi en su totalidad, estas prácticas se realizan en tierra.

Una vez el producto llega a las pesqueras en tierra, inician las operaciones de conservación, preservación y agregación de valor, para ser finalmente distribuido a puntos de venta locales o en otras ciudades, o a través de las mujeres procesadoras y comercializadoras de pescado, conocidas popularmente como "platoneras." En ambos casos, el aprovechamiento del recurso pesquero cuenta con serias limitaciones técnicas que, entre otras cosas, han contribuido al estancamiento de este subsector. El manejo del producto en las salas de proceso de las agroindustrias pesqueras bonaverenses, ha tenido una reacción lenta frente a las disposiciones legales en términos de calidad, higiene y manejo de residuos principalmente.

Ante la urgencia de precisar un manejo más eficiente de los residuos pesqueros, se formula el proyecto de investigación *"Estudio del manejo de los Residuos Pecuarios de la Industria Pesquera en Buenaventura y su Zona de Influencia con el propósito de proponer Procesos Eficientes en Sistema de Producción más Limpia"*, el cual fue ejecutado por el Grupo de Investigación en Eficiencia Energética y Energías Alternativas (GEAL), con el apoyo financiero de la Universidad Nacional de Colombia a través de la Vicerrectoría de Investigaciones. Durante el desarrollo del proyecto se realizó seguimiento en cada una de las etapas de la cadena pesquera en diferentes épocas a los procesos agroindustriales realizados en tierra en las distintas pesqueras para determinar, mediante balances de masa la cantidad y composición de sus residuos líquidos y sólidos. Se extrapoló la cuantificación de los residuos pesqueros sólidos anual y se caracterizaron en análisis proximal y específicos en cuanto a contenido de minerales y perfil de grasas. Se observó un gran desaprovechamiento de estos residuos pesqueros con contenidos alimentarios altos (Contenidos de proteína superiores al 74% en pieles, y del 54% en vísceras de pescado). Igualmente se realizaron prácticas en los laboratorios de la universidad para definir los procesos más adecuados de aprovechamiento de los residuos pesqueros.

Adicionalmente se observó que la zona de mayor concentración agroindustrial pesquera en Buenaventura no cuenta con un servicio de alcantarillado apropiado, de hecho se encuentra roto, por lo cual todos los desechos generados por estas van a dar directamente al mar. El decreto 1594 de 1984, en el artículo 6, define vertimiento como cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado, pero en estas salas de proceso los residuos generados, tanto sólidos como líquidos, son arrastrados por las aguas de lavado. En el mejor de los casos, estas salas disponen de rejillas retenedoras de sólidos; cuando no es así, todo se va al alcantarillado o es arrojado directamente al mar, llevando consigo una elevada carga orgánica. Los estudios de Escobar en el 2006 describieron que sólo en Buenaventura el 77,39% de las basuras y desechos con capacidad de ser basuras marinas, está conformado por material orgánico, incluyendo restos de pescados, huesos y estopa de coco (ESCOBAR, 2006). El grupo de investigación observó que esta situación no ha cambiado mayormente.

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron diferentes reuniones con empresarios y personas relacionadas con el sector en saneamiento y servicios públicos, quienes confirmaron esta gran deficiencia de servicios públicos y saneamiento tanto en el área de estudio de este proyecto como en el municipio.

Esta falencia estructural también tiene implicaciones en el ecosistema costero. La capacidad del mar para asimilar las cargas orgánicas derivadas de la pesca está determinada, entre otros factores, por el tipo de ecosistema: los alrededores de Buenaventura corresponden a estuarios, los cuales son ecosistemas frágiles y su capacidad para asimilar carga orgánica es menor comparada con la de mar abierto. La

desembocadura de vertimientos en Buenaventura ocurre en plena costa, lo cual agrava la situación del manejo de residuos en la ciudad.

Hay pocos estudios a cerca de los desechos o basuras marinas en el litoral Pacífico, sobre todo cuando provienen de un mal manejo en las fuentes terrestres. Los documentos disponibles constituyen aproximaciones a la situación de las basuras en todo el pacífico colombiano, mas no ofrecen una cuantificación y caracterización de los residuos generados por fuentes específicas en tierra que permita identificar impactos ambientales y su potencial de aprovechamiento con el fin de mitigar y reducir estos impactos. Consultas realizadas a personas pertenecientes al subsector pesquero de Buenaventura, indican que los residuos pesqueros han sido utilizados de diversas formas: Vejigas para la producción de aceites, pieles para curtiembre, tejidos de sostenimiento para la producción de medicamentos, entre otros. Pero no han sido proyectos consistentes debido a las limitaciones financieras, tecnológicas y de comercialización. Las disposiciones legales sobre residuos no se han hecho efectivas en esta zona, debido a las dificultades presupuestales, la informalidad de la actividad y la misma cultura. Hacer entrar en rigor estas leyes sin estas consideraciones ocasionaría un colapso en este subsector de la economía bonaverense.

Consecuentemente con el título del proyecto se visitó el municipio de Tumaco para determinar el estado de la cadena en la agroindustria pesquera local y confirmar y ajustar las propuestas de manejo de la biomasa residual de la industria para el litoral Pacífico.

El presente libro, objetivo del proyecto de investigación en referencia, describe tanto el estado del manejo de los residuos de la industria pesquera, como los procesos involucrados en la transformación a los productos provenientes del mar para dar valor agregado. Así mismo, partiendo de la ineludible realidad de la constante generación de residuos pesqueros, el libro contiene una síntesis del trabajo realizado durante un año, a través de 5 trabajos de grado desarrollados en el marco del proyecto, en los cuales se precisaron propuestas de aprovechamiento sostenible de la biomasa pecuaria residual de esta agroindustria. El libro también pretende brindar una herramienta a las agroindustrias pesqueras de Buenaventura, a través de las metodologías para cuantificación y caracterización de los residuos que generan, el conocimiento de sus procesos y la proposición de un sistema de producción más limpia que les permita mejorar su eficiencia progresivamente dentro de las disposiciones de la ley.

# CONTENIDO GENERAL

CAPITULO 1: PANORAMA GLOBAL DE LA CADENA PRODUCTIVA PESQUERA

CAPITULO 2: FUNDAMENTOS ENERGÉTICOS PARA PROCESOS AGROINDUSTRIALES

CAPITULO 3: TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS AGROINDUSTRIALES

CAPITULO 4: CASO DE ESTUDIO: MANEJO DE LOS RESIDUOS PECUARIOS DE LA INDUSTRIA PESQUERA EN BUENAVENTURA

CAPITULO 5: AGROINDUSTRIA PESQUERA, AMBIENTE Y SOCIEDAD

## CONTENIDO

|  |            |
|--|------------|
| <b>CAPÍTULO 1: PANORAMA GLOBAL DE LA CADENA PRODUCTIVA PESQUERA</b>            | <b>1</b>   |
| <b>1.1 La Cadena Pesquera en el Mundo</b>                                      | <b>3</b>   |
| 1.1.1 Características generales  | 3          |
| 1.1.2 Tipos de actividad pesquera  | 4          |
| 1.1.3 Administración de los recursos hidrobiológicos                           | 4          |
| 1.1.4 Problemática de la cadena pesquera                                       | 8          |
| <b>1.2 Agroindustrialización de la actividad pesquera en Colombia</b>          | <b>9</b>   |
| 1.2.1 Visión histórica de la industria pesquera en Colombia                    | 9          |
| 1.2.2 Factores de desarrollo de la industria pesquera en Colombia              | 13         |
| 1.2.3 Visión al futuro para la industria pesquera colombiana                   | 18         |
| 1.2.4 La agroindustria pesquera  | 21         |
| 1.2.5 Alternativas de procesamiento: productos alimenticios                    | 23         |
| 1.2.6 Alternativas de procesamiento: productos no alimenticios                 | 38         |
| <b>1.3 Industria pesquera en el Pacífico Colombiano</b>                        | <b>41</b>  |
| 1.3.1 Características del sector pesquero en Buenaventura                      | 41         |
| 1.3.2 Actores  | 47         |
| 1.3.3 Características del mercado  | 59         |
| 1.3.4 Tendencias del negocio   | 64         |
| 1.3.5 Servicios de apoyo   | 68         |
| 1.3.6 La actividad pesquera artesanal en la zona norte de Buenaventura         | 70         |
| 1.3.7 Caso de estudio: Panorama del sector pesquero en Tumaco                  | 72         |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | <b>81</b>  |
| <b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS ENERGÉTICOS PARA PROCESOS AGROINDUSTRIALES</b>      | <b>85</b>  |
| <b>2.1 Fundamentos de Balance de Masa en los procesos de Transformación</b>    | <b>87</b>  |
| 2.1.1 Definiciones   | 87         |
| 2.1.2 Ecuación general de conservación de la masa                              | 87         |
| 2.1.3 Metodología para la evaluación de Balance de Masa y Energía a un Sistema | 90         |
| <b>2.2 Tecnologías de Conservación en la Agroindustria</b>                     | <b>92</b>  |
| 2.2.1 Métodos de conservación térmicos a bajas temperaturas                    | 94         |
| 2.2.2 Métodos de conservación térmicos a altas temperaturas                    | 95         |
| 2.2.3 Métodos de conservación no térmicos                                      | 97         |
| <b>2.3 Conceptos de Eficiencia Energética</b>                                  | <b>99</b>  |
| 2.3.1 Programas para el Uso Eficiente de la Energía                            | 99         |
| 2.3.2 Fuentes de energía   | 103        |
| 2.3.3 Usos de la energía   | 105        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | <b>111</b> |

|   |                |
|---|----------------|
| <b>CAPÍTULO 3: TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS AGROINDUSTRIALES</b>                  | <b>113</b>     |
| <b>3.1. Manejo de las muestras</b>  | <b>115</b>     |
| 3.1.1. Colecta  | 115            |
| 3.1.2. Desecación   | 115            |
| 3.1.3. Molienda   | 115            |
| <b>3.2. Determinación del contenido de humedad-materia seca</b>   | <b>115</b>     |
| 3.2.1. Materia Seca Inicial   | 115            |
| 3.2.2. Liofilización 60°C   | 117            |
| 3.2.3. Materia Seca Analítica   | 118            |
| <b>3.3. Determinación del contenido en cenizas</b>  | <b>119</b>     |
| 3.3.1. Cenizas totales  | 119            |
| <b>3.4. Determinación de extracto étereo</b>  | <b>120</b>     |
| 3.4.1. Hidrólisis ácida   | 121            |
| 3.4.2. Extracción en continuo de la grasa: método de Soxhlet  | 122            |
| <b>3.5. Determinación del contenido en proteína bruta</b>   | <b>123</b>     |
| 3.5.1. Principio  | 123            |
| 3.5.2. Etapas   | 126            |
| <b>3.6. Determinación del contenido de energía bruta</b>  | <b>128</b>     |
| <br><b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <br><b>131</b> |
| <br><b>CAPITULO 4: CASO DE ESTUDIO: MANEJO DE LOS RESIDUOS PECUARIOS DE LA INDUSTRIA PESQUERA EN BUENAVENTURA</b> | <br><b>133</b> |
| <b>4.1 Caracterización de la industria pesquera</b>   | <b>135</b>     |
| <b>4.2 Balances de masa en procesos agroindustriales pesqueros</b>  | <b>137</b>     |
| 4.2.1 Proceso de fileteado de pescado   | 137            |
| 4.2.2 Proceso de Beneficio de camarón   | 141            |
| <b>4.3 Producción más limpia como herramienta de competitividad</b>   | <b>145</b>     |
| 4.3.1 Experiencia de producción más limpia en Colombia a nivel micro  | 150            |
| 4.3.2 Caso de estudio: Industria pesquera de Buenaventura   | 153            |
| 4.3.3 Estrategias de producción más limpia  | 158            |
| <b>4.4 Diagnóstico del manejo de los residuos pesqueros en Buenaventura</b>                                       | <b>162</b>     |
| 4.4.1 Estimación del volumen y potencial de los residuos generados  | 162            |
| 4.4.2 Manejo de Residuos Pesqueros en Buenaventura  | 166            |
| <b>4.5 Alternativas de aprovechamiento de residuos pesqueros: procesamiento de lípidos</b>                        | <b>169</b>     |
| 4.5.1 Grasas y aceite de pescado  | 169            |
| 4.5.2 Biodiesel   | 172            |
| 4.5.3 Lípidos residuales de la industria pesquera como materia prima para biodiesel                               | 179            |
| 4.5.4 Conclusiones  | 183            |
| <b>4.6 Alternativas de aprovechamiento de los residuos pesqueros: producción de harinas</b>                       | <b>183</b>     |
| 4.6.1 Metodología   | 184            |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 4.6.2  | Procesos y Resultado  | 185        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  |   | <b>191</b> |
| <b>CAPÍTULO 5: AGROINDUSTRIA PESQUERA, AMBIENTE Y SOCIEDAD</b> |   | <b>193</b> |
| 5.1  | <b>Saneamiento Ambiental</b>  | <b>195</b> |
| 5.2  | <b>Impacto Ambiental de los residuos de la Agroindustria Pesquera</b>         | <b>200</b> |
| 5.2.1  | Generación de residuos en la cadena   | 200        |
| 5.2.2  | Contaminación por residuos lipídicos de la industria pesquera en Buenaventura | 201        |
| 5.3  | <b>Diagnóstico de la infra estructura de saneamiento en Buenaventura</b>      | <b>203</b> |
| 5.3.1  | Aguas residuales  | 203        |
| 5.4  | <b>Pesca y Sociedad: el caso especial de las Platoneras</b>                   | <b>205</b> |
| 5.4.1  | Las mujeres platoneras  | 205        |
| 5.4.2  | La cadena productiva y su inclusión.  | 206        |
| 5.4.3  | Conclusiones  | 210        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  |   | <b>211</b> |

## LISTA DE FIGURAS

### CAPITULO 1

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1. Zonas de pesca del mundo.   | 5  |
| Figura 1.2. Winche para pesca industrial  | 42 |
| Figura 1.3. Embarcación industrial  | 42 |
| Figura 1.4. Embarcación artesanal   | 43 |
| Figura 1.5. Esquema de las relaciones entre actores en la cadena pesquera                 | 48 |
| Figura 1.6. Esquema del flujo de productos en la cadena pesquera de Buenaventura          | 60 |
| Figura 1.7. Comportamiento de la oferta de capturas del pescado en el Pacífico Colombiano | 65 |
| Figura 1.8 Comportamiento de la oferta de crustáceos y moluscos en el Pacífico Colombiano | 65 |
| Figura 1.9. Consumo per cápita de pescado en Colombia (Kg/hab/año)                        | 66 |
| Figura 1.10. Ubicación geográfica de la zona norte de Buenaventura                        | 71 |
| Figura 1.11. Planta productora de hielo en Juanchaco                                      | 72 |
| Figura 1.12. Mapa del municipio de Tumaco   | 73 |
| Figura 1.13. Desembarco de camarón titi y langostino en pesca artesanal- Tumaco           | 77 |
| Figura 1.14. Principales especies desembarcada en Pesca artesanal, Tumaco                 | 77 |

### CAPITULO 2

|  |     |
|--|-----|
| Figura 2.1. Tamaño de cristales en (a) congelación lenta y (b) congelación rápida. | 95  |
| Figura 2.2. Esquema del sistema de refrigeración por compresión de vapor.          | 106 |

### CAPITULO 3<sup>1</sup>

|   |     |
|---|-----|
| Figura 3.1. a) Molino de martillo, marca Wiley Mile b) Molino de Cuchillas, marca Fritsch | 116 |
| Figura 3.2. Estufa de secado a 60°C.  | 117 |

<sup>1</sup> Las imágenes que aparecen en este capítulo son cortesía del Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira

|   |     |
|---|-----|
| Figura 3.3. Principio de la liofilización basado en el diagrama de las fases del agua.                | 117 |
| Figura 3.4. Estufa de secado a 105°C.   | 119 |
| Figura 3.5. Mufla temperatura máxima 1200°C.  | 120 |
| Figura 3.6. Hidrólisis ácida.   | 121 |
| Figura 3.7. Extracción de grasa en equipo Soxhlet.  | 123 |
| Figura 3.8. Cámara de extracción.   | 126 |
| Figura 3.9. Destilador de Nitrógeno.  | 127 |
| Figura 3.10. Muestra a) antes de ser titulada y b) después de ser titulada.                           | 128 |
| Figura 3.11. Esquema de la bomba calorimétrica.   | 129 |
| Figura 3.12. Materiales para la determinación de energía bruta.                                       | 130 |
| <b>CAPITULO 4</b>   |     |
| Figura 4.1. Metodología desarrollada para el cumplimiento del proyecto.                               | 135 |
| Figura 4.2. Ubicación de la industria pesquera en Buenaventura  | 136 |
| Figura 4.3. Diagrama de flujo del proceso de fileteado de pescado.                                    | 139 |
| Figura 4.4 Balance de masa del proceso de fileteado de pescado dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> )  | 140 |
| Figura 4.5 Balance de masa del proceso de fileteado de pescado mero ( <i>Epinephelus marginatus</i> ) | 140 |
| Figura 4.6 Diagrama de Flujo del proceso de camarón en una hora                                       | 143 |
| Figura 4.7. Ciclo de vida del producto.   | 146 |
| Figura 4.8. Costos Vs. beneficios de Producción Más Limpia  | 147 |
| Figura 4.9. Uso de cortinas plásticas en la industria pesquera  | 154 |
| Figura 4.10. Uso de mangueras en la industria pesquera  | 155 |
| Figura 4.11. Sistema automatizado de limpieza y desinfección para personal de la planta               | 155 |
| Figura 4.12. Uso de canastillas en el proceso de camarón  | 156 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 4.13. Uso de bombillas fluorescentes en salas de proceso  | 156 |
| Figura 4.14 Diagrama de flujo producción de harina y aceite de pescado   | 157 |
| Figura 4.15. Pistola de presión para implementar en la manguera de agua.   | 159 |
| Figura 4.16. Medidor de flujo de agua.   | 159 |
| Figura 4.17. Forma tradicional de movilización y almacenamiento de las canastillas.  | 160 |
| Figura 4.18. Herramientas alternativas para movilizar y almacenar las canastillas.   | 161 |
| Figura 4.19. Alternativas de aprovechamiento de residuos generados durante el procesamiento de pesca blanca.                 | 165 |
| Figura 4.20. Alternativas de aprovechamiento de cáscara de camarón.  | 166 |
| Figura 4.21 Recicladores asentados en el botadero de Córdoba   | 167 |
| Figura 4.22. Esterificación de ácido esteárico   | 171 |
| Figura 4.23. Proceso de producción de biodiesel  | 174 |
| Figura 4.24. Diagrama de proceso para la extracción de lípidos de residuos sólidos de la industria pesquera.                 | 179 |
| Figura 4.25. "Esterinas" residuo graso de la producción de harina de pescado a partir de carduma                             | 181 |
| Figura 4.26. Diagrama de proceso para la obtención de biodiesel a partir de "esterinas" mediante transesterificación básica. | 182 |
| Figura 4.27 Diagrama general de procesos aplicados a los residuos pesqueros  | 185 |
| <b>CAPITULO 5</b>  |     |
| Figura 5.1. Cobertura en Colombia de acueducto según el CENSO 2005   | 196 |
| Figura 5.2 Cobertura en Colombia de alcantarillado según el CENSO 2005   | 198 |
| Figura 5.3 Etapas de tratamiento de aguas residuales   | 199 |
| Figura 5.4. Diagrama de las interrelaciones de los elementos de funcionales de un sistema de manejo de residuos sólidos      | 200 |
| Figura 5.5 Diagrama de flujo para tratamiento de efluentes del procesamiento de harina de pescado.                           | 202 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 5.6 Tipo De Empleo Para Las Mujeres Afrodescendientes Del Valle Del Cauca   | 205 |
| Figura 5.7 Nivel Educativo De Las Mujeres Afrodescendientes Del Valle Del Cauca  | 206 |
| Figura 5.8 diagrama de flujo de la actividad laboral realizadas por las mujeres comercializadoras de recurso pesquero "platoneras" | 207 |

## LISTA DE TABLAS

### CAPITULO 1

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1.1. Contenido de aminoácidos del pescado vs. otros alimentos de origen animal.             | 24 |
| Tabla 1.2. Composición general de alimentos de origen animal, porcentaje (parte comestible).      | 25 |
| Tabla 1.3. Necesidades diarias de aminoácidos esenciales y su satisfacción por filete de pescado. | 26 |
| Tabla 1.4. Satisfacción de las necesidades diarias de nutrientes (% de satisfacción)              | 27 |
| Tabla 1.5. Identificación de productos según la pesquería y el grado de transformación.           | 46 |
| Tabla 1.6. Desembarcos industriales y artesanales por grupo de especies en el Pacífico (2009)     | 61 |
| Tabla 1.7. Desembarcos industriales y artesanales por municipios en el Pacífico (2009)            | 61 |
| Tabla 1.8. Comercio exterior de pescado en Colombia (atunes y otros peces)                        | 62 |
| Tabla 1.9. Desembarcos artesanales e industriales en Tumaco, 2009.                                | 75 |

### CAPITULO 2

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 2.1. Métodos de conservación de los alimentos.                               | 93  |
| Tabla 2.2. Incremento en consumo de energía en función del grosor de incrustación. | 108 |

### CAPITULO 3

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 3.1. Coeficientes de conversión de Nitrogeno a proteína para algunos alimentos. | 125 |
|---|-----|

### CAPITULO 4

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 4.1. Procesos tecnológicos por nivel de agro industrialización y tipo de pesca                                  | 137 |
| Tabla 4.2. Cantidad de residuos en porcentaje durante la producción de filete de pesca blanca.                        | 141 |
| Tabla 4.3. Cantidad de agua utilizada por tonelada de materia prima durante la producción de filetes de pesca blanca. | 141 |
| Tabla 4.4. Porcentaje de residuos sólidos generados por proceso camarón.  | 144 |
| Tabla 4.5. Indicadores de eficiencia másica del proceso   | 144 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 4.6. Convenio Marco de Concertación para una Producción Limpia.  | 152 |
| Tabla 4.7. Porcentaje de subproductos generados en diferentes sectores de la industria alimentaria en la Comunidad Económica Europea.                | 153 |
| Tabla 4.8. Cuantificación del consumo de agua durante los procesos de la agroindustria pesquera-Buenaventura.  | 158 |
| Tabla 4.9. Recuento de coliformes totales del agua de proceso algunas empresas del sector pesquero.  | 161 |
| Tabla 4.10. Pesca artesanal e industrial desembarcada (Kg) en Buenaventura (año 2009)  | 162 |
| Tabla 4.11. Principales especies que se filetean en la Industria Pesquera de Buenaventura.   | 163 |
| Tabla 4.12. Cantidad estimada (Kg) de pescado fileteado en Buenaventura por especie (año 2009)   | 163 |
| Tabla 4.13. Análisis proximal de algunos residuos de la agroindustria pesquera.  | 164 |
| Tabla 4.14. Propiedades y composición del aceite de sardina.   | 170 |
| Tabla 4.15. Análisis de perfil lipídico para subproducto del procesamiento de harina de pescado "estearina"  | 171 |
| Tabla 4.16. Análisis Weende para subproducto del procesamiento de harina de pescado "estearina"  | 172 |
| Tabla 4.17. Rendimiento de diferentes materias primas en la producción de Biodiesel  | 173 |
| Tabla 4.18. Pronóstico de la demanda potencial de biodiesel a 5% de mezcla en Colombia 2006-2015   | 173 |
| Tabla 4.19. Principales características de los tratamientos del aceite para la producción de biodiesel   | 175 |
| Tabla 4.20. Estándares de calidad para Biodiesel según ASTM  | 176 |
| Tabla 4.21. Plantas de biodiesel en construcción 2007-2008   | 178 |
| Tabla 4.22. Plantas de biodiesel en factibilidad 2008-2009   | 178 |
| Tabla 4.23. Porcentaje de grasa extraída mediante tratamiento de cocción, prensado y centrifugación para Residuos Sólidos Industria Pesquera (RSIP). | 180 |
| Tabla 4.24. Registro del rendimiento en biodiesel por muestra de "estearinas" sometidas a transesterificación  | 182 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabla 4.25  | Requisitos fisicoquímicos de la harina de pescado.  | 184 |
| Tabla 4.26  | Condiciones de operación aplicadas a las diferentes muestras de residuos sólidos                                      | 185 |
| Tabla 4.27  | Composición de residuos frescos para baño de maría (RF1 y RP)   | 186 |
| Tabla 4.28  | Composición de residuos frescos para cocción directa (RF2)  | 186 |
| Tabla 4.29  | Indicadores de balance de masa de los residuos frescos sometidos a cocción por inmersión en agua                      | 186 |
| Tabla 4.30  | Indicadores de balance de masa de los residuos frescos sometidos a cocción por baño maría                             | 187 |
| Tabla 4.31  | Indicadores de Balance de masa de los residuos en descomposición sometidos a cocción por baño maría                   | 187 |
| Tabla 4.32  | Eficiencia másica de los procesos de obtención de harina del ensayo A.  | 187 |
| Tabla 4.33. | Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de piel (RP)     | 188 |
| Tabla 4.34. | Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de mezcla (RM1)  | 188 |
| Tabla 4.35. | Resultados del análisis proximal de las harinas obtenidas en el ensayo B  | 189 |
| Tabla 4.36  | Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de vísceras (RV) | 189 |
| Tabla 4.37. | Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de hueso (RH)    | 189 |
| Tabla 4.38. | Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de mezcla (RM2)  | 190 |
| Tabla 4.39  | Resultados del análisis proximal de las harinas obtenidas en el ensayo C  | 190 |

## **CAPITULO 5**

|           |  |     |
|-----------|--|-----|
| Tabla 5.1 | Características físicas del agua para consumo humano                 | 197 |
| Tabla 5.2 | Características químicas que tienen implicaciones en la salud humana | 197 |
| Tabla 5.3 | Parámetros mínimos para medir la calidad del agua                    | 197 |
| Tabla 5.4 | Redes o colectores existentes  | 203 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 5.5 Sumideros de aguas lluvia en el Distrito de Buenaventura | 204 |
| Tabla 5.6 Análisis de Coliformes totales de las aguas              | 209 |
| Tabla 5.7 Generación de residuo y costo económico                  | 209 |

# CAPÍTULO 1

## PANORAMA GLOBAL DE LA CADENA PRODUCTIVA PESQUERA

*Igor Hleap Zapata  
Juan Carlos Clavijo Salinas  
Natalia Perea Velasco*

## 1.1 LA CADENA PESQUERA EN EL MUNDO

### 1.1.1 Características Generales

La cadena pesquera se puede definir como la integración de productores y consumidores de las especies hidrobiológicas, a través de la interacción continua entre cada uno de sus eslabones o procesos. Generando valor al producto y fortaleciendo cada eslabón de manera asociativa.

La cadena pesquera presenta 3 eslabones importantes, la pesca y la acuicultura, la industria de la pesca y acuicultura y el comercio y transporte. La pesca utiliza y gestiona recursos sobre la base de cada población. La pesca y otras actividades económicas que contaminan y deterioran tienen consecuencias adversas sobre ellos. La decadencia de los recursos marinos ha suscitado preocupación a nivel mundial, ya que desde 1990 aproximadamente una cuarta parte o más están en condiciones de explotación excesiva. Se sabe poco de los recursos silvestres continentales pero es probable que merezcan la misma preocupación casi en todas las regiones y que reflejen un impacto ambiental mucho mayor (FAO, 2003).

Los recursos de la acuicultura comprenden una gran variedad de plantas y animales (y sus recursos genéticos), como el pescado, crustáceos, moluscos, algas y otras plantas acuáticas. Destacándose las ostras y las carpas. Para la explotación de estos recursos se recomienda el uso de especies locales, ya que las especies introducidas generan considerables efectos sociales, ambientales, genéticos y económicos. La cría de varias especies importantes sigue dependiendo de la recogida de material de reproducción o alevines de poblaciones naturales. La producción de piensos para la acuicultura es una de las industrias agrícolas que crece más aceleradamente en el mundo, con tasas de crecimiento superiores al 30% anual (FAO, 2003).

La importancia de los recursos pesqueros se debe al alto valor nutricional que presentan, motivo por el cual se destinan principalmente para consumo humano; en el 2006, aproximadamente el 78% de las capturas se destinaron para consumo humano directo, mientras que el resto de las capturas se destinaron para la elaboración de productos de valor agregado, principalmente harina y aceite de pescado.

Los productos pesqueros como muchos otros productos de origen animal, contienen agua, proteínas, lípidos, minerales y otros compuestos nitrogenados. Siendo las proteínas y los lípidos sus principales componentes (FAO, 2011). La variación porcentual en sus componentes se debe generalmente a factores como la edad, especie, desarrollo fisiológico y época del año en que se captura el recurso.

Los lípidos del pescado comprenden un 40% de ácidos grasos de cadena larga altamente insaturados, con lo que poseen efectos positivos para la salud, pero presentan un obstáculo técnico cuando se trata de combatir el rápido desarrollo de la rancidez. Las proteínas del pescado, entre las que se encuentran las estructurales, las sarcoplásmicas y las del tejido conjuntivo, contienen todos los aminoácidos esenciales y son una fuente excelente de lisina, metionina y cisteína. Entre los micronutrientes y minerales esenciales del pescado, que son escasos en los cultivos agrícolas básicos, se encuentran la vitamina B; en el pescado graso, la A y la D, el fósforo, el hierro, el calcio, el magnesio, el selenio y en el pescado marino, el yodo (FAO, 2011).

Debido a su tamaño y características organolépticas, y la capacidad de rendir altos volúmenes de producción por unidad de área y tiempo o costo de operación, las especies pelágicas son las que se utilizan con mayor frecuencia para la producción de harina y aceite de pescado. Igualmente, la captura de especies pelágicas ha mostrado la tasa de crecimiento más alta en los últimos decenios, aunque todo parece indicar que los volúmenes de captura tenderán a estabilizarse, e inclusive podrían disminuir en

los próximos años. Como ocurrió hace un par de decenios con las capturas de crustáceos y peces demersales (CSIRKE, 1997).

La extracción del recurso pesquero que mayor aporte presenta es el realizado en el área marina, con una participación mundial de 115.915.022 toneladas durante el 2008, mientras que la pesca de las aguas continentales participó en el mismo año con 43.174.673 toneladas.

### 1.1.2 Tipos de Actividad Pesquera

Según la distancia y las técnicas aplicadas a la extracción de pesca se pueden distinguir tres tipos de actividad pesquera: de bajura, de altura y de gran altura.

#### *La pesca de bajura o litoral*

Es la menos evolucionada de todas, se realiza en pequeños barcos y con técnicas tradicionales, como la caña, el arpón o la red. Este tipo de pesca se realiza hasta las 60 millas de distancia, y en el mismo día se está de vuelta en el puerto; así se capturan bivalvos, cefalópodos, gambas, langostinos, cigalas, sardinas, boquerones, jureles, pijotas y salmonetes.

#### *La pesca de altura*

Se puede definir como pesca de altura a toda aquella que se realiza en aguas marítimas y con embarcaciones y artes de pesca apropiadas para navegar en altamar, utilizan las artes de arrastre y superficie para pescar crustáceos, cefalópodos, sardinas y boquerones.

La flota de barcos que se dedican a la pesca de altura se divide en fresqueros, congeladores y factorías. Se caracterizan por ser barcos grandes bien equipados, pueden permanecer en alta mar semanas o meses. Estos barcos llevan radares, para detectar los bancos de peces y la dirección y velocidad a la que estos se desplazan, y sonares, para medir la importancia de los bancos detectados. También tienen instalaciones de frío para conservar el pescado a bordo en perfectas condiciones.

#### *La pesca de gran altura*

Se practica en los lugares más alejados del continente con barcos de gran tonelaje y técnicas modernas para la localización de los bancos de peces y su posterior captura (teledetección, GPS, etc.). Se realiza de manera que se elevan anclas en pareja, de manera que un barco se convierte en barco-nodriza o factoría, al tiempo que su par regresa a puerto cada diez días para descargar. En la factoría se realiza el proceso de transformación, limpiado y congelado del pescado, y con los residuos se inicia la fabricación de piensos y harinas. La duración de cada expedición suele ser de varios meses. Generalmente capturan mariscos y peces. En la actualidad, los relevos también alcanzan a la tripulación, lo que permite cierta mejoría en la calidad de vida del hombre del mar, para evitar que pase trimestres sin pisar tierra. (SÁNCHEZ, 2008).

### 1.1.3 Administración de los recursos hidrobiológicos

Cada país puede utilizar plenamente los recursos demersales costeros de las Zonas Económicas Exclusivas (ZEE), las cuales van hasta 200 millas desde la costa, para poder faenar en aguas internacionales o controladas por otros estados, los gobiernos deben suscribir acuerdos pesqueros (CONVEMAR, 1982).

La pesca marina no se reparte homogéneamente, sino que se localiza en unas zonas concretas, llamadas bancos o caladeros. Estos bancos se concentran en el norte del Atlántico, la costa sahariana, el norte del Pacífico y la costa peruana.

Los países que no se dedican a la pesca son aquellos que no tienen costa. En la Figura 1.1 se muestran las zonas de pesca en el mundo; el pacífico noroccidental representa la mayor extracción de pesca, siendo China el país de mayor aporte del recurso, Canadá tiene grandes puertos sobre el Atlántico donde se extraen merluza, bacalao, langosta, atún y mariscos, en las costas del Brasil, Perú, México y Ecuador, abundan el atún, sardinas y camarones, Chile y Perú pescan en el océano Pacífico. La pesca también abundante en Estados Unidos, Noruega, Rusia, Filipinas, España y Japón, entre otros países (KALIPEDIA, 2007).

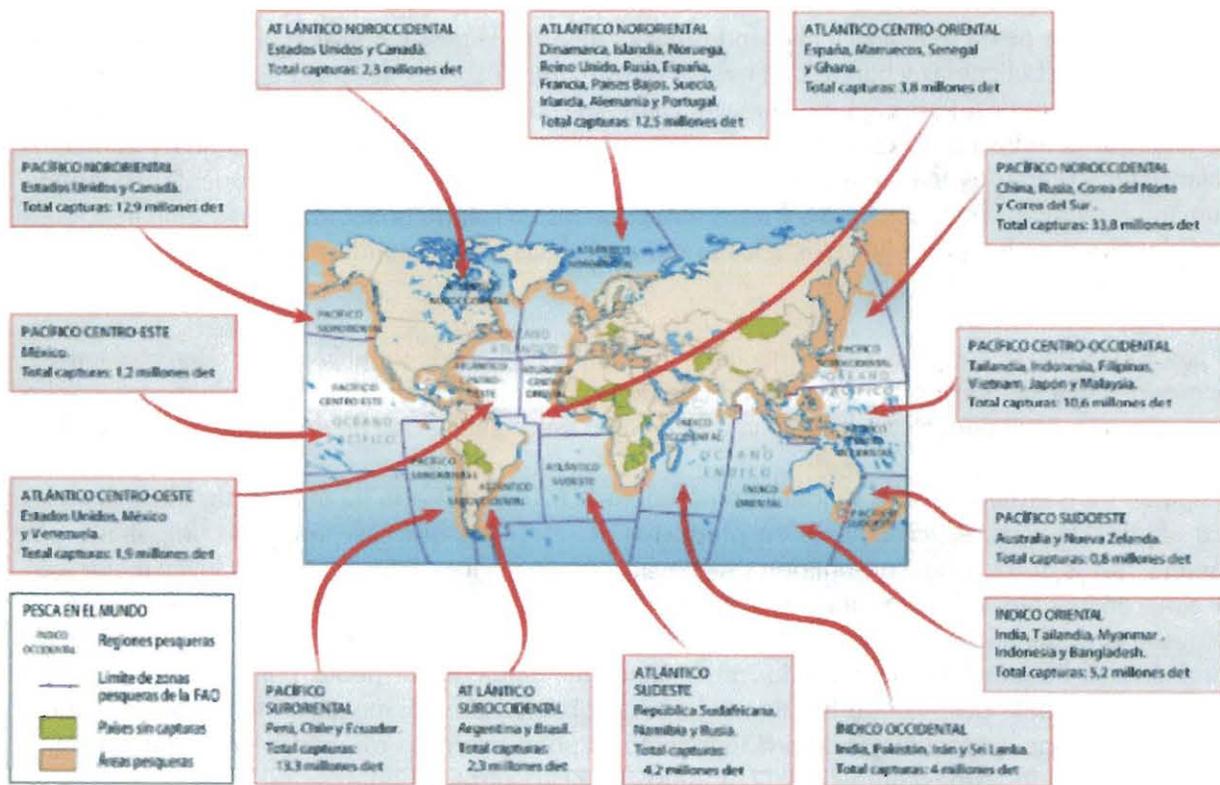


Figura 1.1. Zonas de pesca del mundo.

Fuente: KALIPEDIA, 2007.

En 2008, el porcentaje de exportaciones pesquera a nivel mundial correspondiente a los países en desarrollo estuvo cerca del 50% por el valor y del 60% por el volumen (peso en vivo). Las exportaciones netas de pescado de los países en desarrollo (es decir, el valor total de las exportaciones menos el valor total de las importaciones) se ha incrementado de forma continua en las últimas décadas, desde 2.900 millones de dólares EE.UU. en 1978 a 9.800 millones (1988), 17.100 millones (1998) y 27.000 millones en 2008. Estas cifras fueron bastante más elevadas que las de otros productos básicos agrícolas, como arroz, café o té (FAO, 2010).

Sin embargo, la FAO advirtió que llevar el pescado al mercado resulta cada vez más difícil para los países en desarrollo; a partir del 1 de enero de 2010, la Unión Europea (el mayor mercado de importación de pescado a nivel mundial), exige que todas las importaciones de productos pesqueros vengan acompañadas de un certificado validado por las autoridades pesqueras del país del barco que originalmente los capturó, con el objetivo de combatir la pesca ilegal, No Declarada y No Reglamentada (pesca INDNR). Pero, según la FAO, la aplicación de esta norma está generando nuevas obstáculos a los exportadores, a menudo difíciles de superar, dado que para los pequeños productores, “adquirir los conocimientos técnicos, familiarizarse con las mejores prácticas, invertir en la actualización de las instalaciones y el equipamiento y aprender el trabajo administrativo y los procedimientos para satisfacer estos requisitos es un desafío” (FAO, 2010).

### ***Extracción, transformación y comercialización***

La extracción de pesca se realiza a nivel industrial y artesanal; la pesca industrial utiliza embarcaciones mayores, como bolicheras y barcos de arrastre, estos últimos capaces de lanzar gigantescas redes que luego son «arrastradas» para capturar la mayor cantidad posible de peces. El producto de su captura es destinado a la industria de conservas para consumo humano o a las de aceite, harina y alimentos balanceados, utilizados en la crianza de animales; mientras que la pesca artesanal se orienta al consumo humano directo: los peces, mariscos y algas son extraídos utilizando botes, chalanas y embarcaciones tradicionales para luego ser llevados a los puertos y caletas, desde donde son distribuidos hacia los mercados para su comercialización.

El pescado es uno de los productos alimenticios más versátiles y puede ser utilizado de diferentes formas. Generalmente se distribuyen vivos, frescos, refrigerados, congelados, fermentados, secos, ahumados, salados o en salmuera, liofilizado, fileteado, en conserva o como una combinación de dos o más de estas formas.

El tipo de transformación de la producción pesquera se ha diversificado de manera significativa en las dos últimas décadas, especialmente en productos de alto valor fresco y procesado, impulsado por cambios en los gustos de los consumidores y los avances tecnológicos. Estos avances incluyen mejoras en el almacenamiento y la capacidad de procesamiento, junto con importantes innovaciones en la refrigeración, fabricación de hielo, envasado de productos pesqueros y equipos de procesamiento. También, los buques han incorporado instalaciones mejoradas, para poder permanecer en el mar durante largos períodos; lo que ha permitido la distribución de más peces en forma viva o fresca. Además, la mejora en tecnología de procesamiento ha permitido mayores rendimientos, dando como resultado un producto más competitivo (ZUGARRAMURDI, y otros, 1999).

El recurso pesquero se destina principalmente para consumo humano directo; el camarón es el producto más importante en términos de valor comercial, con el 15% del valor total del comercio internacional de productos pesqueros. Las otras especies comercializadas principalmente son el salmón (12%), los peces de fondo (el 11%, entre ellos merluza, bacalao, eglefino y abadejo de Alaska) y atún (8%). Mientras que la harina de pescado representa cerca del 3% de valor de las exportaciones y el aceite de pescado menos del 1%. Aproximadamente el 31% del pescado para alimentación humana directa es consumido fresco, el 35% congelado, el 16% es procesado como pescado curado (secado, salado, ahumado) y el resto como conserva de pescado; es decir, un 31% es consumido dentro de las dos primeras semanas después de la captura y un 69% es conservado de alguna forma para un consumo posterior. (ZUGARRAMURDI, y otros, 1999).

Dentro de los métodos de conservación del pescado la congelación aún se destaca como la principal

forma de producción, con una proporción que ha ido en constante aumento, mientras que los productos enlatados, han ido perdiendo peso en el mercado, como resultado de cambios a largo plazo en las preferencias de los consumidores.

La producción de alimentos pesqueros en los países desarrollados está fundamentado en la innovación de valor añadido; esta innovación a su vez se encuentra direccionada hacia la disponibilidad de mayor variedad de productos, principalmente en fresco, congelados, apanados, ahumados o enlatados; para lo que requieren sofisticados equipos y métodos de producción y, por ende, el acceso al capital. Los productos resultantes son alimentos pesqueros comercializados de forma lista para su consumo y/o en porciones, presentado calidad uniforme.

En los países en desarrollo, el procesamiento es realizado por un grupo de mano de obra barata, aún se centran en métodos menos sofisticados de transformación, tales como el fileteado, el salado, enlatado, secado y fermentado. Estos métodos tradicionales, donde el procesamiento de pescado es realizado de forma manual, son un medio de subsistencia de un gran número de personas en las zonas costeras de muchos países en desarrollo. Por esta razón, es probable que sigan siendo elementos importantes en las economías rurales, estructuradas para promover el desarrollo y el alivio de la pobreza; en muchos países en desarrollo hay una tendencia hacia la elaboración de productos con valor agregado; varía desde simples eviscerado, descabezado o corte en rodajas, hasta pescado rallado, cocinado y congelación individual rápida, dependiendo del producto y la demanda del mercado. Algunos de estos desarrollos son conducidos por la demanda de la industria minorista del país o de un cambio en las especies cultivadas, por ejemplo, la introducción de la especie *Penaeus vannamei* en Asia. Estos cambios reflejan la creciente globalización de la cadena de valor para la pesca, con el crecimiento de la distribución internacional controladas por grandes cadenas minoristas. Cada vez más productores de los países en desarrollo se encuentran trabajando con empresas ubicadas en el extranjero. La práctica cada vez más de la contratación externa de procesamiento a nivel regional y mundial es muy significativa, su extensión depende de la especie, el producto, el costo de la mano de obra y el transporte. Por ejemplo, los pescados enteros de países europeos y de América del Norte se envían a Asia (China en particular, pero también la India y Viet Nam) para ser fileteados y envasados, para luego volver a importarlos. (FAO, 2009)

En muchos países desarrollados, los procesadores han ido disminuyendo, debido a la creciente competencia de los procesadores de bajo coste en países en desarrollo. También están experimentando cada vez más problemas relacionados con la escasez de materias primas nacionales debido a la disminución de las existencias y la necesidad de importar pescado para su negocio. Al mismo tiempo, los procesadores suelen estar más integrados con los productores, especialmente para las especies demersales. Por ejemplo, cuando el transformador grande en Asia, en parte, depende de su propia flota de buques pesqueros, en la acuicultura, los grandes productores de salmón de piscifactoría, bagre y camarón cuentan con sus propias plantas de tratamiento centralizado para mejorar la gama de productos, obtener mejores rendimientos y responder a las cambiantes exigencias de calidad y seguridad en los países importadores (FAO, 2009).

### ***Productos promisorios***

El recurso pesquero como el pescado, crustáceos, moluscos y subproductos de estos, presentan aplicaciones emergentes, sirven como fuente de moléculas bioactivas para la industria farmacéutica. La cascara del camarón y conchas de cangrejo presentan un polímero, llamado quitina; la quitina después de la celulosa es el segundo polímero más abundante en el planeta, sus moléculas son fibrosas y logran ser un material de gran resistencia química y mecánica. La quitina no es soluble en agua, por lo cual se

debe someter a un proceso de desacetilación, para convertirse en quitosano, el cual es soluble en agua; el quitosano presenta aplicaciones de gran alcance en muchas áreas como el tratamiento de agua, cosméticos y artículos de tocador, alimentos y bebidas, productos agroquímicos y farmacéuticos.

Japón es el mercado más grande (20.000 toneladas) para los productos derivados de quitina. Los productos biomédicos procedentes de residuos de la industria transformadora de pescado (por ejemplo, la piel, los huesos y aletas) están atrayendo una atención considerable de la industria. Después de la encefalopatía esponjiforme bovina (EEB), la piel de pescado ha tomado interés como alternativa para producir gelatina. Se estima que alrededor de 2.500 toneladas de gelatina de pescado fue producido en 2006. (FAO, 2009).

Del mismo modo, el colágeno de pescado tiene ventajas sobre el colágeno bovino en la industria farmacéutica. Los carotenoides son pigmentos y astaxanthinas que se pueden extraer de residuos de crustáceos, y la industria farmacéutica empieza a mostrar interés en estos residuos como fuente de estas importantes moléculas. El ensilado, proteína e hidrolizados de pescado obtenidos a partir de vísceras de pescado están encontrando aplicaciones en la alimentación animal y la industria de los piensos para peces. Un gran número de moléculas contra el cáncer han sido descubiertas a raíz de investigación sobre esponjas marinas, briozoos y cnidarios. Sin embargo, después de su descubrimiento, por razones de sostenibilidad, estas moléculas no se extraen de organismos marinos directamente, sino que son sintetizados químicamente. Otro enfoque que se está investigando es la acuicultura de algunas especies de esponja (FAO, 2009).

#### **1.1.4 Problemática de la cadena pesquera**

La problemática asociada a la cadena pesquera se relaciona directamente con la disponibilidad del recurso pesquero, la técnica y tecnología de captura y transformación, que finalmente causan impactos negativos en el medio ambiente.

El agotamiento de los recursos pesqueros en los principales caladeros mundiales se perfila como uno de los problemas más acuciantes que padecen mares y océanos. Los avances tecnológicos no sólo en los sistemas de detección de los bancos de peces, sino también de los barcos factoría que pueden faenar, manipular y almacenar ingentes cantidades de recurso pesquero antes de regresar a puerto, ha permitido un aumento exagerado en los índices de capturas de las últimas décadas. Lo cual, en los últimos cinco años se ha podido percibir con la reducción de los principales caladeros del mundo (MARTÍNEZ, y otros, 1999).

Por tal motivo, para que la pesca pueda entrar en una vía de uso sostenible se deberá, como mínimo, reducir la captura en los principales caladeros para que se recuperen. Esto supondrá cuantiosas inversiones para reconvertir las flotas y los pescadores que existen en la actualidad. Este es el camino que han emprendido países como Islandia, Taiwán, Canadá o Estados Unidos. (MIRALLES, 2002).

El tipo de arte de pesca inadecuado actualmente también es uno de los causantes de las principales pérdidas del recurso pesquero; las mayores pérdidas se tienen en las pescas selectivas como las de captura de camarones, donde es común encontrar una relación entre pesca acompañante y camarón, de 5 a 1, incluso mayores. Algunos países como Cuba, realizan un esfuerzo para recuperar y utilizar toda la pesca acompañante del camarón, otros (por ej. Costa Rica) recuperan la mayoría de las especies de valor para el mercado. Sin embargo en muchos países, toda la pesca acompañante capturada en las redes de camarón es desechada.

Otras pérdidas ocurren como resultado de las fallas en el almacenamiento, procesamiento, comercialización y distribución del producto pesquero. El nivel real de pérdidas es un tema controvertido, en parte debido a las dificultades en definir que constituye una pérdida y su consiguiente medición. A pesar de ello, todos reconocen que las pérdidas existen y deben ser reducidas; el estudio de las mismas debe ser realizado caso por caso y es una etapa clave para el mejor aprovechamiento del recurso. En estas circunstancias, la tecnología pesquera deberá incluir la reducción de costos por pérdidas, en particular la reducción en las ocasionadas después de la captura, reducción de desechos y efluentes en general, y la mejora continua del producto en términos de calidad y conveniencia para los consumidores.

La ineficiencia de los equipos en los procesos industriales ha incrementado el uso de la energía, trayendo como consecuencia el aumento en la emisión de gases contaminantes, especialmente aquellos que contribuyen al denominado efecto invernadero, lo que genera efectos como el incremento del nivel del mar, y cambios de las condiciones climáticas locales y globales. Así mismo, existen otros efectos relacionados con la emisión de gases contaminantes causantes de la desaparición de la capa de ozono.

La generación de estos residuos se debe principalmente a la deficiencia de los procesos y afecta el recurso hidrobiológico, debido a la descarga de aguas residuales industriales que llegan directamente a los océanos sin ningún tipo de tratamiento. (CHIANG, 1988).

De la misma manera, la disposición de los residuos sólidos generados durante la etapa productiva, como los productos que hacen parte de la conservación, distribución y comercialización del producto pesquero (bolsas plásticas, cajas de cartón, icopor, combustible, entre otros), los cuales se asocian principalmente a sustancias no biodegradables, originan a través de los años una afectación de los sistemas hidrobiológicos y una alteración de la calidad del agua y del suelo, que se reflejan principalmente en una restricción paulatina de los usos del recurso hídrico, el deterioro de la fauna acuática, la contaminación de los suelos y la disponibilidad de los recursos como problemas ambientales, ocasionando igualmente grandes consecuencias económicas (HOOFF, y otros, 2008).

La demanda mundial de productos de la pesca sigue una tendencia creciente como soporte de la alimentación de las poblaciones, tanto en países más desarrollados como en vías de desarrollo. Frente a ello, el estado de explotación de los recursos marinos, al borde de sus límites, las amenazas a la supervivencia de distintas especies y las limitaciones en la eficiencia del procesamiento de estos productos, plantean una contradicción con la mencionada demanda. Podría decirse que el mar está cerca del límite de lo que puede dar de sí. Sólo las mejoras introducidas por la tecnología en la mejor gestión de las pesquerías, por una parte, y el desarrollo de una acuicultura sostenible, por otra, hará posible la atención de esta demanda mundial por estos países (ONU, 2004)

## **1.2 AGROINDUSTRIALIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD PESQUERA EN COLOMBIA**

### **1.2.1 Visión histórica de la industria pesquera en Colombia**

La historia de la industria pesquera en Colombia, en la modernidad, se puede remontar a la segunda mitad del siglo XX producto de la llegada al continente americano de personas procedentes de Europa, quienes venían huyendo de los destrozos de la Segunda Guerra Mundial y de la recesión económica posterior a dicha guerra. Como consecuencia de esto se dio un precario desarrollo industrial de nuestros países, desarrollo que incluyó algunas actividades relacionadas con el sector pesquero extractivo y la transformación posterior de dichos recursos.

Sin embargo, para esta época Colombia carecía de una historia y una cultura hacia la industria pesquera, lo cual marcó un desinterés por parte del gobierno y de los inversionistas nacionales por el desarrollo económico de este sector. Todo esto conllevó a la creación de industrias insipientes, poco tecnificadas y con gran carencia de medios efectivos para la comercialización de sus productos llevando a estas empresas a grandes dificultades para su crecimiento y consolidación, perdiéndose gran parte de ellas y del esfuerzo realizado, al igual que la posibilidad de desarrollo real de una agroindustria pesquera importante para el crecimiento social y económico del país.

A pesar de estas dificultades, para el año 1957, siendo el país gobernado por una Junta Militar se promulgó el primer decreto ó Ley 376 de 1957 (Manejo de los Recursos Pesqueros Marítimos), considerada la primera ley en donde se menciona la importancia de la actividad pesquera para el desarrollo económico de Colombia; la cual conllevó al crecimiento económico del país, ya que en la práctica poco desarrollo efectivo.

En 1958, se promulgó a través del decreto reglamentario 1706 de la Ley 376, una normatividad para el manejo de la pesca continental conducente a preservar los recursos pesqueros de las aguas interiores del país. En este decreto se concretó la imposibilidad de la explotación industrial de los recursos pesqueros naturales de las cuencas fluviales del país. Dicha normatividad aún está vigente y en su esencia busca la no afectación ambiental y de los ecosistemas hídricos de estas zonas del país. Por lo tanto en Colombia, por normatividad, no es posible la explotación industrial de los recursos pesqueros de aguas interiores. Este sector es exclusivo para la pesca artesanal y el desarrollo de este renglón de la economía colombiana. Dentro de esta normatividad están excluidas las actividades de acuicultura y cría en cautiverio de especies hidrobiológicas.

Más adelante, para 1968, siendo el país gobernado por el Presidente Carlos Lleras Restrepo, se dio vía libre a la creación del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente (INDERENA), el cual tenía a su cargo las labores de reglamentación, control y vigilancia de las actividades pesqueras en todo el territorio colombiano. Siendo este Instituto una entidad con múltiples responsabilidades, actividades y desarrollos, no enfocó su acción lo suficiente para el apoyo a la industria pesquera, quedando esta actividad una vez más relegada y sin el apoyo estatal necesario para su desarrollo y crecimiento. Es necesario anotar, eso sí, que es al INDERENA, a quien se le debe el nacimiento de la actividad acuícola en Colombia, considerados ellos como los pioneros de esta actividad, que a pesar de los altibajos que ha tenido en su desarrollo en el país, hoy es un rubro importante dentro de la economía colombiana.

En 1970, año de la creación del Pacto Andino ó Acuerdo de Cartagena, marcó un punto negativo importante en el desarrollo de la actividad pesquera industrial del país. Dicho pacto brindó las posibilidades para el crecimiento pesquero del Ecuador, perdiendo Colombia esta posibilidad, ya que las alternativas para la comercialización de los productos de la pesca, tanto en fresco como transformados, se centraron en el vecino país. A raíz de esto, Colombia se vio abocada a un atraso en la agroindustria pesquera, perdiendo amplias posibilidades de desarrollo y de creación de empresas al igual que de la generación de empleos directos e indirectos, mejoramiento de la infraestructura vial y de comunicaciones y en general de posibilidades de exportación y crecimiento económico, sobre todo para el beneficio de las comunidades costeras de nuestro país, históricamente deprimidas y con gran atraso económico y social.

Gracias a lo anterior, algunos inversionistas que aún creían en la actividad pesquera, optaron por establecerse en el Ecuador, llevándose para ese país las posibilidades de desarrollo económico, el cual en

otras circunstancias hubiera sido para el beneficio de Colombia. De esta forma, el crecimiento de la actividad pesquera del Ecuador ha sido construida, en parte con esfuerzo económico y humano colombiano, logrando hoy en día ser el país vecino uno de los más importantes y desarrollados en esta actividad en el mundo, posibilidades que Colombia perdió, gracias a la falta de visión futurista en el momento de la firma del Acuerdo de Cartagena.

Para 1974, bajo la conducción del país por parte del presidente Misael Pastrana Borrero, se promulgó el decreto ley 2811, conocido como "Código de los Recursos Naturales" por el cual se crearon los mecanismos jurídicos para la realización de una cuantificación y ordenamiento de los recursos naturales, incluidos los recursos pesqueros tanto marítimos como continentales. Se crearon los mecanismos de cuotas de asignación de pesca para el sector industrial, los impuestos y tasas para el ejercicio de dicha actividad y las sanciones y restricciones para la misma. Los efectos reales de esta ley fueron muy pocos y el crecimiento del sector poco se vio favorecido con la aparición de la misma.

Cuatro años después, para 1978, bajo la presidencia del doctor Alfonso López Michelsen, de nuevo se revisó la normatividad colombiana relacionada con la actividad pesquera y fue así como a través de la ley 1681, se modificó la reglamentación para el ejercicio de la actividad pesquera nacional, ajustándola a los requerimientos económicos del país para ese momento.

En 1981, el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) aprobó el "Plan Indicativo de la Pesca Industrial" y en 1984 ese mismo organismo aprobó otro documento denominado "Lineamientos de Políticas para el Fomento Pesquero". En ambos casos, se podría decir que la intención de desarrollo para el sector pesquero fue importante. Sin embargo, los desarrollos reales para el sector nunca se vieron y las dificultades para el crecimiento de la agroindustria pesquera se estancaron, quedando de nuevo dicha actividad económica sin mayor apoyo estatal y económico tanto por parte del sector público como del privado. Se generó mucha incertidumbre para efectuar inversiones en esta actividad y el crecimiento esperado nunca se dio.

Para el año 1990, siendo presidente de Colombia el doctor Virgilio Barco Vargas, y habiendo cesado sus actividades el INDERENA dos años antes, se promulgó la Ley 13, conocida como "Ley Marco de la Pesca" ó "Estatuto General de la Pesca", ley que permitió la creación del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), institución que arrancó labores un año después en 1991.

Con la creación del INPA, se dieron de nuevo amplias posibilidades para el crecimiento y desarrollo de la actividad pesquera en Colombia. Después del limbo dejado por la desaparición del INDERENA, la pesca se encontraba a la deriva y esto generó un caos en el manejo de la pesca extractiva del país. Para esta época se veía un crecimiento importante en la exportación de camarones, principalmente del pacífico colombiano, lo cual exigía un ordenamiento de esta actividad.

El INPA dictó su propia reglamentación, la cual tenía que ver, entre otros, con el establecimiento de las políticas y disposiciones generales de la pesca en Colombia, la conformación administrativa del subsector pesquero, el manejo operativo de la pesca tanto industrial como artesanal y la acuicultura como actividad económica, el establecimiento de vedas y áreas de reserva, la normatización relacionada con infracciones, prohibiciones y sanciones, el registro general de la pesca y de la estadística pesquera, el desarrollo socio-económico de las comunidades de pescadores, la coordinación interinstitucional nacional e internacional, los incentivos a la actividad pesquera, etc.

El acuerdo 11 de 1991 del INPA establece las normas para el ejercicio de la actividad pesquera industrial,

lo cual repercutió en el desarrollo de esta actividad, ya que se incrementaron los derechos y tasas para el ejercicio pesquero, repercutiendo esto en el desarrollo económico de las regiones costeras.

Posteriormente, para el año 1993, siendo presidente de la república el doctor Cesar Gaviria Trujillo se creó el Ministerio del Medio Ambiente, el cual entró a terciar en los lineamientos del desarrollo pesquero en Colombia, ya que a ellos también les competían algunos aspectos de esta actividad. A raíz de esto se comenzó a presentar un traslape de funciones entre el INPA, el Ministerio del Medio Ambiente y las Corporaciones Regionales, lo cual llevó a serias dificultades en el manejo de la actividad pesquera del país.

Después de una serie de reuniones y acuerdos entre estas tres instituciones, el INPA modificó sus funciones y adoptó básicamente, como lineamiento fundamental de su quehacer, las particularidades operativas del proceso pesquero, las políticas del mismo y los aspectos relacionados con control, vigilancia, fomento y desarrollo del sector, relegando otras funciones para el Ministerio del Medio Ambiente y las Corporaciones Regionales. Esto quedó constatado en el decreto 245 de 1995, lo cual se considera un segundo renacer del INPA.

En el entretanto, se promulgó la ley 101 de 1993, llamada "Ley de Desarrollo Agropecuario y Pesquero" por medio de la cual se creó el Incentivo a la Capacitación Rural – ICR. Esta ley tuvo una incidencia importante en el sector agrícola, más no en el sector pesquero debido a las dificultades de los pescadores, sobre todo del sector artesanal, para cumplir con las exigencias de tipo económico y técnico requeridas para acceder a dichos estímulos establecidos por el gobierno. Una vez más, se podría decir, que la intención estatal fue positiva para el desarrollo pesquero, pero en la práctica el resultado fue muy poco o casi nulo debido a las situaciones ya anotadas.

Más adelante en el año 2003, bajo la presidencia del doctor Álvaro Uribe Vélez, a través del decreto 1300 del 21 de mayo, el gobierno dio vía libre a la creación del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), el cual fue el resultado de la fusión de cuatro institutos existentes relacionados con las actividades agropecuarias y rurales adscritos al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Estos institutos fueron el Instituto Colombiano para la Reforma Agraria (INCORA), el Instituto Nacional para la Adecuación de Tierras (INAT), el Instituto Nacional para la Pesca y la Acuicultura (INPA) y el Fondo para el Desarrollo Rural (DRI).

Lo anterior marcó un punto negativo en el desarrollo de la actividad pesquera y acuícola del país, ya que el nuevo instituto creado, el INCODER, no tenía la capacidad operativa para el desarrollo y apoyo real para este sector. Esto se vio materializado, cuando en el año 2008 algunas de las funciones del INCODER relacionadas con la actividad pesquera fueron trasladadas al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Para esto se nombró una persona responsable de la actividad pesquera dentro del ICA, pero posteriormente por razones jurídicas y operativas, la actividad pesquera regresó de nuevo al INCODER, en donde se encuentra hoy en día.

El desarrollo histórico de la agroindustria pesquera en Colombia, como se puede observar de lo anotado, ha estado un tanto a la deriva y no ha gozado de un apoyo estatal real que marque lineamientos y políticas serias de apoyo para el crecimiento y fortalecimiento de esta actividad económica importante para el desarrollo del país. Lo anterior es más manifiesto cuando se anota que en Colombia la actividad pesquera es un subsector del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y no tiene el apoyo gubernamental real, como si existe en países vecinos como Ecuador, Perú y Chile, en donde la actividad pesquera se encuentra con estatus de Ministerio, lo que les ha permitido un desarrollo importante dentro del ámbito internacional.

Se espera que esta situación pueda cambiar en un futuro cercano y que los beneficios para el sector pesquero (industrial, artesanal y acuicultura) se vean reflejados en desarrollos importantes y sostenibles, situación que ha de redundar en beneficios para las regiones implicadas y para el país en general. Para lograrlo se requieren decisiones políticas de fondo, que permitan la creación de verdaderas empresas pesqueras tanto extractivas como productivas, que generen empleo, que permitan el ofrecimiento de un alimento rico en proteínas y a bajo costo sobre todo para las comunidades marginadas del país, que permitan desarrollar procesos de exportación importantes para la regulación de la balanza de exportaciones y sobre todo que permitan un desarrollo social y económico importante para Colombia.

### 1.2.2 Factores de desarrollo de la industria pesquera en Colombia

Según cifras aportadas por la FAO, Colombia se encuentra relegada en la producción pesquera mundial. Lo anterior, en parte se debe a las circunstancias históricas ya anotadas, que han frenado dicho desarrollo a pesar de contar con 2.900 kilómetros de costas repartidas en dos océanos y un innumerable bagaje de aguas interiores representadas en ríos, lagos, lagunas, reservorios y otros, algunos naturales y otros construidos por el hombre.

En el ámbito latinoamericano, Colombia, con un total de 135.000 toneladas de pesca extractiva para el año 2008 se encuentra por debajo de países como Argentina, Brasil, Chile, Ecuador, México, Panamá, Perú y Venezuela, lo cual no se compadece con las condiciones naturales y geográficas del país, siendo Colombia en Sur América el único país con dos océanos. A nivel mundial el principal país, en pesca extractiva, es China, el cual reportó para el año 2008 capturas por 14'791.163 toneladas, seguido de Perú con 7'362.907 toneladas e Indonesia con 4'957.098 toneladas. El segundo país de América latina es Chile, el cual ocupó el sexto puesto con 3'554.814 toneladas reportadas para el año 2008. Haciendo un cálculo sencillo, Colombia, para el año de referencia, obtuvo pesca en 109 veces menos que lo pescado por China, en 55 veces lo pescado por Perú y en 37 veces lo pescado por Indonesia (FAO, 2008).

Con relación a la acuicultura Colombia ocupa el puesto 26 en el mundo con un reporte de 66.400 toneladas para el año 2008. China de nuevo es el principal país dedicado a esta actividad con 32'735.944 toneladas, reportadas para el año 2008, seguido por India con 3'438.690 toneladas y Vietnam con 2'461.700 toneladas. El primer país de nuestro continente es Chile con 843.142 toneladas representadas en un muy alto porcentaje por la cría de salmón (FAO, 2008).

Los datos anteriores muestran la realidad del país, en cuanto a industria pesquera se refiere.

Con relación al consumo, Colombia reporta 5,20 Kg/persona/año, lo cual comparado con otros países del continente es muy bajo. Argentina consume 6,60 Kg/persona/año, Chile 22,6 Kg/persona/año, México 10,6 Kg/persona/año, Panamá 11,1 Kg/persona/año, Perú 20,2 Kg/persona/año y Venezuela 17,7 Kg/persona/año (FAO, 2008).

El consumo de pescado y productos derivados de la pesca promedio mundial es de 16,3 Kg/persona/año, lo cual significa que el consumo en Colombia se encuentra aproximadamente 3 veces por debajo del estándar mundial. Por su parte, el consumo promedio en países en desarrollo (caso de Colombia) es de 14,3 Kg/persona/año. Si se compara el consumo en Colombia con este promedio para los países en desarrollo, podemos observar que nuestro país se encuentra 2,75 veces por debajo. Con relación a los países desarrollados, el consumo promedio se encuentra en 23,8 Kg/persona/año, propiciando una relación de 4,5 veces por debajo para Colombia. Por último, de los 40 países en los cuales el pescado representa la principal fuente de proteínas, 39 pertenecen al tercer mundo, lo que

significa que el alimento proteico de mayor difusión y aceptación en los países en desarrollo es el pescado y sus productos derivados (FAO, 2008).

Si se analiza la situación planteada para Colombia y su correlación con otros países, surge el interrogante relacionado con las causas que han llevado a esta situación.

La respuesta a este interrogante es compleja, pero se podría enmarcar en tres aspectos fundamentales:

- La situación económica del país.
- Las tradiciones y costumbres alimenticias.
- El desarrollo técnico y tecnológico de Colombia.

### ***La situación económica del país.***

La situación económica de nuestro país enmarca su propio desarrollo, lo cual afecta todos los sectores económicamente productivos, incluido el sector pesquero. Lo primero a tener en cuenta es la condición de país en vía de desarrollo, lo que hace que las prioridades para el desarrollo de Colombia sean múltiples y los recursos económicos para atender todas estas necesidades sean reducidos. En esta serie de dificultades, los gobiernos centrales han relegado la actividad pesquera a un segundo plano frenando su desarrollo y crecimiento, lo cual a su vez plantea una contradicción sustancial, ya que el desarrollo de la industria pesquera podría contribuir enormemente al crecimiento económico del país y a la minimización de los problemas y conflictos sociales que ha vivido Colombia en los últimos años.

Por otro lado históricamente nuestro país ha sido un país netamente de vocación agropecuaria y básicamente agraria. Por los años 30 del siglo pasado, el comercio exterior de Colombia se centró básicamente en la explotación y exportación del banano, generando un desarrollo para la región de la costa Caribe y sus zonas de influencia. Posteriormente, iniciando hacia los años 40 del siglo XX y conservando a hoy la actividad, se ha dado un desarrollo importante en las exportaciones de azúcar producida básicamente en la región del valle del Río Cauca, lo cual ha generado un crecimiento y desarrollo tecnológico importante para esta zona del país. Igualmente, no podemos olvidar el aporte que el Café ha representado para la economía del país, llevando a considerarlo el producto líder de nuestras exportaciones y marcando igualmente un polo de desarrollo importante para el país y básicamente para la llamada región cafetera de Colombia. En los últimos años se han incrementado considerablemente las exportaciones de flores, principalmente hacia los Estados Unidos y Europa, lo cual igualmente ha marcado un desarrollo importante para diferentes regiones del país. Es cierto que se han dado exportaciones de algunos recursos hidrobiológicos (tilapia roja, camarones, atún), pero son exportaciones ocasionales, en la mayoría de los casos, y que no han respondido a una política sostenible de desarrollo económico generada por el gobierno, y que en la mayoría de los casos han surgido como un esfuerzo de la industria privada y no del sector estatal.

Lo anterior nos muestra claramente, que las relaciones comerciales internacionales de Colombia, en un alto porcentaje han girado en torno a la actividad agrícola, olvidándonos de otros sectores, que igualmente podrían ser polo de desarrollo económico como es el caso del sector pesquero y acuícola.

Otro punto importante a considerar es la carencia de alimento proteico y los costos que este representa para muchos colombianos. A nivel mundial, la producción de alimentos es considerada hoy en día prioridad y se enmarca dentro de las políticas denominadas de "Seguridad Alimentaria". Colombia no puede aislarse de esta necesidad mundial, y por su ubicación geográfica y sus características climáticas, edafológicas y de pluviosidad, está llamada a ser una de las despensas mundiales de producción de

alimentos. Lo anterior debe entenderse no solamente desde el punto de vista agrícola, sino también pecuario, pesquero y forestal. Se deben implementar mecanismos, con apoyo del Estado, para la creación y desarrollo de actividades que conduzcan a la masiva producción de alimentos naturales y transformados, tanto de origen agrícola, como pecuarios y pesqueros (pesca extractiva y pesca productiva) de tal suerte que se garantice el abastecimiento nacional y se creen excedentes para la exportación, lo cual es importante para el crecimiento económico y social del país.

Por último, los alimentos llamados constructores o plásticos, como ya se anotó, son los alimentos más escasos y costosos en nuestro planeta. Las relaciones comerciales internacionales y los desarrollos económicos mundiales y propios hacen que los costos de estos alimentos sean altos para el colombiano promedio, lo cual marca una dificultad adicional para el incremento en el consumo de esta proteína. Los costos de combustibles, insumos para la pesca, transportes, procesos tecnológicos para la conservación y transformación, comercialización y distribución de los productos de la pesca crecen permanentemente afectando los costos de los productos finales, afectando las posibilidades de compra por parte del consumidor final. Se plantea la necesidad de buscar subsidios estatales para abaratar los costos anotados y de esta forma incrementar la producción y el consumo de pescado y productos pesqueros, lo cual ha de redundar en una mejor alimentación de todos los colombianos y por ende un mejor nivel y calidad de vida, además de las grandes posibilidades que plantean las exportaciones de estos recursos de origen hidrobiológico (HLEAP Z., 1990).

#### ***Las tradiciones y costumbres alimenticias.***

Como ya se anotó anteriormente, Colombia no es un país consumidor de pescado y de productos derivados de este. Históricamente la vocación alimentaria de origen animal ha estado basada en el consumo de carnes de animales terrestres básicamente res, cerdo y pollo. A pesar que las características nutricionales del pescado en muchos casos superan a las de estos animales de consumo tradicional, siempre se ha notado un rechazo, no generalizado, al consumo de pescado, probablemente rechazo generado por condiciones de orden organoléptico y cultural.

Por otro lado, el consumo de pescado en nuestro país está geográficamente ubicado en las dos costas y sus zonas de influencia. Igualmente en la región del Magdalena Medio y en la época, de la aún mal llamada, subienda, así como también en las zonas de producción acuícola (tanto de especies de clima cálido como de especies de clima frío). Pero indudablemente el mayor consumo de pescado en Colombia está signado por la tradición religiosa relacionada con la época de semana santa y la abstinencia hacia el consumo de carnes rojas. Desafortunadamente, esta época dura unas dos o tres semanas tras las cuales el consumo de pescado y sus productos derivados decae nuevamente.

La otra situación a tener en cuenta es la poca diversidad en productos derivados del pescado, esto unido a la poca oferta, causada a su vez por la poca demanda de este tipo de productos. En Colombia, se ha notado una carencia histórica en la difusión del conocimiento, relacionado con el consumo de pescado y de productos de procedencia hidrobiológica, lo cual ha conllevado a la poca aceptación y el alto desconocimiento que se tiene sobre las bondades nutricionales de este tipo de alimentos. Es importante realizar campañas para incentivar el consumo de pescado, pero a su vez también es importante desarrollar productos nuevos, de alta calidad, competitivos en precio y en presentación y que gocen de excelentes propiedades nutricionales, organolépticas y funcionales de tal forma que puedan competir con otros alimentos de origen animal (HLEAP Z., 1990).

### ***El desarrollo técnico y tecnológico de Colombia.***

Colombia por sus características y condición de país en vía de desarrollo carece de un sistema fuerte e importante para el desarrollo de la investigación tanto de base como aplicada, que permita dar respuesta a problemas reales del diario vivir de los colombianos. El sector pesquero no se aparta de esta necesidad y los resultados deben ser oportunos y contundentes si se quiere dar un vuelco real al desarrollo de la industria pesquera colombiana y acercarse a los estándares de desarrollo del sector pesquero de otros países, incluidos algunos de América Latina y entre ellos algunos de nuestros vecinos.

Definitivamente el desarrollo técnico y tecnológico de Colombia, en cuanto a industria pesquera se refiere, responde a los pocos avances que en investigación se han dado en el país. Básicamente somos un país importador de tecnología y no nos hemos preocupado por hacer nuestros propios desarrollos en esta materia, lo cual nos coloca en posiciones de retaguardia comparados con otros países del mundo.

Lo anterior nos plantea la necesidad de buscar alternativas de desarrollo a través de la investigación. Para esto se debe consolidar un sistema de investigación apoyado por el gobierno central, en el que tengan cabida todos los estamentos que en Colombia se dedican a esta actividad. Se requiere el aporte del INCODER, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colciencias, las Universidades tanto públicas como privadas, Centros de Investigación, la empresa privada y demás instituciones que puedan aportar al crecimiento de la industria pesquera colombiana, para que de forma concertada y organizada se trace un programa de investigación para el fortalecimiento de la actividad pesquera nacional.

Lo anterior nos permitirá romper la dependencia, que en materia de industria pesquera hemos tenido históricamente, de países desarrollados y seguir haciendo uso racional de nuestros propios recursos de tal forma que podamos pensar en desarrollos propios que fortalezcan la industria pesquera, para el beneficio de Colombia, de sus habitantes y de las regiones de vocación pesquera del país (HLEAP Z., 1990).

### ***Otras consideraciones importantes.***

Adicional a lo anotado en los apartes anteriores, existen otras consideraciones igualmente importantes para entender y analizar el desarrollo de la industria pesquera en Colombia. Dichas consideraciones tienen que ver con los siguientes aspectos:

- A pesar que Colombia cuenta con 2.900 km de costas, aproximadamente 20.000 km de ríos y aproximadamente 700.000 hectáreas de ciénagas y lagos, el desarrollo pesquero sigue siendo incipiente si se compara con otros países del mundo. Sin embargo, la causa de esto no es la falta de agua para el ejercicio de la actividad pesquera tanto extractiva como productiva. Definitivamente somos un país privilegiado por sus condiciones hídricas tanto marítimas como naturales, poseemos una amplia diversidad de especies hidrobiológicas, susceptible de explotación racional y sostenible con miras a la producción de alimentos de alta calidad nutricional. Debemos revisar la situación que históricamente se ha vivido en el país y comenzar a tomar correctivos que nos lleven a un fortalecimiento racional de la actividad pesquera nacional.
- En Colombia no existen hábitos de consumo de pescado. Fuera del consumo de productos de origen hidrobiológico en algunas regiones del país y en algunas épocas del año, ya anotadas, aproximadamente 4/5 del total de hogares colombianos no consume pescado en forma regular. Es necesario incrementar la demanda de estos productos. Para lograrlo se deben realizar verdaderas campañas de publicidad que promocionen las bondades alimenticias del pescado y sus productos derivados. Igualmente, es necesaria la diversificación de productos de tal forma que el consumidor

tenga una gama amplia de alternativas en productos de excelente calidad y a costos racionales. Todo esto es importante hacerlo y ojalá con el apoyo de las instituciones estatales que tengan injerencia en el tema.

- La industria pesquera marítima se limita a no más de 20 empresas grandes y medianas, más algunas otras de menor tamaño dedicadas a la captura, elaboración, transformación y comercialización de recursos hidrobiológicos y productos pesqueros. Empresas que históricamente han tenido muchas dificultades para su consolidación y desarrollo, con carencias importantes en tecnología, con falta de recursos económicos para su fortalecimiento y sobre todo con falta de apoyo estatal, jurídico y normativo, lo cual las ha llevado a desarrollos precarios y con muchas dificultades para incursionar en los mercados internacionales de por sí bastante exigentes. Lo anterior, indudablemente ha marcado un atraso en la consolidación de la industria pesquera colombiana.
- Con relación a la actividad acuícola, en Colombia existen aproximadamente unas 40 estaciones de producción de diverso tamaño y grado de desarrollo tecnológico. Unas dedicadas a la producción de Tilapia Roja, otras a la Trucha, otras a la producción y explotación de camarones y algunas otras a especies de menor importancia para los mercados internacionales. Algunas de las grandes dificultades que han tenido para su crecimiento son los desarrollos tecnológicos en relación a los aspectos de reproducción inducida, cría en cautiverio, manejo de los problemas patológicos y otros, pero lo que más ha influido negativamente en este desarrollo son los costos de los concentrados empleados para la alimentación de estas especies hidrobiológicas. Se calcula que aproximadamente el 70% de los costos totales de la explotación acuícola corresponde a los costos de alimentación, lo cual definitivamente es muy alto y representa un porcentaje elevado de la inversión. Es necesario, a través de la investigación, buscar alternativas de alimentación más asequibles a las condiciones de desarrollo del país basadas en materias primas autóctonas y regionales que puedan reemplazar en parte los costosos insumos, generalmente importados, utilizados en la fabricación de los concentrados para acuicultura.
- Aproximadamente el 75% del abastecimiento del mercado nacional depende de la denominada pesca artesanal. Se calcula que en Colombia aproximadamente un millón y medio de colombianos, representados en los propios pescadores y sus familias, deben su subsistencia a este sector pesquero, lo cual representa aproximadamente la treintava parte de la población nacional. Son colombianos ubicados en las costas pacífica y atlántica y en algunas cuencas de los principales ríos del país. Siendo un sector importante en número de personas, es igualmente un sector ampliamente desprotegido y con muchas dificultades para el ejercicio pesquero. Es necesario brindarles las oportunidades requeridas y representadas en apoyo estatal en normatividad y jurisprudencia, apoyo económico a través de incentivos monetarios, apoyo en capacitación en las actividades pesqueras, apoyo en infraestructura para el ejercicio pesquero acorde a los desarrollos mundiales, de tal suerte que puedan incursionar en los mercados internacionales, lo cual necesariamente los ha de llevar a la consolidación de su actividad y al crecimiento económico y social de ellos, de sus familias, del sector, de las regiones en donde laboran y en últimas de Colombia. Es importante, igualmente, ayudarles a consolidarse en asociaciones de pescadores artesanales de tal suerte que puedan crecer y consolidarse como gremio y de esta forma puedan luchar por su consolidación y fortalecimiento de su actividad productiva.
- A pesar de no poseer en Colombia un conocimiento sólido sobre el potencial de recursos pesqueros existentes en nuestro país, se estima el probable volumen de captura anual en 300.000 toneladas en el mar territorial y en 120.000 toneladas en la cuenca del Magdalena (referida a los ríos de la zona central del país). Las capturas anuales oficialmente registradas, de aproximadamente 130.000

toneladas representan un 30% de dicho potencial, lo cual nos muestra un desperdicio de recursos imperdonable, teniendo en cuenta las posibilidades de alimentación que esto podría propiciar para los colombianos o para la exportación. Es necesario revisar esto, y sin caer en los excesos de la sobreexplotación y apoyados en una actividad pesquera extractiva sostenible, crear los mecanismos necesarios para apoyar a los pescadores tanto del sector industrial como artesanal para lograr un mayor desarrollo de la actividad pesquera colombiana (HLEAP Z., 1990).

### **1.2.3 Visión al futuro para la industria pesquera colombiana**

Apoyados en los análisis anotados, fácilmente se podría concluir que la actividad pesquera en Colombia definitivamente no ha tenido un pasado importante y por lo tanto no existe un presente halagador y mucho menos un futuro prometedor. Sin embargo, la ubicación geográfica de Colombia y algunas otras consideraciones de tipo económico, social y de apoyo estatal ya anotadas, nos llevan a concluir que realmente la industria pesquera colombiana puede consolidarse como una actividad económica importante para el desarrollo y crecimiento económico del país. Para lograrlo, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Mejoramiento de las tecnologías utilizadas para los procesos de captura de las diferentes especies hidrobiológicas. Dentro de la cadena pesquera, los procesos aplicados para la captura de las diferentes especies comerciales y todo lo que los rodea (detección de los bancos de pesca, implementación y uso de las embarcaciones pesqueras, utilización de las artes de pesca, los procesos de navegación, adecuación de las capturas obtenidas para la conservación y el transporte hasta puerto y otras actividades) se consideran procesos costosos y de alto grado de especialización, lo cual es necesario consolidar y adaptar a las condiciones colombianas, pero que a su vez respondan a los cánones internacionales de calidad, lo que permitirá incursionar en dichos mercados y así consolidar la actividad pesquera nacional. Se requerirá introducir buques pesqueros modernos con los aditamentos necesarios para la ejecución de faenas de pesca eficientes, así como también brindar la capacitación necesaria a todas las personas involucradas en estos aspectos, de tal suerte que se logren desarrollos acordes a lo implementado en el ámbito internacional.
- Modernización de las flotas pesqueras. Siendo uno de los rubros más costosos para pensar en un desarrollo importante del sector pesquero, es necesario implementar barcos de pesca modernos, construidos con los equipos y apoyos necesarios para lograr faenas de pesca de importancia que garanticen volúmenes grandes de capturas y sobre todo que permitan conservar el recurso con sus más altas condiciones de calidad. Es hora de apartarnos de los buques adaptados para pesca, que aunque han jugado un papel importante en esta actividad económica del país ya no presentan las condiciones necesarias para permitir incursionar en los mercados de exportación de pescado y de productos pesqueros, al no garantizar las condiciones adoptadas por los países compradores como son, por ejemplo, los sistemas de trazabilidad de la pesca.
- Estímulos estables para que se efectúen inversiones en el sector pesquero colombiano. El gobierno colombiano, por mandato constitucional, tiene por misión velar por el crecimiento social y económico del país y de sus habitantes y esto incluye los colombianos trabajadores del sector pesquero artesanal e industrial, así como también a los dedicados a las labores de acuicultura. Si se quiere hacer de la industria pesquera una verdadera industria promisoriosa, que aporte al desarrollo económico del país, se deben crear los mecanismos para que los interesados encuentren el respaldo estatal necesario para este desarrollo. Esto incluye la creación de estímulos reales y estables que conlleven al fortalecimiento del sector pesquero, estímulos que tengan que ver con subsidios en los insumos, equipos, aranceles en las importaciones de los mismos. Igualmente, estímulos para la

capacitación de las personas involucradas en los diferentes procesos relacionados con la actividad pesquera y estímulos para la exportación de los productos transformados de origen hidrobiológico. Para lograr todo esto, se requiere de la voluntad política estatal y esto amerita un trabajo de carácter político que debe partir de los propios involucrados en los procesos, pero que necesariamente toca a todos los colombianos, ya que estamos hablando de alimentación, de seguridad alimentaria y de desarrollo y crecimiento social y económico para el país.

- Capacitación al personal vinculado a la actividad pesquera productiva y extractiva. Como ya se ha mencionado en este documento, la capacitación ha de ser uno de los pilares de mayor importancia para lograr el desarrollo esperado de la industria pesquera colombiana. Las labores que en este sentido han venido realizando algunas universidades públicas y privadas del sistema educativo colombiano en diversos campos de la actividad pesquera, relacionados con aspectos biológicos, técnicos y tecnológicos, ingenieriles, sociales, económicos, comerciales y otros, al igual que las labores en capacitación que ha realizado por varios años el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) deben continuar y llegar hasta los estamentos más necesitados de esta cadena piscícola, de tal suerte que cada vez más colombianos del sector pesquero adquieran las técnicas y conocimientos requeridos para poder ser competitivos y lograr incursionar en los mercados internacionales con productos de óptimas condiciones de calidad.
- Establecimiento de un sistema eficiente de comercialización. Para el desarrollo de la agroindustria pesquera colombiana es necesario implementar sistemas de comercialización modernos, apoyados en equipos de frío técnicamente concebidos y sistemas de distribución con vehículos térmicos y aislados que garanticen la calidad de los productos hasta su entrega al consumidor final. De la misma forma es necesario minimizar la cadena de intermediarios que van desde el pescador inicial hasta el comercializador final en las diferentes ciudades del interior del país. Se debe crear un sistema único de trazabilidad y etiquetado de productos que le permita al consumidor final, bien sea en Colombia o en algún otro país del mundo a donde haya llegado el producto capturado o procesado en nuestro territorio, tener la garantía de inocuidad y calidad sensorial y microbiológica del alimento que va a consumir. Esto indudablemente ha de abrir mercados e incrementar las posibilidades de consumo de pescado y productos de origen hidrobiológico.
- Establecimiento de una infraestructura que permita llevar el producto hasta el consumidor final. Aunque esto es algo que afecta no únicamente el sector pesquero, es necesario mejorar la infraestructura vial y de comunicaciones del país. Para la comercialización de la pesca y sus productos derivados, se requiere llegar hasta los sitios en donde se han de ubicar empresas procesadoras, de tal forma que estos procesos se puedan realizar de forma rápida y sin pérdidas exageradas de tiempo, sin que se vean afectadas por las condiciones de las carreteras, más aún si se está pensando en procesos de exportación. Igual situación se presenta con las comunicaciones, sobre todo a regiones apartadas, en donde se realizan las faenas de pesca y los procesos postcaptura y transformación. Esta infraestructura es básica para lograr este desarrollo y Colombia no se puede quedar en estos aspectos primordiales para el desarrollo económico del país.
- Establecimiento de programas integrales que protejan la denominada pesca artesanal. Como ya se ha anotado, es necesario implementar programas tendientes a fortalecer la actividad pesquera artesanal. Se requiere apoyo estatal, capacitación, subsidios y demás que permitan que estos pescadores se involucren a los procesos productivos y extractivos de la pesca de forma directa y con la seguridad de encontrar una respuesta positiva a su labor desempeñada. De esta forma, se logrará obtener mejores resultados en la calidad de la pesca y en los procesos de transformación, lo cual ha de redundar en

beneficios para la región y para el país.

- Establecimiento de programas tendientes a capacitar al consumidor final. Este punto es de suma importancia para lograr el verdadero desarrollo de la agroindustria pesquera en Colombia. Se requiere que el ciudadano común conozca las bondades nutricionales del consumo de pescado. Para esto se deben implementar campañas, de origen estatal, que conlleven a la difusión del conocimiento acerca de la importancia del consumo de pescado, de las diferentes alternativas que existen para dicho consumo y de la diversidad de productos de origen hidrobiológico que se pueden encontrar en el mercado.
- Inversión en investigación relacionada con el sector pesquero. Y por último, se quiere recalcar en la necesidad que existe en nuestro país de reforzar los procesos de investigación en el sector pesquero. Para esto se requiere apoyo y voluntad política por parte de los gobiernos, cooperación internacional para el apoyo económico y liderar redes de investigación con participación del estado colombiano, universidades nacionales y extranjeras, centros de investigación, empresa privada y otras organizaciones que puedan aportar a la definición de los problemas que aquejan el sector pesquero y a sus posibles soluciones. Este es un trabajo que se debe hacer de forma permanente y en el cual se deben involucrar todas las personas e instituciones que de alguna manera estén involucradas con el desarrollo de la agroindustria pesquera en Colombia.

Para concluir estas ideas, es necesario, ya en la parte operativa y ejecutiva, para el desarrollo de la pesca en Colombia tomar algunas medidas de carácter urgente que permitan afrontar el problema pesquero y que se pueden sintetizar en lo siguiente (HLEAP Z., 1990):

- Incrementar los esfuerzos destinados a aumentar la producción tanto de especies tradicionales, de especies no tradicionales pero promisorias, y por supuesto incrementar los esfuerzos en las actividades de pesca productiva o acuicultura. Procesos que se deben realizar a corto y mediano plazo con visión de explotación sostenible, respetando las normas establecidas para capturas y con amplia consideración por el manejo del medio ambiente.
- Propiciar un mejor uso del pescado y los recursos hidrobiológicos capturados en la actualidad, reduciendo las pérdidas postcaptura. Para esto se debe mejorar la infraestructura, como ya se ha anotado, e incrementar los procesos de capacitación para todas las personas involucradas en esta cadena productiva, incluido el consumidor final. Definitivamente las pérdidas por mal manejo son altas y no es viable soportar los costos de captura, transporte, procesamiento y distribución con estas altas pérdidas, que representan pérdidas económicas considerables.
- Atención a las actividades administrativas y de gestión, para permitir que la actividad pesquera siga proporcionando los beneficios y desarrollos socioeconómicos deseados. Es necesario crear verdaderas empresas pesqueras, que involucren procesos administrativos adecuados y modernos, ajustadas a las exigencias internacionales, lo cual permitirá incursionar de forma ágil en los mercados de exportación. De esta forma se dará un uso más racional a las inversiones realizadas, se desarrollarán procesos viables, se llevará un mejor control sobre los diferentes procesos involucrados en las empresas y se ofrecerá un producto de mucho mejor calidad y a costos razonables, lo que necesariamente ha de llevar al fortalecimiento del sector pesquero en Colombia.
- Desarrollo e implementación de nuevas tecnologías de conservación, elaboración y transformación que conlleven a ofrecer productos más atractivos y de mejor calidad para beneficio del consumidor final. En este punto es importante recalcar, la sentida necesidad de la investigación aplicada, que

permita lograr, validar e implementar estos desarrollos tecnológicos en beneficio del crecimiento de la agroindustria pesquera del país.

#### 1.2.4 La agroindustria pesquera

Algunas de las definiciones utilizadas para referirse a la agroindustria son las siguientes:

- Se entenderá por agroindustria toda actividad que implique procesamiento, beneficios o transformación de productos generados por los subsectores agrícola, pecuario, forestal y pesquero (LAUSCHNER, 1975).
- Se entenderá por agroindustria a la actividad económica que agrega valor a productos provenientes de la agricultura, lo pecuario, lo forestal y lo pesquero mediante procesos de transformación o acondicionamiento especial del producto agrícola (CHANTEAUNEUF, 1975).
- La actividad que relaciona la producción agrícola, pecuaria, forestal y pesquera con el consumidor, mediante el acondicionamiento, la transformación, la preservación, el envasado y la comercialización (PLANELLA, y otros, 1976).

De las anteriores definiciones se puede concluir que toda intervención que se haga con fines provechosos sobre una materia prima de origen agrícola, pecuario, forestal o pesquero se puede entender como una actividad agroindustrial. Además, todo proceso con fines de transformación generará dos campos bien definidos que son la producción de alimentos y la utilización de subproductos con fines de obtención de productos técnicos, médicos, veterinarios, cosmetológicos, artesanales, etc. Es decir la visión de la agroindustria debe ser una visión integral, que aparte de propiciar beneficios alimenticios para la humanidad, proponga igualmente alternativas para el aprovechamiento de los subproductos de tal suerte que se planteen "tecnologías limpias de producción" ó "tecnologías cero desechos", lo cual tiene implicaciones importantes en el manejo medioambiental y en los aspectos económicos de desarrollo de las regiones y de los países.

Si nos centramos en la actividad pesquera, claramente podemos determinar cuatro momentos o aspectos fundamentales que se pueden considerar como los pilares de desarrollo de esta actividad productiva. Estos cuatro pilares son los siguientes:

- Aspectos relacionados con el conocimiento del recurso vivo.
- Aspectos relacionados con la extracción y apropiación del recurso.
- Aspectos relacionados con la conservación, elaboración y transformación del recurso.
- Aspectos relacionados con la comercialización de los productos finales.

Los aspectos relacionados con el conocimiento del recurso vivo, son el punto de partida y han sido el origen de actividades económicamente importantes dentro de la industria pesquera como lo es la acuicultura. Es importante el conocimiento que se tenga sobre las especies comercialmente explotadas o con potencial de explotación industrial o artesanal, su biología, su taxonomía, sus hábitos de vida, sus fases de crecimiento y desarrollo, sus ciclos de reproducción y madurez sexual, sus migraciones en los océanos mundiales, su dinámica de población, su forma de alimentación y demás aspectos relacionados con el animal en su etapa de ser vivo. Sin este conocimiento, la industria pesquera estaría un tanto a la deriva, lo cual generaría enorme incertidumbre y posibilidades de extinción de especies ícticas por sobrepesca (lo cual infortunadamente ya se ha presentado con algunas especies), llevando la industria pesquera a un caos, del cual difícilmente podríamos salir adelante. Todo desarrollo agroindustrial que se

haya relacionado con la actividad pesquera debe apoyarse en el conocimiento que los biólogos marinos, principalmente, y otros profesionales han entregado a la comunidad mundial y debe ser el punto de partida de todo proceso pesquero grande, mediano o pequeño, industrial o artesanal y por supuesto del desarrollo de la acuicultura.

El segundo punto, relacionado con los aspectos de extracción y apropiación del recurso hidrobiológico es tal vez el más exigente desde el punto de vista de las inversiones necesarias a realizar. Es el proceso por medio del cual nos apropiamos de las diferentes especies comerciales y no comerciales con fines de venta en fresco o con un mayor o menor grado de transformación. Para lograr el fin anotado, se requiere de una serie de equipos, instrumentos, artes de pesca y desarrollos tecnológicos que generalmente son costosos y de manejo especializado, lo cual plantea un freno, para nuestro medio, al desarrollo de la agroindustria pesquera. La primera actividad es la disposición de buque de pesca acondicionado con los aditamentos requeridos para realizar faenas con calidad que garanticen la obtención de un pescado entero, de buena presentación, en volumen aceptable y que responda a los cánones exigidos por la comunidad internacional. El paso siguiente es la detección de los bancos de pesca, proceso bastante costoso ya que la tecnología moderna se basa en el apoyo satelital, tecnología para la cual Colombia está muy limitada debido precisamente a los altos costos que esto implica. En nuestro país se dispone básicamente de sistemas que aunque funcionan no dan las garantías reales para ser eficientes en este tipo de procesos. Posteriormente, viene todo lo relacionado con la navegación, ubicación de la embarcación en los sitios de captura y los procesos en sí de pesca, lo cual requiere de una alta experticia y conocimiento exigiendo personal capacitado y por lo tanto costoso. Una vez obtenida la captura, esta se debe llevar hasta la superficie de la embarcación y allí acondicionarla para su almacenamiento en frío y su transporte hasta el puerto en donde se va a entregar. Todos estos procesos son igualmente costosos, exigentes en cuanto a calidad se refiere y requieren para su ejecución, igualmente, de personal capacitado. En Colombia se tienen serias dificultades para el desarrollo de este tipo de actividades relacionadas con los aspectos de captura, y este es uno de los puntos en donde se debe trabajar con mayor ahínco en la búsqueda de alternativas para superar las dificultades y acercarse cada vez más a los desarrollos técnicos y tecnológicos logrados en países desarrollados, a sabiendas que no será una actividad fácil de lograr en el corto y mediano plazo.

Con relación a los procesos de conservación, elaboración y transformación, el panorama no es tan crítico debido a que en el país se tienen algunas empresas dedicadas a este tipo de labores. Por supuesto, las condiciones de proceso no son las ideales en algunos casos, pero si son susceptibles de mejorar. Se deben desarrollar procesos acordes a las normas establecidas por los organismos internacionales de control, someter los productos y sus procesos a sistemas de aseguramiento de calidad (BPM, HACCP, Normas ISO, etc.) y garantizar procesos inocuos y de alta calidad, lo que permita que el consumidor final, colombiano o del exterior, quede satisfecho con la compra realizada. Se debe desarrollar investigación conducente al desarrollo de nuevos productos, al uso de nuevas especies hidrobiológicas no tradicionales y al aprovechamiento racional de los recursos ícticos, así como también al aprovechamiento de los subproductos con fines de obtención de múltiples productos, no alimenticios, que permitan un mejor bienestar de la humanidad. Los recursos humanos para esto, se están formando en el país. Hoy se cuenta con 18 programas de Ingeniería Agroindustrial, otros tantos de Ingeniería de Alimentos y un programa de Ingeniería Pesquera, además de varios profesionales que están realizando maestrías y doctorados en prestigiosas universidades del país y del mundo. Obviamente, se requiere profundizar en este conocimiento, e implementar actividades conducentes al permanente mejoramiento de la calidad de los productos ofrecidos al consumidor final.

Por último, la comercialización de los productos de origen pesquero debe ser el punto final de esta cadena productiva o si se prefiere de esta agroindustria. Se deben crear los mecanismos para lograr llegar hasta los sitios más apartados del país, de tal suerte que todos los colombianos tengan acceso a este tipo de alimentación, de por sí rica en nutrientes de excelente calidad. Pero no se debe mirar exclusivamente al país, sino también pensar en el comercio internacional, en donde se dispone de mercados amplios y de gran importancia para el incremento de las exportaciones del país pero altamente exigentes en calidad, precio y presentación. Debemos ajustarnos a los requerimientos de estos países y abrir estos mercados, lo cual ha de redundar en beneficios económicos y sociales para Colombia y sus regiones involucradas en las actividades pesqueras. Se requiere de personal capacitado para la ejecución de estas actividades, de instituciones que establezcan los contactos con los compradores internacionales, de organizaciones que ejerzan la logística de las exportaciones, la asistencia a eventos internacionales en donde se muestren, se den a conocer y se promuevan estos productos marca "Colombia".

Si se logran consolidar estos cuatro aspectos, se podrá hablar de una verdadera agroindustria pesquera en Colombia. El camino no es fácil, pero se tienen las condiciones básicas donadas por la naturaleza, la capacidad humana y la capacidad de trabajo juega a favor nuestro. Se requiere la voluntad política para brindar el apoyo normativo estatal necesario para dicha consolidación, los recursos económicos que se deben buscar bien sea a partir del apoyo estatal, de la empresa privada o de recursos de cooperación internacional y la concreción de proyectos bien elaborados que permitan llegar precisamente a estas fuentes de financiación.

Quiero aportar para terminar la frase propuesta por la FAO en 2002: "El desarrollo futuro del mundo de la pesca requiere de metas a largo plazo. Para lograrlas es necesario el esfuerzo colectivo de los Estados ribereños, ricos y pobres, y el fortalecimiento del flujo de fondos por parte de los gobiernos, sobre todo de los países en vías de desarrollo, para solucionar problemas de alimentación y lograr un cambio de las condiciones socioeconómicas de grandes núcleos de su población y así lograr un reparto equitativo y justo de la riqueza".

### **1.2.5 Alternativas de Procesamiento: productos alimenticios**

La agroindustria pesquera está basada, como ya se ha anotado, en la producción, la transformación y la comercialización de productos derivados de la pesca. En Colombia, esta actividad gira alrededor de la explotación de algunas especies de origen marino, algunas otras del ámbito continental, otras las tradicionalmente utilizadas para la acuicultura y algunos crustáceos. La pesca extractiva, geográficamente está repartida en los dos océanos y las actividades de acuicultura (pesca productiva) están repartidas por todo el país, siendo los departamentos del Huila, Valle del Cauca, Meta, Antioquia, Cundinamarca, Santander, Quindío, Cauca, Boyacá y Nariño los de mayor desarrollo tanto en especies de clima cálido, como en especies de clima frío.

Por sus características nutricionales las especies de origen hidrobiológico poseen gran importancia por ser ricas en proteína (poseen los ocho aminoácidos esenciales) y sus grasas en la mayoría de los casos son grasas insaturadas ricas en ácidos grasos omega 3 y omega 6 y poseen algunas vitaminas liposolubles e hidrosolubles, así como también algunos minerales importantes para el desarrollo y manutención del organismo. En la Tabla 1 se puede apreciar la composición de aminoácidos del pescado comparada con otros alimentos de origen animal (SIKORSKI, 1994).

De la Tabla 1.1 se puede apreciar que para los aminoácidos esenciales, el pescado, comparado con los otros alimentos, presenta valores altos, lo cual muestra la importancia nutricional de las especies

hidrobiológicas. Sin embargo, para una buena alimentación se debe hacer uso de todos estos alimentos en forma variada lo que complementa un excelente aporte en aminoácidos esenciales, necesario para la manutención y desarrollo normal del organismo.

Tabla 1.1. Contenido de aminoácidos del pescado vs. otros alimentos de origen animal.

| Aminoácido    | Contenido (% de proteína) |       |       |       |       |
|---------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
|               | Pescado                   | Res   | Cerdo | Huevo | Leche |
| Alanina       | 7,91                      | 5,30  | -     | -     | -     |
| Arginina      | 5,95                      | 6,60  | 6,40  | 6,40  | 3,50  |
| Ác. Aspártico | 10,34                     | 7,80  | -     | -     | -     |
| Cistina       | 1,04                      | 1,10  | -     | -     | -     |
| Ác. Glutámico | 14,91                     | 13,50 | -     | -     | -     |
| Histidina     | 2,01                      | 2,90  | 3,20  | 2,10  | 2,40  |
| Lisina        | 8,81                      | 8,10  | 7,80  | 7,20  | 8,10  |
| Leucina       | 8,41                      | 8,40  | 7,50  | 9,30  | 11,80 |
| Isoleucina    | 6,03                      | 5,10  | 4,90  | 8,00  | 6,50  |
| Prolina       | 3,52                      | 3,30  | -     | -     | -     |
| Serina        | 5,14                      | 3,60  | -     | -     | -     |
| Valina        | 5,95                      | 5,70  | 5,00  | 7,30  | 6,20  |
| Metionina     | 2,97                      | 2,30  | 2,50  | 4,10  | 2,20  |
| Treonina      | 4,62                      | 4,00  | 5,10  | 4,90  | 4,80  |
| Triptofano    | 0,96                      | 1,10  | 1,40  | 1,50  | 1,40  |
| Fenilalanina  | 3,92                      | 4,00  | 4,20  | 6,30  | 4,60  |
| Tirosina      | 3,27                      | 3,20  | 3,00  | 4,50  | 5,50  |

Nota: El contenido de cada aminoácido en el pescado corresponde al promedio de diez especies ícticas de ámbitos geográficos diferentes.

Fuente: SIKORSKI, 1994

En la Tabla 1.2 se aprecia la composición general, en porcentaje (porción comestible), de alimentos de origen animal (SIKORSKI, 1994).

Tabla 1.2. Composición general de alimentos de origen animal, porcentaje (parte comestible).

| Alimento     | Carbohidratos | Proteínas | Grasas | Cenizas | Agua  |
|--------------|---------------|-----------|--------|---------|-------|
| Carne        |               |           |        |         |       |
| Res          | -             | 17,50     | 22,00  | 0,90    | 60,00 |
| Tenera       | -             | 18,80     | 14,00  | 1,00    | 66,00 |
| Cerdo        | -             | 11,90     | 45,00  | 0,60    | 42,00 |
| Carnero      | -             | 15,70     | 27,70  | 0,80    | 56,00 |
| Caballo      | 1,00          | 20,00     | 4,00   | 1,00    | 74,00 |
| Aves         |               |           |        |         |       |
| Pollo        | -             | 20,20     | 12,60  | 1,00    | 66,00 |
| Pato         | -             | 16,20     | 30,00  | 1,00    | 52,80 |
| Pavo         | -             | 20,10     | 20,20  | 1,00    | 58,30 |
| Peces        |               |           |        |         |       |
| Filete magro | -             | 16,40     | 0,50   | 1,30    | 81,80 |
| Filete graso | -             | 20,00     | 10,50  | 1,40    | 68,60 |
| Crustáceos   | 2,60          | 14,60     | 1,70   | 1,80    | 79,30 |

Fuente: SIKORSKI, 1994

El análisis de los datos presentados en la Tabla 1.2 nos permite visualizar que el contenido de proteínas del pescado está acorde con el nivel de proteína de otras especies de procedencia animal. Por su lado, el contenido de lípidos presenta variaciones amplias, dando origen a los llamados peces magros o blancos (contenido de grasa inferior a 2%) y a los peces grasos o azules (contenido de grasas superior a 5%), con la ventaja adicional que se trata de grasas insaturadas necesarias para el buen funcionamiento del organismo.

Para la valoración comercial de una especie de origen hidrobiológico es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La composición y el valor alimenticio (propiedades nutricionales). Aquellas especies de mayor contenido en proteínas será mejor valorada que las especies de menor contenido. Este aspecto, igualmente está ligado al volumen muscular del pescado, el cual representa un mayor o menor aporte en alimento, lo cual también es un parámetro importante para la valoración comercial de una determinada especie.
- Las propiedades organolépticas y funcionales (sabor, olor específico, estructura y consistencia, masticabilidad, dureza, fibrosidad así como también forma, color y viscosidad), son propiedades que definen los parámetros de calidad de una determinada especie de origen hidrobiológico. De estas propiedades depende la aceptación o el rechazo de la especie por parte del consumidor final

y también repercuten en los productos finales que se elaboren a partir de ellas.

- El grado de frescura, o sea la edad del pez después de la captura y la ulterior capacidad de conservación en lo cual intervienen las circunstancias de captura, el tratamiento a bordo, y el tipo de carga microbiana resultante del mismo, es otro parámetro importante para la valoración comercial de una especie íctica. Por esto es fundamental el correcto manejo postcaptura que se haga del pescado, desde el mismo momento de su captura. La única posibilidad de obtener productos de excelente aceptación por parte del consumidor es a partir de materias primas también de excelente calidad, y entendiéndolo, que el pescado es un alimento altamente perecedero, es necesario la aplicación de técnicas y tecnologías apropiadas para la conservación primaria de estas especies hidrobiológicas.
- La idoneidad del pescado para ser elaborado de una u otra forma. Este aspecto es importante, ya que nos brinda la posibilidad de obtener múltiples productos y diversificar la oferta de alimentos a partir de una misma especie pesquera marina o de aguas dulces, lo cual es positivo para incrementar la aceptación de los productos pesqueros por parte de los consumidores finales.

En la Tabla 1.3 se aprecian las necesidades de aminoácidos esenciales y su satisfacción por el consumo de 200 g de filete de pescado para una persona adulta en ejercicio de su vida laboral (LUDORFF, y otros, 1978).

Los datos presentados en la Tabla 1.3 claramente nos muestran la importancia que para una persona normal y productiva representa el consumo de 200 g de filete de pescado en forma habitual, propiciándole el aporte necesario, y en algunos casos superiores al 100%, de los aminoácidos esenciales necesarios para la manutención del organismo.

**Tabla 1.3. Necesidades diarias de aminoácidos esenciales y su satisfacción por filete de pescado.**

| Aminoácidos  | Necesidades diarias | Contenido en 200 g de filete de pescado. | Parte de las necesidades cubiertas con el consumo de 200 g de filete de pescado, en %. |
|--------------|---------------------|--|--|
| Valina       | 1,60                | 2,00                                     | 125  |
| Treonina     | 1,00                | 1,60                                     | 160  |
| Leucina      | 2,20                | 2,80                                     | 125  |
| Isoleucina   | 1,40                | 2,00                                     | 140  |
| Lisina       | 1,60                | 3,20                                     | 200  |
| Metionina    | 2,20                | 1,20                                     | 55   |
| Fenilalanina | 2,20                | 1,40                                     | 65   |
| Triptófano   | 0,50                | 0,40                                     | 80   |
| Histidina    | 1,40                | 2,00                                     | 140  |

Fuente: LUDORFF, y otros, 1978.

Continuando con el análisis, en la Tabla 1.4 se puede visualizar la satisfacción de las necesidades diarias de nutrientes (% de satisfacción de dichas necesidades).

**Tabla 1.4. Satisfacción de las necesidades diarias de nutrientes (% de satisfacción).**

| Nutrientes              | Necesidades | Pescado graso, % | Pescado magro, % |
|-------------------------|-------------|------------------|------------------|
| Proteína                | 75 g        | 50               | 50               |
| Grasa                   | 80 g        | 60               | -                |
| Calorías                | 2600        | 25               | 5                |
| Fósforo                 | 1,5 g       | 45               | 40               |
| Hierro                  | 12 mg       | 30               | 25               |
| Iodo                    | 0,2 mg      | -                | 450              |
| Vitamina D              | 400 UI      | Más de 1000      | -                |
| Vitamina A              | 5000 UI     | Más de 100       | -                |
| Vitamina B <sub>1</sub> | 1,7 mg      | 15               | 15               |
| Vitamina B <sub>2</sub> | 1,8 mg      | 30               | 20               |
| Niacina                 | 12 mg       | 75               | 50               |

Fuente: LUDORFF, y otros, 1978.

La Tabla 1.4 permite concluir que el pescado proporciona un bagaje importante de proteína, grasas, minerales y vitaminas necesarias para el funcionamiento normal del organismo.

Las tablas anteriores permiten concluir que el aporte nutricional del pescado es de suma importancia para el desarrollo normal del individuo humano. En efecto nos encontramos ante un excelente alimento, rico en proteínas, que podría servir para ayudar a minimizar los problemas de hambre y de esta forma hacer de Colombia un país mucho más desarrollado en lo económico y en lo social.

La situación planteada es importante, pero requiere de alternativas para materializarla y que brinde el efecto esperado. Sabemos que el pescado es un alimento altamente perecedero y que las posibilidades para su comercialización en estado fresco, son por lo tanto restringidas. Se debe entonces incursionar en la agroindustria de transformación de tal suerte que se logren ampliar los tiempos de vida útil de esta proteína, para lograr llegar hasta los sitios más difíciles de nuestra geografía, para de esta forma contribuir realmente al mejoramiento del estado nutricional de los colombianos.

Además de lo anotado, es necesario diversificar y proponer productos novedosos por sus características organolépticas, de mayor valor agregado, que tengan gran aceptabilidad por parte de los consumidores y que gocen de facilidad para su comercialización.

Las alternativas para esto existen a nivel mundial, se trata de adaptarlas al medio colombiano e implementarlas, haciendo la respectiva transferencia tecnológica a las comunidades, empresas y personas interesadas en el tema.

Los desarrollos logrados en tecnología de procesamiento de especies hidrobiológicas nos muestran que de un pescado se aprovecha en producto primario entre el 45 y el 55 % del peso total del mismo, representado básicamente en su masa muscular o filete. Algunas otras partes del animal igualmente pueden ser consideradas como alternativas alimenticias (cabeza, huevos, hígado), las partes restantes (huesos, aletas, escamas, intestino, vejiga natatoria, piel, riñones y otros) hacen parte de los llamados subproductos, que son materia prima para la obtención de productos técnicos no alimenticios, pero igualmente importantes para el bienestar de la humanidad.

El filete resultante de la adecuación del pescado, será entonces la materia prima para la obtención de los múltiples productos destinados para la alimentación humana.

Dentro de estos productos se pueden citar los siguientes:

- Pescado conservado por frío.
- Pescado salado y/o curado.
- Pescado deshidratado.
- Pescado ahumado.
- Pescado en conservas.
- Productos de salsamentaría a base de pescado.

### ***Pescado conservado por frío.***

La conservación del pescado por medio del frío tiene grandes ventajas entre los métodos de conservación existentes, pues garantiza la no alteración de las propiedades naturales del recurso hidrobiológico. Los efectos conservantes de las temperaturas bajas aparecen muy rápido, lo que condiciona la gran efectividad de este método.

El procesamiento y/o conservación por medio del frío está basado en las operaciones de refrigeración, congelación, conservación en frío y descongelación.

La refrigeración se realiza con el fin de aumentar el tiempo de conservación de la materia prima sin que se presenten cambios fundamentales en sus propiedades y en su calidad. La refrigeración es el proceso por medio del cual se desciende rápidamente la temperatura del pescado sin que haya conversión del agua de los tejidos de su estado líquido a estado sólido.

Como resultado del enfriamiento, la acción de los microorganismos y fermentos se frena o se reduce considerablemente, el tiempo de conservación aumenta y se puede definir el período en el cual el pescado no pierde su valor comercial y nutricional. El tiempo de conservación del pescado refrigerado depende principalmente de la calidad del pescado, de la forma y duración del enfriamiento así como también de las condiciones de conservación.

El tiempo de conservación del pescado refrigerado se puede aumentar en algunos días, si antes de enfriarlo se extraen del pescado las vísceras y las branquias, en las cuales rápidamente se desarrollan los microorganismos putrificantes.

La congelación del pescado es el proceso por medio del cual la temperatura del pescado fresco se baja rápidamente hasta - 20°C, - 30°C o menos y por lo tanto la mayoría de la humedad contenida en los tejidos se transforma en hielo. Como resultado de la congelación se crean condiciones desfavorables

para el desarrollo de los microorganismos putrificantes y para la acción de las enzimas, lo que permite aumentar considerablemente los tiempos de conservación de los pescados.

En la congelación se frena la acción de los microorganismos, que se encuentran en la superficie y en los tejidos del pescado. La muerte de los microorganismos a bajas temperaturas sucede no solamente como consecuencia de los cambios en el metabolismo de éstos, sino por la destrucción mecánica de las células por acción de los cristales de hielo.

Para obtener pescado congelado de buena calidad se recomienda utilizar una congelación inmediata, sobre todo en la zona de temperaturas entre 0°C y -5°C, que es cuando suceden los cambios más importantes en los tejidos. En una congelación rápida se forman pequeños cristales de hielo, que deforman los tejidos del pescado en menor grado que los grandes cristales que se forman en la congelación lenta. En general, el tamaño de los cristales de hielo depende no solamente de la velocidad de congelación, sino de las condiciones de la conservación previa del pescado: entre mayor sea el tiempo y más alta la temperatura de conservación, más grandes son los cristales de hielo en los tejidos.

Una vez congelado el pescado, a temperaturas bajas, se conserva en congeladores industriales o en cuartos fríos a temperatura de -18°C, considerada la temperatura comercial de almacenamiento de productos congelados. El tiempo de conservación depende tanto de las condiciones del proceso, como de la forma y régimen de congelación utilizado. Para la mayoría de los pescados no es superior a 6 – 8 meses.

Una conservación prolongada del pescado, conlleva al proceso de oxidación de las grasas, lo mismo que a la desnaturalización de las proteínas. Para evitar estos procesos se utilizan: el recubrimiento con hielo de la superficie del pescado, el tratamiento del pescado con antioxidantes, la utilización de empaques adecuados, etc.

La descongelación del pescado o de productos procesados es el ascenso de la temperatura interna de los tejidos hasta temperaturas de refrigeración y es el paso final en la cadena de frío. Se presenta la fusión de los cristales de hielo y la absorción de humedad por los tejidos del pescado. La calidad del pescado descongelado depende de la calidad del pescado, de la forma y régimen de congelación, de las condiciones y duración de la conservación lo mismo que de la forma de descongelación.

### ***Pescado salado y/o curado.***

El proceso de salado es una de las alternativas de conservación del pescado más antiguas que existe, y a pesar de contar hoy en día con alternativas industriales de alta calidad y desarrollo tecnológico como los logrados por la industria del frío, el salado sigue siendo importante en aquellas regiones en donde no se dispone de fluido eléctrico para pensar en utilización de frío artificial.

Por otro lado, el salado es una alternativa de diversificación para la industria pesquera, ya que proporciona productos finales que, aunque en nuestro medio no son de amplia difusión y aceptación organoléptica, en países europeos y de otras latitudes son productos de consumo masivo.

Es una alternativa que se debe considerar, ya que se trata de un proceso relativamente sencillo de aplicar, poco costoso y que garantiza conservación por amplios períodos de tiempo.

Como su nombre lo dice claramente, el proceso consiste en la adición de sal, lo que puede hacerse de formas diferentes: a) salado en seco, contacto directo del pescado con los cristales de sal, b) salado húmedo, contacto del pescado con una solución salina (llamada salmuera) previamente preparada y de diferente concentración, c) salado combinado, cuando se utilizan los dos anteriores con el fin de acelerar

el proceso, d) curado, lo que es una versión del salado seco, en el cual se usan, además de los cristales de sal, nitratos y nitritos.

La esencia del proceso del salado como forma de conservación está en la saturación del agua contenida en el pescado, con sal, lo que lleva a la destrucción de la vida de los microorganismos y frena la acción de los fermentos, demorando o frenando por completo de esta forma los procesos de deterioro del recurso hidrobiológico.

El salado es un proceso osmótico. La membrana de las células del tejido muscular permite el paso de la humedad junto con las sustancias diluidas en ella (en este caso NaCl). Al haber contacto a través de una membrana permeable de dos soluciones acuosas de diferente concentración se da un proceso de intercambio de la sustancia diluida y del solvente en las direcciones opuestas hasta que aparezca la igualdad en la concentración de ambas soluciones. De esta forma, en el salado sucede un movimiento de la humedad de los tejidos del pescado hacia la salmuera externa y la absorción de sal por parte de los tejidos.

El efecto conservante de la sal en el pescado depende en gran parte del tiempo gastado para que la concentración de la sal llegue a un determinado nivel, después del cual se logra detener el desarrollo de los microorganismos.

En el proceso del salado del pescado se desprende humedad y de la misma forma la sal penetra en el pescado. La masa de agua que sale de los tejidos musculares del pescado es considerablemente mayor que la masa de sal que penetra. El intercambio de masas se da entre el agua y la sal. Las grasas y proteínas en estos procesos no toman parte. Por esta razón, la pérdida de masa, depende exclusivamente del agua (humedad) y esto a su vez depende de la cantidad de sal: entre mayor sea la cantidad de sal, más pérdida de agua y por lo tanto menor cantidad de pescado salado se obtiene.

En el proceso del salado, los cambios en el pescado dependen de las propiedades y la composición química de sus tejidos. Los pescados magros en el salado se secan considerablemente. Como resultado de esto, este tipo de pescado puede conservarse por mucho tiempo sin alteraciones sustanciales.

El pescado graso en el proceso de salado y conservación es capaz de madurar, se pierden el sabor y el olor de pescado crudo, la consistencia de la carne se hace más suave y el pescado toma un sabor y un aroma agradables.

La maduración del pescado es el producto de una compleja serie de cambios de las proteínas y grasas, que llevan a la formación de productos con sabor y olor específicos. Se sabe que el proceso de maduración del pescado comienza con la síntesis de las proteínas por acción de los fermentos proteolíticos que se encuentran en los órganos internos del pescado. En este proceso influye la cantidad de microorganismos presentes en la salmuera, sobre todo las bacterias acidolácticas. El desarrollo de éstas es beneficioso, ya que ofrecen resistencia a las bacterias putrificantes y por lo tanto aumenta el poder de conservación del producto final.

Una alternativa interesante para el desarrollo de productos de origen hidrobiológico son los productos marinados y salados con especias.

El marinado es una forma de conservación en donde se utiliza sal común, ácido acético (vinagre) y especias. Los productos obtenidos de esta forma se llaman marinados. Se diferencian los marinados en frío y en ambientes calientes. Estos últimos se preparan a partir de pescado previamente cocido, frito o

ahumado. Los marinados en frío se preparan de pescado fresco o salado. Los más difundidos en la industria son los marinados en frío, llamados tradicionalmente seviches.

El proceso de maduración en el pescado marinado se diferencia del proceso de maduración en el pescado salado, en que en el primero la desnaturalización de las proteínas es mayor. La maduración del pescado marinado debe realizarse a una temperatura cercana a 0°C durante 10 – 30 días dependiendo de la concentración de la sal y del vinagre, lo mismo que del nivel de maduración del pescado salado antes del marinado. Los marinados deben conservarse a temperaturas entre 2°C y 6°C.

El salado con especias es el proceso de elaboración del pescado con una mezcla de sal, azúcar y especias. En este proceso, alguna cantidad de azúcar y especias penetra a los tejidos, lo cual le da al producto un sabor específico y un aroma agradable.

Para este tipo de productos se usan pescados capaces de madurar en estado salado y que tengan una alta cantidad de grasas. Debido a que la dosis de sal en este tipo de salado no es muy alta, es necesario agregar una sustancia antiséptica.

Las preserves o semiconservas son productos salados, salados con especias o marinados empacados herméticamente en frascos de vidrio, de lata o de plástico. La acción conservante en las preserves se basa en la capacidad que tiene el pescado en aceptar la sal y el vinagre como elementos deshidratantes. Al reducir la cantidad de agua, la acción de los fermentos y el desarrollo de los microorganismos se frenan, razón por la cual este tipo de producción no requiere de esterilización. La temperatura de almacenamiento no debe ser superior a 3°C – 8°C y debe dejarse por 20 – 30 días para la maduración.

### ***Pescado deshidratado.***

La deshidratación es un método de conservación aplicada a los recursos de procedencia hidrobiológica desde tiempos remotos y permite conservar el pescado por mucho tiempo.

Se llama pescado deshidratado al pescado que contiene muy poca cantidad de agua y que tiene, dependiendo de la elaboración previa, particularidades nutricionales y sensoriales específicas. Estas operaciones previas de elaboración pueden ser el salado, el curado o la conservación por agentes químicos.

La deshidratación plantea dos alternativas de productos finales. El pescado seco es un producto semielaborado, que para ser utilizado en la alimentación humana debe ser transformado. El pescado desecado es un producto terminado y se puede utilizar directamente como alimento. En el proceso de elaboración y conservación del pescado desecado, suceden una serie de cambios bioquímicos complejos en su carne, se redistribuye la grasa en los tejidos y el pescado toma el sabor de producto madurado.

Como materia prima para la fabricación de pescado seco y desecado se usa el pescado refrigerado, congelado o salado.

El pescado pertenece al grupo de alimentos, cuya velocidad de secado se define por el movimiento de la humedad dentro del producto. El proceso de secado se compone de tres fases: formación de vapor de agua en la superficie del material o dentro de este, salida de los vapores formados al medio externo a través de la capa de separación y salida de vapores de la parte interna del material hacia la superficie. Por esto la velocidad de secado depende de la velocidad de transformación de la humedad

(evaporación), de la mecánica y velocidad de movimiento de la humedad dentro del material y de la velocidad de salida del vapor al medio ambiente.

Dependiendo de las condiciones de temperatura, existen dos métodos básicos para el secado del pescado: el frío y el caliente. Al igual, en los últimos años ha tomado fuerza el método de secado por sublimación o liofilización.

El secado en frío de productos de procedencia hidrobiológica se realiza por aire con una temperatura inferior a 40°C. El pescado se seca en condiciones naturales o en secadores especiales a temperaturas no superiores a 40°C, como ya se anotó. Cuando se utiliza el secado al natural, el pescado se apila durante el secado con la piel hacia abajo y se prensa durante tiempos periódicos y con relativa frecuencia. La altura de la pila debe ser de aproximadamente 50 cm. Después de 3 – 5 días, dependiendo de la especie sometida al proceso de deshidratación, el pescado se apila de nuevo y se prensa utilizando una mayor presión. La duración total del proceso de secado en condiciones naturales es de cerca de 40 días.

El pescado secado en frío se recomienda almacenar con una humedad relativa del aire de 70 – 75 % y empacado en un empaque sencillo, cuya finalidad básica es impedir su contacto con el ambiente externo y por lo tanto su posible contaminación.

En el secado caliente el pescado se trata con aire caliente a temperaturas superiores a 100°C. En el secado por este método, las proteínas se desnaturalizan, se desprende parte de las grasas y humedad, se fraccionan las vitaminas, pierden su actividad los fermentos. Este tipo de secado se realiza en hornos especiales o en hornos caseros contruidos de ladrillo.

El secado por sublimación está basado en el paso del agua presente en los tejidos del pescado de su estado sólido (congelado) al estado gaseoso sin pasar por el estado líquido. Al deshidratar el pescado por el método de sublimación se da el secado del producto en estado congelado. El proceso se realiza bajo condiciones de presión inferiores a la presión atmosférica, generalmente se trabaja al vacío.

El secado del pescado por el método de sublimación da la posibilidad de obtener un producto de alta calidad: la estructura del pescado es porosa, se conserva completamente el color, el sabor, el olor y las propiedades nutritivas iniciales.

Este método es el más prometedor en la industria del secado, sin embargo, es un método muy costoso, razón por la cual no ha obtenido los resultados esperados.

### ***Pescado ahumado.***

Se llama ahumado al método de conservación basado en la acción de la sal (NaCl) y de diferentes componentes químicos, producto de la pirólisis de la madera sobre el pescado. Los productos ahumados son ampliamente apetecidos por sus características de sabor, olor y color, además de su valor nutricional que es alto.

Se diferencian dos métodos básicos para el ahumado: en caliente a temperaturas altas (80 – 170°C) y en frío a temperatura no superior a 40°C. El pescado ahumado por el método en caliente es ligeramente salado, tierno, con aroma de humo, tiene alto contenido de humedad y no soporta ser almacenado por mucho tiempo. El pescado ahumado por el método en frío es un producto más estable, con aroma de humo de madera, con carne compacta, con menor cantidad de agua y sal que el ahumado por el método caliente.

Además del ahumado tradicional (en frío ó en caliente), en los últimos años se ha desarrollado la tecnología del electroahumado y el ahumado por medio de condensados de humo (humo líquido y humo en polvo).

Al realizar el ahumado del pescado, la fuente de humo y calor es la madera en forma de leña, virutas, limaduras o aserrín. Para el ahumado es preferible el uso de madera en las cuales no haya presencia de sustancias resinosas o alquitranadas: el abedul, el roble, el avellano, el tilo, el arce, el álamo y otros. La madera de estos árboles arde muy bien y su humo es muy aromático. La madera utilizada debe tener una humedad no superior a 25%, si es superior se obtendrá un producto de color poco agradable y con sabor amargo y resinoso.

Al quemar completamente la madera, sus elementos químicos básicos se oxidan totalmente hasta obtener uniones volátiles. Al no haber una combustión total se forman productos intermedios que son los que le dan al pescado el color, el sabor y el aroma de producto ahumado.

El humo formado en las cámaras es una mezcla compleja de productos sólidos, líquidos y gaseosos. De estos, los más importantes son los aldehídos, las acetonas, los ácidos fórmico y acético, los fenoles, los alcoholes y las resinas. La saturación del humo con estas sustancias orgánicas depende de la oxidación total o parcial de las partes básicas de la madera (la celulosa), y por lo tanto, de la temperatura y de la cantidad de aire que penetra a la zona de combustión.

El tamaño de los trozos de madera influye considerablemente en la calidad del humo. La intensidad del color del pescado, el olor y el sabor a ahumado dependen del contenido de fenoles en la carne. La mayoría de los productos formados al quemar la madera poseen acción antiséptica o bactericida, lo cual garantiza la conservación del producto ahumado final.

Uno de los momentos más importantes en el proceso de ahumado es la acumulación de humo en la superficie del pescado, la cual depende de la temperatura del humo, del estado de la superficie y de algunos otros factores menos importantes.

La velocidad de ahumado del pescado depende de la concentración de humo en la cámara y de su temperatura. Entre mayor sea la densidad del humo más rápido se desarrolla el proceso, pero el humo denso le proporciona al pescado un color café oscuro y un sabor ácido, ya que en él hay presente gran cantidad de sustancias derivadas del alquitrán y de la resina. Cuando la densidad del humo es baja no se forma el color deseado y el sabor no es agradable. De esta forma, la densidad del humo determina la calidad del pescado ahumado.

Durante el ahumado, el pescado se deshidrata, disminuye su masa y cambian sus propiedades mecánicas y estructurales, los componentes del humo se difunden en el cuerpo del pescado y colorean su superficie.

Se llama ahumado caliente al proceso de ahumado del pescado en una atmósfera de humo y que lleva a la cocción del pescado y a la asimilación del aroma y sabor característico. Este proceso se desarrolla en hornos especiales. Estos hornos pueden ser de acción continua o de acción estacionaria. Los hornos de acción continua se dividen en hornos de cámara (el pescado se carga y se descarga por el mismo lado) y hornos con bandas transportadoras (el pescado se carga por un lado y se descarga por el otro).

En el proceso de ahumado en caliente se diferencian tres etapas: el presecado, el horneado y el

ahumado propiamente dicho. El presecado se realiza a una temperatura en la cámara de 70 – 80 °C y durante 30 – 40 min. Se considera terminado cuando la superficie este seca. El horneado se realiza a una temperatura de 110 – 140 °C y durante 30 – 60 min, después de lo cual la carne comienza libremente a separarse de los huesos. El proceso del ahumado se lleva a cabo a una temperatura de 100 – 120 °C. En el proceso de ahumado, el producto toma un color amarillento y un aroma agradable. La duración de esta última fase dura aproximadamente entre 50 y 100 min, dependiendo de la especie que se esté ahumando.

Para el ahumado en frío se usa pescado fresco, congelado o salado. En el desarrollo de este proceso, el presecado del pescado antes del ahumado es necesario debido a que la superficie húmeda genera la condensación de las sustancias resinosas, y el pescado adquiere un color café oscuro no llamativo. El pescado se preseca en condiciones naturales, en cámaras de secado o en cámaras de ahumado sin la utilización directa del humo. La duración del presecado en condiciones naturales depende de la temperatura y de la humedad del aire y varía entre 0,5 y 2 días en climas cálidos y hasta cuatro días en climas fríos. Esta condición climática determina el proceso de presecado, razón por la cual se utiliza el secado en condiciones artificiales (cámaras de secado). Durante el presecado, en condiciones naturales, el pescado pierde de 5 a 20 % de su masa.

El proceso de ahumado se lleva a cabo en hornos especialmente diseñados a una temperatura que varía entre 25°C y 35°C. El ahumado dura entre 2 y 8 días dependiendo de la especie, del tamaño del pescado y de la construcción del horno.

El electroahumado del pescado se basa en la propiedad del humo de precipitarse sobre la superficie de éste en un campo de alta tensión de corriente continua. El electroahumado da la oportunidad de disminuir la duración del ahumado en 8 – 10 veces en comparación a los otros métodos, lo que a su vez lleva a la disminución de las pérdidas tecnológicas y al aumento de la producción obtenida.

### ***Pescado en conservas.***

Los productos empacados herméticamente en un recipiente y sometidos a la acción de altas temperaturas (más de 100°C) durante un tiempo determinado, se llaman conservas. Este tipo de productos tienen la ventaja de poderse almacenar a temperaturas normales durante tiempos prolongados, sin que se presenten cambios considerables en la calidad o alteraciones de orden microbiológico o tóxico. La producción de conservas de pescado se basa en el principio de la esterilización o sea en la acción de la temperatura sobre los microorganismos.

Las conservas se consideran productos completos para la alimentación humana. Las proteínas, grasas y sustancias minerales contenidas en ellas se asimilan muy bien por el organismo de las personas. Las conservas de pescado son ricas en sustancias minerales: potasio, sodio, calcio, fósforo, magnesio y en algunas vitaminas.

Dependiendo de la elaboración previa del pescado y de la forma de conservación, las conservas esterilizadas se clasifican en seis grupos:

- Conservas naturales, se preparan de pescado pelado, de carne de crustáceos (cangrejos, camarones, jaibas y otros), así como también del hígado de algunas especies. La materia prima para este tipo de conservas se coloca en las latas o recipientes apropiados sin elaboración térmica previa, se le agrega un poco de sal y en algunos casos especias y condimentos.

- Conservas de pescado en aceite, se preparan de pescados de diferente tipo, pelados o enteros según las normas establecidas y los tamaños de estos, luego de lo cual se fríe, se blanquea (precocido) o se ahuma. El pescado térmicamente elaborado por alguna de estas formas se coloca en los recipientes y a éstos se les agrega aceite vegetal refinado.
- Conservas en salsas, se preparan a partir de diferentes pescados pelados y adecuados de antemano. El pescado frito, blanqueado o presecado en aire caliente, pelado o porcionado se coloca en los recipientes determinados para este producto, a los cuales se les adiciona diferentes salsas preparadas según las recetas establecidas y posteriormente se someten al proceso de esterilización.
- Patés y pastas de origen hidrobiológico, se preparan de la carne de pescado, de moluscos, de cangrejos o del hígado de algunos pescados. La materia prima se tritura muy bien formando una pulpa, a la cual se le agrega aceite vegetal, condimentos, especias y sal, después de lo cual se empaqueta en las latas y se esteriliza.
- Conservas combinadas de pescado y vegetales, se preparan principalmente a partir de pescado térmicamente elaborado con anterioridad y se adicionan vegetales de diferente tipo y en proporciones variables. Las conservas son sometidas al proceso de esterilización.
- Conservas de materias primas de origen hidrobiológico diferente a pescado, son muy variadas y se preparan utilizando mejillones, pulpos, calamares, camarones, cangrejos, jaibas, algas marinas, etc. La materia prima lleva en su adecuación un tratamiento térmico previo, posterior al cual se coloca en las latas y se les agrega aceite vegetal o diferentes tipos de salsas.

La materia prima básica para la elaboración de conservas en la industria pesquera es la gran variedad de pescados comestibles, en menor grado la carne de moluscos y crustáceos, lo mismo que algunas plantas acuáticas.

En algunos tipos de conservas al pescado se le realiza un tratamiento térmico previo cuya finalidad principal es la eliminación parcial del agua y como consecuencia de esto la compactación de la carne, además de propiciar un aumento en el valor nutritivo del producto final y el mejoramiento del aspecto externo del recurso utilizado. Para lograr este fin se pueden utilizar los procedimientos térmicos tales como el precocido o blanqueado, el freído, el horneado y el ahumado. El procedimiento a utilizar depende del tipo de pescado y del tipo de producto final que se quiera ofrecer al consumidor.

El proceso central en este tipo de producción se basa en la esterilización. Se llama esterilización al proceso de elaboración térmica de los productos alimenticios empacados en envases de diferentes materiales, herméticamente cerrados, con el fin de detener la acción de los microorganismos y enzimas, transformando la materia prima en un producto listo para el consumo.

Algunos microorganismos, sobre todo los termófilos producen esporas que resisten temperaturas elevadas. En el proceso de la esterilización de las conservas, uno de los momentos más importantes es su destrucción. Si se trata de eliminarlas todas, entonces, como resultado de las temperaturas altas la carne del pescado se cocina demasiado, lo cual lleva a la pérdida de sus propiedades físicas y organolépticas. Por esto en la producción de conservas, se trata de eliminar los microorganismos en desarrollo y las esporas de los microorganismos que producen toxinas o sustancias peligrosas para el ser humano.

Para ayudar a la conservación del producto, además de la acción del calor se utilizan otros procesos

como la creación de un medio específico (utilización de salsas) en el cual no se pueden desarrollar normalmente los microbios y sus esporas.

La duración y la temperatura de esterilización dependen de los siguientes factores:

- De la forma de elaboración térmica previa del pescado. El freído, el precocido o blanqueado y el ahumado permiten disminuir el tiempo de esterilización y ésta se hace a temperaturas más bajas.
- De la temperatura inicial del producto en el momento de llenar las latas. Al hacer esto a una temperatura de 70 – 80 °C se utiliza un régimen de esterilización a temperaturas bajas.
- De los tamaños del envase que se utilice. Entre más grande sea el envase, mayor duración de esterilización.
- De la transmisión de calor del material del cual esté hecho el envase. Para esterilizar conservas en frasco de vidrio se gasta más tiempo y temperatura que para la esterilización de las latas en hojalata o aluminio para un mismo tipo de producto.

En el proceso de esterilización suceden cambios físicos y químicos en los componentes de las conservas.

Durante la esterilización de las conservas al natural, las proteínas de la carne del pescado se desnaturalizan y al mismo tiempo se forma un consomé (producto de la extracción de agua del propio músculo del pescado – hasta el 10 – 20 % de la masa total en la lata). En la esterilización del pescado previamente precocido se da la coagulación total de las proteínas. Como resultado de esto, la masa del pescado después de la esterilización disminuye en 6 – 15 %.

En el proceso de esterilización de las conservas en aceite, como resultado de la redistribución del aceite y la grasa cambian las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pescado y del aceite.

Por otro lado, en el proceso de producción de conservas de pescado, de su almacenamiento y transporte y como consecuencia de diferentes causas, pueden suceder cambios en las latas y en el contenido de éstas, lo que lleva a la pérdida de calidad de las conservas.

La calidad de las conservas se mide por el aspecto externo de las latas o envases utilizados, el estado de la laca de recubrimiento, la hermeticidad, la relación entre la masa del pescado y el líquido de cobertura y por el valor organoléptico (color, sabor, olor y consistencia).

Utilizando métodos químicos estandarizados se establece la cantidad de sal y de sales de estaño, cobre, platino y otros producidos por posibles desprendimientos de los materiales utilizados para el envase de las conservas.

Los defectos de las conservas se pueden dividir en dos: los internos y los externos. Hacen parte de los externos las latas atacadas por la corrosión y las latas deformadas por factores mecánicos. Entre los defectos internos más importantes se tiene la cocción exagerada del recurso hidrobiológico utilizado, las latas incompletas en peso, una relación inadecuada entre las partes sólida y líquida, un alto índice de sales de metales pesados, la formación de precipitados, sabor no agradable, cambios en la consistencia de la carne, desarrollos microbianos, etc.

### ***Productos de salsamentaría a base de pescado.***

Los productos de salsamentaría y los productos semipreparados por sus altas propiedades organolépticas son por lo general productos elaborados de tal forma que no requieren de procesos dificultosos para su consumo, o bien éste se da en forma directa. Este tipo de producción permite utilizar más racionalmente el pescado en relación a la venta de pescado entero vivo, fresco, refrigerado o congelado. Además la producción de productos de salsamentaría y productos semipreparados permite recolectar los subproductos comestibles del pescado y transformarlos en productos para consumo humano, así como también dar uso a los denominados pescados no comerciales.

La producción de este tipo de alimentos a base de recursos hidrobiológicos es muy variada y en algunos casos se encuentra todavía en proceso de industrialización.

Por la forma de elaboración se distinguen cuatro grupos de productos de salsamentaría: los productos naturales de pescado (pescado frito y cocido listo para su consumo, pescado apanado tipo chuleta, pescado horneado), productos a base de pulpa de pescado (pulpa de pescado en diferentes formas de preparación y presentación, hamburguesas de pescado, embutidos de pescado de diferentes características) productos a base de pescado y harina (empanadas de pescado fritas y horneadas, pasteles de pescado), productos congelados (raviolis de pescado, sopas de pescado, etc.).

Los productos mencionados y otros se preparan básicamente a partir de un pasta denominada "surimi", término técnico de origen japonés que significa "pulpa de pescado" ó "pasta de pescado". El surimi es entonces una pasta elaborada a partir del músculo del animal, blanqueada (lavada), molida, mezclada con algunos aditivos (generalmente azúcar como conservante y crioprotector y polifosfatos como agente retenedor de humedad y liberador de la proteína miofibrilar), empacada, congelada y conservada como materia prima para la elaboración de dichos productos alimenticios.

Las principales características del surimi son:

- Ausencia de huesos, lo cual facilita el desarrollo de cualquier producto para consumo directo.
- Es una materia prima de fácil conservación. El azúcar protege al músculo de la degradación, además de ser una pasta que permanece congelada todo el tiempo.
- Como materia prima se utiliza directamente. Apoyándose en una determinada formulación propia para cada producto se puede elaborar una gran gama de productos alimenticios, en los cuales el surimi va a jugar el papel de materia prima básica.
- Se pueden elaborar múltiples productos, con características y sabores muy variados a partir de esta pasta de pescado.

Entre las ventajas del uso de esta tecnología se tienen las siguientes:

- Reducir los procesos de elaboración. El hecho de contar con una pasta base de pescado, permite no tener que desarrollar los procesos de pelado, eviscerado, lavado y acondicionamiento del pescado, lo cual tiene ventajas de tipo productivo y de tipo microbiológico. Es posible obtener de un proveedor esta pasta de pescado o surimi, de calidad óptima, de tal suerte que la labor a desarrollar

se resume exclusivamente a la elaboración de los productos finales.

- Mejores rendimientos. El hecho de reducir los costos en los procesos de adecuación del pescado y obtención del surimi, implica mejores rendimientos y beneficios económicos en el ejercicio productivo total de la empresa. Igualmente, teniendo en cuenta exclusivamente los aspectos técnicos, los rendimientos en productos terminados también son más interesantes, lo cual a la larga se traduce en beneficios económicos para la empresa, como ya se anotó.
- Asegurar una calidad uniforme. El uso de una pasta de pescado obtenida y procesada bajo altos estándares de calidad permite la fabricación de productos finales igualmente de óptima calidad, lo cual es de suma importancia para el posicionamiento de los productos en el mercado y para el crecimiento de la empresa procesadora.
- Utilizar pescados de relativo bajo valor comercial. Es importante en todo proceso productivo buscar la disminución de costos de producción, lo cual puede provenir, incluso desde los costos de las materias primas. No es viable, desarrollar productos de este tipo a partir de especies hidrobiológicas costosas y de reconocida aceptación como materias primas para consumo directo. Esto implica la utilización, para el desarrollo de este tipo de productos, de especies de importancia nutricional, pero que por su tamaño, forma, peso y/o sus características organolépticas o sensoriales no son viables para el consumo humano directo, lo cual permite desarrollos empresariales más viables y más racionales.
- Larga vida útil debido a la congelación. El surimi, elaborado bajo estrictas medidas de control sanitario y mantenido bajo parámetros de congelación en empaques apropiados, permite el uso de él durante tiempos amplios posteriores a su elaboración. Esto tiene implicaciones importantes, ya que se pueden aprovechar épocas de abundancia de ciertas especies para procesar el surimi, almacenarlo bajo congelación para posteriormente ser utilizado en la fabricación de múltiples productos de salsamentaría.
- Multiplicidad y diversificación de productos elaborados. La gama de productos que se pueden elaborar a partir del uso del surimi es muy amplia y variada. Además para cada producto se pueden utilizar formulaciones diferentes, lo cual presume una mayor diversificación aún de sabores, aromas y presentaciones de productos de salsamentaría elaborados a partir de recursos hidrobiológicos.

En la práctica se puede hablar de tres tipos de surimi: surimi congelado sin sal, surimi congelado con sal y surimi no congelado (para uso inmediato debido a su corta vida útil). De los tres el más utilizado es el surimi congelado sin sal, debido a que permite el desarrollo de productos más acordes a las exigencias sensoriales de los consumidores, al poder regular más fácilmente el contenido de sal en los productos finales. Finalmente, este tipo de productos de salsamentaría, son productos que en su mayoría son conocidos a partir de la industria cárnica, lo cual representa una ventaja para su introducción al mercado y al gusto de los consumidores. Esto es una ventaja adicional, para el desarrollo de empresas de este tipo en Colombia, ya que los procesos de mercadeo y comercialización, en cierto modo podrían facilitarse.

### **1.2.6 Alternativas de procesamiento: productos no alimenticios**

Con el fin de encontrar maneras de aprovechar los subproductos, la industria pesquera ha desarrollado diversas alternativas, procurando dar la mejor utilización a las cualidades nutricionales y sus potencialidades. En los países con mayor nivel de desarrollo se implementan métodos más eficaces de

aprovechamiento, desde la captura hasta el manejo de la materia prima en las plantas procesadoras. Para los países subdesarrollados los avances han sido más lentos.

Para la elaboración de productos técnicos y productos para alimentación animal, se utilizan básicamente los subproductos del pescado obtenidos durante el pelado del pescado (cabezas, aletas, escamas, huesos, vísceras y otros) y los llamados peces no comerciales. De esta forma se le da una utilización completa y más racional al pescado, lo cual lleva a obtener ganancias adicionales y a minimizar los efectos de contaminación ambiental por la generación de subproductos.

Los subproductos de las pesquerías se definen como aquellos productos constituidos por las materias primas que, por razón de especie, tamaño, calidad o disponibilidad de procesos de elaboración, no resultan adecuados para el consumo directo por el hombre, así como también los desechos de pescados resultantes de la elaboración de productos alimenticios.

Uno de los productos de mayor aceptación y mercado, por sus requerimientos para el desarrollo de concentrados para alimentación animal, es sin duda la harina de pescado. Se estima que la demanda de harina de pescado, hacia el futuro, aumente más rápido que la de consumo humano, debido al incremento sustancial que en los últimos años se ha vivenciado en la elaboración de concentrados para alimentación animal.

Dentro de la gama de alternativas de aprovechamiento de los subproductos de origen hidrobiológicos se tiene lo siguiente:

- Harina de pescado.
- Aceite de pescado.
- Ensilado de pescado.
- Proteína hidrolizada de pescado.
- Concentrado de proteína de pescado (CPP).
- Grasa medicinal y preparados vitamínicos.
- Harina de desechos de crustáceos.
- Obtención de insulina.
- Obtención de esencia de perlas.
- Utilización de pieles y cueros de pescado.
- Cola y gelatina de pescado.
- Productos bioquímicos y farmacéuticos.
- Producción de quitina y quitosano.
- Aprovechamiento de algas marinas.
- Producción de biocombustibles.

Como se puede apreciar, las posibilidades de aprovechamiento de los subproductos son muy variadas y responden a múltiples productos de carácter técnico, médico, farmacéutico, veterinario, cosmetológico, artesanal, marroquinero, energético, etc.

La producción de harina y aceite de pescado constituye el principal método de aprovechamiento de las capturas mundiales de pescado no comestible y de los desperdicios procedentes de las plantas de fileteado.

La harina de pescado se produce en todo el mundo y se utiliza prácticamente en todos los países. Alrededor de un tercio de la producción pesquera mundial, o sea casi 30 millones de toneladas (peso en

vivo) se convierten en harina y en aceite de pescado. Se calcula que el potencial mundial anual de capturas es de  $100 \times 10^6$  toneladas. De estas, la cantidad promedio de materia prima para transformar en subproductos pesqueros es de aproximadamente  $30 \times 10^6$  toneladas. Sabiendo que el pescado contiene entre el 15 y el 20 % de proteína (en promedio 16%), las  $30 \times 10^6$  toneladas de pescado representan alrededor de  $6 \times 10^6$  toneladas de proteína de gran calidad y alrededor de  $1,5 \times 10^6$  toneladas de aceite.

Este potencial tiende a aumentar si se tiene en cuenta la posible captura de especies no utilizadas en la actualidad.

Los datos anteriores, como ya se dijo son a nivel mundial, pero para Colombia se guarda una proporción importante de esta potencial producción de harina y aceite de pescado. Se calcula que las necesidades de harina de pescado en Colombia son de aproximadamente 120.000 toneladas/año. Para lograr dicha cantidad se requerirán de aproximadamente 600.000 toneladas de capturas de peces destinados a la elaboración de harina, adoptando un rendimiento de 5 a 1.

Para la fabricación del tonelaje citado, existen entre otros los siguientes limitantes:

- El recurso pesquero susceptible de molar, aforado para los dos océanos, es de aproximadamente 360.000 toneladas, inferior al requerido para la producción citada.
- La extracción del recurso exigirá la presencia repartida en los dos océanos de más de 80 embarcaciones de 150 toneladas de pescado semanal, operando 40 semanas/año. Estas flotas pesqueras son imposibles de conseguir en el mundo naviero y a corto plazo bajo cualquier modalidad de asociación.
- Las instalaciones frigoríficas actuales en tierra, no brindan las características técnicas de almacenamiento por los múltiples usos a que están destinados.

La harina de pescado es un producto obtenido a través del proceso (cocido, prensado, secado y molido) de peces o de restos de los mismos. La composición de esta harina varía de acuerdo a la materia prima y proceso de fabricación. Su utilización como suplemento proteico en la dieta animal ha sido utilizada principalmente en las regiones de mayor disponibilidad (regiones pesqueras), siendo el Perú el principal productor a nivel mundial.

Como se mencionó anteriormente, la harina de pescado es una fuente proteica de bastante uso en la preparación de raciones para consumo animal, rica en aminoácidos esenciales como lisina, cisteína, metionina y cistina.

El pescado que va a ser procesado para su posterior transformación en harina, requiere que se conserve en condiciones óptimas. Se verifica su estado de deterioro para así tomar medidas en el tratamiento que se le va a seguir durante el proceso. Para lograr esto se tienen en cuenta ciertas características (coloración, apariencia de los ojos, composición muscular, segregación de jugos, separación dorsal) que ayudan a controlar el comportamiento que va presentando el pescado y poder con ello tomar medidas que lleven a mejorar el proceso y control de calidad.

La harina de pescado se utiliza para el enriquecimiento del alimento destinado para la nutrición animal y es un producto de alto valor nutritivo. El valor de la harina de pescado se mide por la cantidad de proteínas completas, de las vitaminas y de los microelementos. En la composición de la harina de pescado

entran las vitaminas B12, B1, B2, A y D, los microelementos I, Fe, Mn, P, y otros. Según las normas establecidas, en la harina de pescado debe haber un contenido de humedad no superior al 12%, de grasa no superior al 10%, proteína seca no inferior al 48%, fósforo no superior al 5%, calcio no superior al 13% y cloruro de sodio no superior al 5%. El contenido de antioxidante no más del 0,1% y no menos del 0,02%. Las principales operaciones en la fabricación de harina de pescado son: la cocción, el prensado, el secado, la molienda, el ensacado y el almacenamiento. Es importante adicionar antioxidantes para evitar los problemas de rancidez y alteración de las grasas.

La composición de las harinas de pescado varía significativamente según el tipo y la procedencia. La materia seca oscila del 79% al 80% y sus componentes son: proteína 65%, grasa 10%, humedad 8%, cenizas 10%, sales y arena 3% y antioxidantes 150 ppm. Constituyentes secundarios importantes son las vitaminas, minerales, grasa, y energía.

Para el desarrollo de los múltiples productos anotados, es necesario conocer las tecnologías de procesamiento de los mismos. Muchas de ellas ya se han desarrollado en otros países y, aunque en algunos casos son costosas, es posible aplicarlas en nuestro medio.

### 1.3 INDUSTRIA PESQUERA EN EL PACÍFICO COLOMBIANO

#### 1.3.1 Características del sector pesquero en Buenaventura

Datos reportados por el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Buenaventura (2009), indican que el sector pesquero aporta el 10,81% del PIB distrital, y genera el 24,57% de los empleos (PGIRS, 2009).

La pesca artesanal orienta sus productos al mercado nacional, y cobra especial importancia porque genera una gran cantidad de fuentes de empleo en áreas apartadas de los centros urbanos. Se realiza tanto en el litoral Atlántico como en el Pacífico y es desarrollada en su gran mayoría por personas de escasos recursos económicos y bajo nivel de escolarización.

Algunos pescadores artesanales están agremiados en cooperativas para manipular y comercializar sus productos, con el objetivo de reducir los costos de producción y por ende el aumento de sus utilidades; también es común la negociación de pescadores artesanales con centros de acopio, quienes usualmente venden a distribuidores, los cuales se encargan de abastecer el mercado nacional.

La pesca industrial, por su parte, orienta gran parte de sus productos al mercado internacional e interviene también con relaciones comerciales establecidas con los pescadores artesanales e intermediarios, de esta manera se generan diversos sistemas de pesca y lazos comerciales complejos. Las características identificadas en los eslabones de la cadena pesquera: captura, transformación y comercialización, son:

#### **Captura**

La pesca industrial es aquella desarrollada por embarcaciones de gran tamaño y elevada capacidad de mecanización aplicada a las maniobras con artes y aparejos de pesca a gran escala. Entre los sistemas mecánicos más comunes se encuentra el winche (Figura 1.2), el cual es un motor que se usa para enrollar grandes redes cuando son subidas a bordo cargadas de peces o mariscos. Otros sistemas mecánicos de uso industrial son las compuertas y rampas para facilitar la expulsión y recuperación de redes de pesca.

Dado su mayor tamaño, potencia y autonomía, las embarcaciones industriales suelen alcanzar distancias

hacia mar adentro mayores en comparación con las embarcaciones artesanales; por tanto, tienen un rango más amplio de aprovechamiento pesquero. La figura 1.3 muestra un barco pesquero industrial recogiendo una red de cerco.



**Figura 1.2. Winche para pesca industrial.**

Fuente: MARCO GLOBAL, 2009



**Figura 1.3. Embarcación industrial.**

Fuente: CHAMORRO, 2009

La pesca artesanal tiene lugar principalmente en las desembocaduras de los ríos y aguas someras de la costa, siendo la captura de langostino, sierra, camarón títí, y en menor medida algunas especies demersales como pargo, mero y corvina; las principales actividades en esta zona.

La infraestructura empleada para las capturas artesanales está caracterizada por la resolución 3478 de diciembre 11 de 2007 del ICA, la cual estipula que las embarcaciones artesanales tienen: 16 m de eslora, 4,5 m de manga, motores fuera de borda hasta 80 HP, artes de operación manual y duración promedio de 15 días para las faenas (DE LA PAVA, y otros, 2009). En el contexto real del Litoral Pacífico Vallecaucano, el 94,95% de las embarcaciones artesanales son canoas, básicamente de madera y generalmente con medidas de 8 m de eslora, 1 m de manga y 0,8 m de puntal, y una capacidad de carga

entre 0,5 y 1 ton. Como sistema de propulsión utilizan motores fuera de borda de 9,9, 15 o 40 hp. El porcentaje restante corresponde a embarcaciones de fibra de vidrio con capacidades entre 1,5 y 3 ton, y propulsadas por motores de 40 y 75 hp (SAP, 2004). La figura 1.4 muestra algunas embarcaciones artesanales típicas.

El costo de una faena de 8 días, para una embarcación artesanal con 3 o 4 pescadores, es de aproximadamente \$1.500.000; para el caso de los potrillos, con una o dos personas, el costo de una faena de 24 horas puede ser entre \$200.000 y \$400.000 (MOSQUERA, 2009). Una faena de 45 días de una embarcación industrial camaronera, por su parte, tiene un costo alrededor de 40 millones de pesos, y aproximadamente más del 40% de éste corresponde al costo del combustible (ACODIARPE, 2001).



**Figura 1.4. Embarcación artesanal.**

Fuente: CLAVIJO, 2009

Los equipos empleados para la captura de recursos pesqueros son básicamente de dos tipos: artes y aparejos. Las artes comprenden las redes; las más comunes son (SAP, 2004):

- Red de enmalle. Es un arte tipo estacionario de pesca pasiva y selectiva, de muy fácil manejo. Está compuesta por un paño o cuerpo principal, el cual está tejido en nylon (P.A.) mono o multifilamento y con un tamaño uniforme en todo el equipo. El paño va sujeto a relingas (cuerda con que se refuerzan las orillas de las velas) superiores con boyas, e inferiores con plomadas, para que pueda mantenerse en posición vertical o de trabajo. Cuando los peces no son enmallados pueden quedar atrapados por sus estructuras externas como opérculos, barbillones, espinas o aletas.
- Chinchorro. Es un sistema activo de arrastre utilizado en las playas, las cuales deben tener pendientes suaves y lechos limpios de rocas u otros elementos que puedan enredarse en el arte. Está compuesto por un paño de P.A. multifilamento alquitranada con diferentes tamaños de malla, el cual tiene en su extremo una protuberancia llamada copo o bolso que tiene la función de acumular los peces en su interior. El paño va unido a una relinga superior que va atada a boyas, las cuales evitan que el equipo se hunda; y a una relinga inferior con plomadas, para que el equipo quede al ras del lecho y evite que los peces se escapen por debajo.
- Red de atajo. Es un arte pasivo utilizado exclusivamente en los esteros y está compuesto solamente

por una paño de P.A. multifilamento alquitranada y una relinga superior de poco calibre. No lleva flotadores ni relinga inferior o de plomos.

- Boliche. Es un arte activo que se opera realizando un cerco para encerrar cardúmenes compactos. Se utiliza para capturar peces pelágicos. Está compuesto por un paño de tamaño uniforme, relingas superior e inferior, unas cenefas en la parte superior e inferior, y unas anillas en el extremo más inferior que permiten cerrar el equipo formando un bolso que finalmente atrapa el cardumen.
- Changa. Es similar a la red de arrastre, pero mucho más reducida, utilizada para la captura de camarón. Es un arte prohibido debido a su poca selectividad.

Los aparejos comprenden las líneas y anzuelos, en sus diversas configuraciones y tamaños. En el pacífico colombiano se pueden encontrar (SAP, 2004):

- Líneas de mano. Son aparejos muy simples, compuestos por una línea P.A. monofilamento y uno o más anzuelos separados a cierta distancia. Puede ser utilizado con el anzuelo sobre la superficie con la embarcación en movimiento, o en el fondo, con plomadas y la embarcación anclada. Tiene una alta selectividad.
- Palangre. Aparejo compuesto por una línea principal o madre, de la cual se fijan los bajantes o reinales, en cuyo extremo inferior se ubican los anzuelos. En ciertos puntos de la línea madre se colocan lastres y boyas para la estabilización y visualización del equipo. Los palangres pueden ser de dos tipos: Espinel o calabrote. La diferencia radica en el tamaño, siendo el segundo considerablemente mayor al primero. Los calabrotos, por ejemplo, son utilizados para la captura de tiburones.

Otro aspecto importante en la descripción del eslabón de captura, es la diferenciación de las pesquerías. El término pesquería hace referencia a un grupo de especies marinas que tiene características similares y, para su captura, requieren un equipamiento específico. Las pesquerías pueden ser explotadas exclusivamente por pescadores industriales, artesanales o ambos. Para el caso del pacífico colombiano, se identificaron las siguientes (CLAVIJO, 2009):

- CAS-CAP: La pesca de camarón de aguas profundas (CAP) y de aguas someras (CAS) es la más rentable con relación a su peso, comparada con todas las demás pesquerías. Sin embargo, los niveles de capturas han descendido a tal punto que las embarcaciones industriales no alcanzan su punto de equilibrio, teniendo muchas veces que desistir de salir a pescar pues solo obtendrían pérdidas. Actualmente, este recurso está siendo explotado primordialmente por los pescadores artesanales.

Dentro de la pesquería de CAS del océano Pacífico, están incluidos el camarón blanco o langostino (*Penaeus vannamei*, *P. occidentales*), tití (*Xiphopenaeus riveti*), tigre (*Trachipenaeus birdy*, *T. faoe*) y rojo (*Penaeus brevisrostris*, *P. californiensis*). En tanto que la pesca de CAP se desarrolla exclusivamente en el Pacífico, existen tres especies comerciales y mercantiles que son: chupaflor o coliflor (*Solenocera agassizii*), jorobado (*Heterocarpus vicarius*) y cabezón (*Pleuroncodes sp.*).

Otro aspecto importante en esta pesquería es la gran cantidad de fauna acompañante presente en las capturas. Según estudios hechos por la Universidad del Pacífico (Taller de pesca sostenible, 2008), por cada Kg de camarón atrapado en la red, vienen alrededor de 14 Kg de fauna acompañante o incidente, la cual muere irremediamente debido al tiempo que ha permanecido aprisionada por

el arrastre de la red, causando un grave impacto sobre la biodiversidad marina. Esta situación ha impulsado una búsqueda de nuevos métodos de pesca que disminuyan esta cantidad de fauna acompañante, dando como resultado la propuesta de sistemas de exclusión por tamaño para tortugas y pequeños peces, siendo Argentina y Chile pioneros sudamericanos en estas investigaciones.

A excepción de la Piangua, los moluscos no son una pesquería sino que hacen parte de la pesquería de camarón, en la cual son capturados como fauna acompañante.

- Pesca Blanca: La pesca blanca constituye un amplio y variado grupo de peces óseos y cartilagosos, que se caracterizan por ser capturados principalmente con aparejos, aunque no todas las veces. Incluye especies de sistemas rocosos como los pargos, meros y chernas; tiburones, corvinas, roncós, bagres y afines. Los productos de esta pesquería son los más abundantes en el mercado.

Dado el impacto ambiental generado por la pesca de camarón, las instituciones han venido haciendo campañas durante los últimos años para promover la diversificación de pesquerías, y lograr que cese o al menos disminuya el gran esfuerzo pesquero que se ha hecho sobre el camarón. Una de las opciones más viables para los pescadores artesanales es la pesca blanca, la cual está en mayor disponibilidad y les puede dejar más ganancias, ya que pese a no lograr el elevado precio por kilogramo que tiene el camarón, esto se ve compensado por la mayor cantidad de captura que se puede lograr.

La pesca de altura es un componente de la pesca blanca, caracterizada por enfocarse en especies de tallas mayores como tiburones y grandes pelágicos.

- Atún: El atún se captura básicamente en los límites de la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico Oriental - OPO, específicamente los atunes aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y barrilete (*Katsuwonus pelamis*). El arte utilizado para su captura es la red de cerco y son de objetivo principalmente industrial, aunque los artesanales pueden capturarlo ocasionalmente para luego venderlo a las empresas procesadoras, o bien comercializarlo como producto fresco. El atún se destina para la producción de enlatados, principalmente para el mercado nacional, y filetes empacados al vacío para exportación.
- Carduma y Plumuda: La carduma (*Cetengraulis mysticetus*) y plumuda (*Opisthonema sp*), son pequeños pelágicos que también son de objetivo industrial. Se capturan en grandes bancos que son hallados mediante dispositivos de detección, aunque a veces las aves marinas permiten ubicar con aceptable precisión grupos de estos animales cerca de la superficie.

Estos pescados son destinados como materia prima para la producción de harinas, aceites elaboración de piensos animales, fármacos, suplementos nutritivos y pinturas.

- Piangua: El único molusco que se considera como una pesquería a parte todas las demás es la Piangua (*Anadara tuberculosa*), la cual es recolectada principalmente por mujeres en los esteros. Es el molusco más consumido en la costa pacífica colombiana y pese a que la captura de Piangua no supone el empleo de embarcaciones, artes ni aparejos, ésta se considera una pesquería a parte de las demás debido a su importancia como fuente de ingreso para comunidades aledañas a los manglares.

Debido a la reciente escasez de este recurso, las mismas mujeres recolectoras han tomado la iniciativa para establecer sus propias vedas con el aval del ICA. No obstante, estos periodos no corresponden propiamente a vedas, sino a periodos de descanso para la recuperación del recurso.

Un aspecto crítico a tener en cuenta para el estudio de la cadena pesquera es el sistema de conservación a bordo. En la zona del Pacífico colombiano, según la autonomía y especies objetivo, en el proceso de conservación los pescadores utilizan a bordo cavas isotérmicas con hielo u hojas de plátano para peces, crustáceos y moluscos, o costales de fibra sintética o de fique para langosta, jaiba u otros crustáceos vivos. No obstante, en la mayoría de las embarcaciones este sistema es muy deficiente; muchos pescadores no cuentan ni siquiera con una cava con hielo; sólo protegen el producto de la luz del sol. Para el enhielado utilizan cavas de icopor (más del 80%), fibra de vidrio o cajones de madera cubierta con plástico. En el mejor de los casos cuentan con cuartos fríos (menos del 8%) (SAP, 2004). Las embarcaciones industriales, dado el mayor tiempo de permanencia en alta mar (40 a 45 días), cuentan con sistemas de conservación eléctricos, con capacidades de almacenamiento que oscilan entre 15 y 20 ton.

### Transformación

En la transformación de materias primas de origen pesquero realizada en Buenaventura, se logró identificar la manera en que cada uno de estos niveles está relacionado con el tipo de pesquería del cual es objeto la transformación.

Del mismo modo, se encontró que los agentes transformadores, de acuerdo a la pesquería que se dedican, participan en uno, dos o tres niveles de transformación. Así, las plantas procesadoras industriales participan principalmente en los procesos de transformación de nivel 1 y 2, mientras que las pesqueras y organizaciones de pescadores artesanales participan en los niveles 0 y 1.

El nivel cero comprende las operaciones y/o procesos de adecuación de la materia prima, sin ningún tipo de transformación, en este tipo de agroindustria el producto no sufre cambios físicos ni químicos. El nivel 1 comprende las operaciones y/o procesos de transformaciones físicas en la cual la composición química del producto no cambia en relación a su estado inicial, pero sí puede haber cambios en su concentración. Mientras que el nivel 2 comprende las operaciones y/o procesos de transformaciones físico-químicas, por lo cual se modifica la composición final del producto en relación a su estado inicial, debido generalmente por las reacciones de sus componentes entre sí y con el medio.

La relación entre el tipo de pesquería y el grado de transformación en el cual es procesada, se muestra en la tabla 1.5.

Tabla 1.5. Identificación de productos según la pesquería y el grado de transformación.

| Pesquería         | Nivel de Agro-industrialización    |                            |                   |
|-------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------|
|                   | Nivel 0                            | Nivel 1                    | Nivel 2           |
| Carduma y Plumuda | -                                  | -                          | Harinas y Aceites |
| Atún              | -                                  | Filetes empacados al vacío | Conservas         |
| CAS-CAP           | Colas de camarón                   | Camarón cocido             | -                 |
| Pesca blanca      | Pescado en canal, filetes o postas | -                          | -                 |
| Piangua           | Carne                              | -                          | -                 |

Fuente: CLAVIJO, 2009

La descripción detallada de los procesos de transformación más importantes que se llevan a cabo en la cadena pesquera, se presenta en las secciones 4.1 y 4.2

### **Comercialización**

En Buenaventura no existe un sistema de comercialización definido y el esquema de transporte es deficiente. Esto ocasiona retrasos en la comercialización de los productos pesqueros y por ende pérdidas en la calidad, disminuyendo el valor comercial y afectando la economía del pescador, quien se encuentra en una posición desventajosa ya que finalmente percibe las pérdidas en la cadena, más no sus bonanzas (CLAVIJO, 2009).

Los productos de la pesca artesanal son destinados principalmente al mercado local y nacional, mientras que los productos de la pesca industrial, principalmente para el mercado internacional.

Todos los pescadores y acopiadores pueden vender tanto a comerciantes establecidos, como a mujeres comercializadoras del producto fresco denominadas "platoneras". Los comerciantes establecidos pueden tener sus instalaciones al borde del mar, por lo que pueden comprar directamente a los pescadores o en sus proximidades, donde compran principalmente a los anteriores. Finalmente, todos los comerciantes en Buenaventura terminan siendo proveedores de otros mayoristas regionales a los cuales envían casi la totalidad de sus productos.

Las platoneras, por su parte, venden directamente o se asocian con otras platoneras en la calle, terminando su circuito comercial en el consumidor final.

#### **1.3.2 Actores**

Para el propósito de este libro, la caracterización de los actores corresponde a una identificación, localización y comprensión de sus funciones. Estos actores también son clasificados como directos e indirectos y según el eslabón en el cual participan: captura, transformación y comercialización.

Los actores directos son los que están inmersos en el proceso productivo, tomando posesión directa del producto en uno o más eslabones de la cadena pesquera y por ende, asumiendo el respectivo riesgo. Los actores indirectos, por su parte, lo que hacen es prestar un servicio a los actores directos, cobrando por estos y sin asumir un riesgo relacionado directamente con el éxito o fracaso del producto en el mercado.

Como aspecto a destacar en la caracterización de los actores de la cadena pesquera, es la existencia de la Red de Pesca Artesanal y Acuicultura del Pacífico Colombiano, una estrategia de gestión para promover el desarrollo pesquero y acuícola de la región. En ella se integran dinámicamente todos los actores, fortaleciendo sus relaciones y articulándose de manera organizada para dar operatividad y funcionalidad a los eslabones involucrados en la cadena. Como puntos estratégicos en la región pacífica colombiana se establecieron cuatro nodos, a saber: Chocó, Buenaventura, Guapi y Tumaco.

En la práctica se hizo una aproximación en la clasificación de los actores según los eslabones productivos, pero muchos actores intervienen en más de un eslabón, sobretodo en el caso de los actores indirectos. El siguiente esquema (figura 1.5) permite tener una visión general de los actores directos e indirectos en la cadena pesquera de Buenaventura, incluyendo tanto la pesca artesanal como la industrial, con el fin de dar una idea global de su funcionamiento.

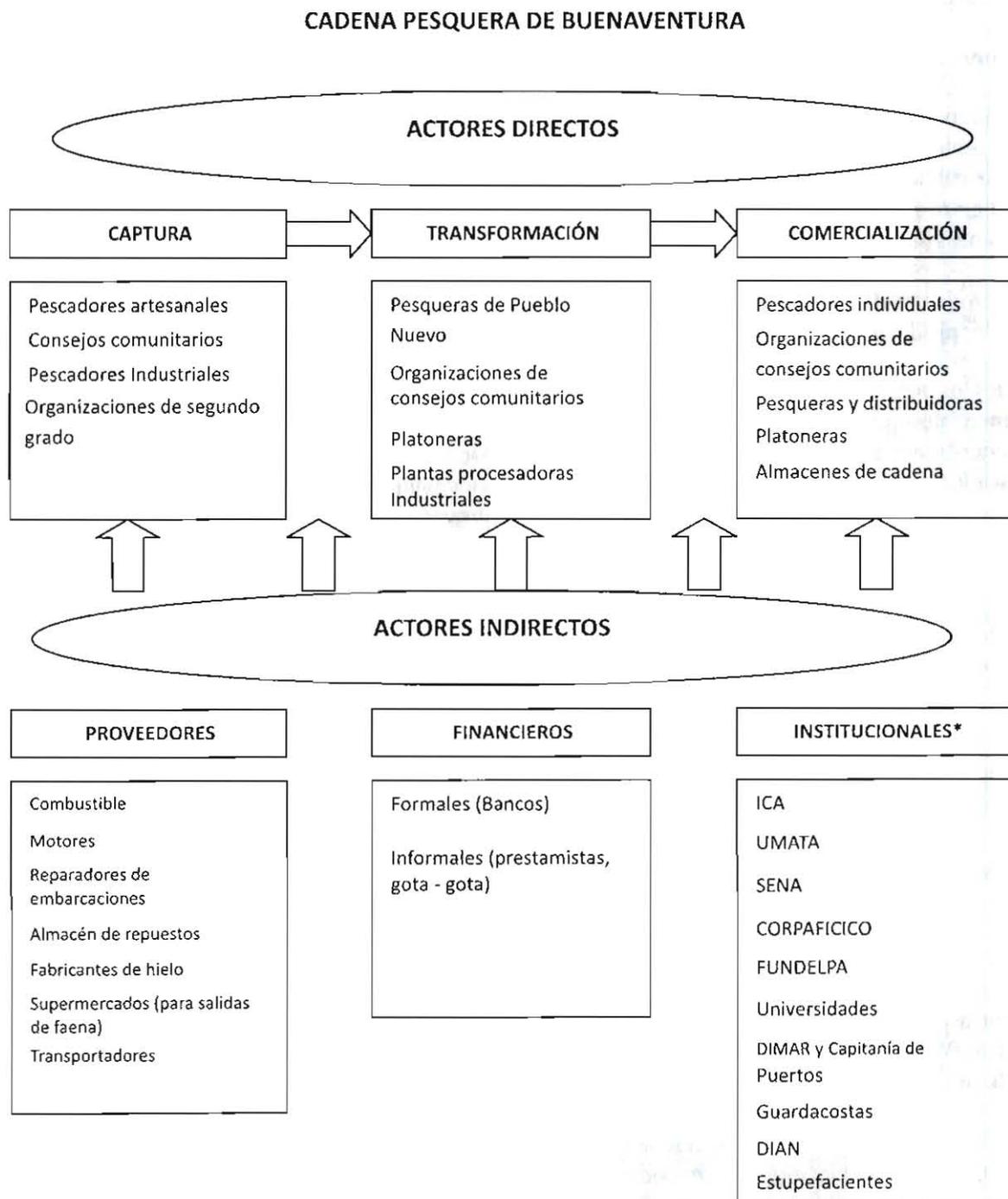


Figura 1.5. Esquema de las relaciones entre actores en la cadena pesquera.

Fuente: CLAVIJO, 2009

\*Las instituciones son descritas como entidades prestadoras de servicios de apoyo a la cadena pesquera artesanal, en el numeral 1.3.5.

## **Actores directos**

### ***Pescadores artesanales***

Se estima que hay aproximadamente 6000 pescadores artesanales en Buenaventura (PINEDA, 2009). La mayor parte de los pescadores artesanales (80%) están ubicados en la zona rural, a lo largo de la costa pacífica vallecaucana y en las deltas de los ríos que hay en esta región. En las zonas bajas de la ciudad de Buenaventura también se encuentran asentamientos de comunidades afrodescendientes que dependen de la pesca, tales como La Playita, El Yeras, La Palera, entre otros asentamientos dispersos en el perímetro urbano de la ciudad; no obstante, estas comunidades viven en condiciones de marginalidad y pobreza extrema, presentando altos índices de violencia debido a la presencia de grupos armados al margen de la ley, los cuales han hecho de estos sitios corredores para el tráfico de drogas.

En algunas comunidades los pescadores se han organizado en torno a grupos y empresas asociativas para la extracción, acopio y comercialización. En cuanto al cooperativismo, la mayoría de pescadores lo ha tomado como una alternativa de crédito fácil y para lograr asistencia técnica; pero sin importar cual sea su modo de trabajo, todos pertenecen a algún consejo comunitario (SAP, 2004). La Ley 70 de 1993 avala la conformación de estos consejos como entes coadministradores del territorio en que habitan, e incluye la pesca artesanal dentro de sus prácticas tradicionales de producción.

Las principales características de los pescadores artesanales son:

- Son afro descendientes
- El 80 % de los socios viven en zonas apartadas de la ciudad
- Tienen baja formación educativa, casi el 70% es analfabeta
- Tienen familias numerosas (7-8 hijos)
- Sus edades oscilan entre 25 y 60 años
- Poseen un conocimiento generacional de la pesca

Los pescadores por sí mismos, no juegan un papel protagónico en la comercialización de sus productos. Esto se debe principalmente a las limitantes de infraestructura para la conservación de los productos pesqueros, por lo cual venden al por mayor a las pesqueras. Cuando no venden a las pesqueras, entonces le venden a las platoneras las cuales tienden a comprar a mejor precio.

Para el desarrollo de sus actividades, en captura y comercialización primordialmente, los pescadores artesanales pueden trabajar independientemente o de manera organizada. A nivel gremial, en el pacífico vallecaucano operan dos grandes organizaciones:

- Asociación Nacional de Pescadores Artesanales de Colombia (ANPAC)
- Federación Colombiana de Pescadores Artesanales (FECOLPA)

### ***Consejos comunitarios***

Son entes coadministradores del territorio que fueron creados a través de la Ley 70 de 1993. En ellos habita el 80% de los pescadores artesanales.

Los consejos comunitarios son considerados como actores puesto que en su junta administrativa debe haber un representante de cada sector económico, y entre ellos uno debe ser del sector pesquero, lo cual está estipulado en la Ley 70, aunque no en todos los consejos comunitarios se cumple. No obstante, un

consejo comunitario no interviene directamente en la cadena productiva pesquera porque sus funciones son administrativas territoriales, pero su junta si puede formular y gestionar proyectos productivos y de desarrollo en beneficio de la comunidad. También tienen participación activa en las decisiones de la administración municipal, que atañen a las comunidades que representan.

Como antecedentes, a través de la junta administrativa de cada consejo, el gobierno ha entregado embarcaciones y otros equipos de pesca, siendo ésta responsable de la utilización que den los pescadores a esos elementos.

### ***Cooperativas, asociaciones y otras formas de organización de pescadores artesanales***

El trabajo organizado les ha permitido a los pescadores artesanales obtener beneficios en la comercialización, ya que por un lado hay más facilidades para adquirir la infraestructura necesaria para la conservación, permitiendo aplicar economías de escala al centralizar los proveedores, y por otro lado se le da mayor confiabilidad al producto frente a los clientes, al ofrecerles un producto en condiciones más seguras y en la cantidad y variedad requeridas. Existen varias organizaciones de este tipo en Buenaventura y su zona de influencia.

En la realización de este estudio se tuvo la oportunidad de conocer las experiencias de dos consejos comunitarios en la que se logra una participación directa en la cadena pesquera artesanal:

- El consejo comunitario de Juanchaco, dentro del cual se formó la Asociación de Pescadores Artesanales El Manglar, la cual posee un cuarto frío y brinda facilidades para salida de faena y acopio de productos pesqueros de sus afiliados, todos pertenecientes al consejo comunitario de Juanchaco.
- Los consejos comunitarios de Cajambre y Anchicayá, que fundaron la Cooperativa Multiactiva de Pescadores Artesanales de Buenaventura, una organización que también brinda facilidades, acopio y comercializa los productos pesqueros de sus afiliados, los cuales provienen de otros consejos a parte de los mencionados, tales como: Cajambre, Anchicayá, Yurumanguí, Mayorquín, Raposo y Bahía Málaga.

Estas organizaciones son formadas con capital comunitario y apoyo del Estado, por lo que tienen dentro de sus objetivos un alto componente social.

### ***Organizaciones de Segundo Grado***

Son organizaciones de segundo grado la Corporación Para el Desarrollo de la Pesca Artesanal del Pacífico (CORPACIFICO) y la Asociación Colombiana de Armadores e Industriales Pesqueros (ACODIARPE). La primera reúne a la mayor parte de organizaciones de pescadores artesanales y acuicultores, así como a las platoneras del Pacífico colombiano, mientras que la segunda lo hace para los pescadores industriales y comercializadores a nivel nacional, teniendo también participación en ANALDEX. Dada su gran representatividad, las organizaciones de segundo grado tienen participación en instancias administrativas locales para consultas y toma de decisiones.

### ***Pescadores Industriales***

Los pescadores industriales se concentran en la zona urbana de Buenaventura, operando en conjunto con armadores pesqueros, los cuales son los dueños de los barcos y en su mayoría están agremiados en ACODIARPE.

Los productos que capturan los pescadores industriales son destinados principalmente a la exportación, aunque también abastecen empresas procesadoras de productos alimentarios y no alimentarios para el mercado local, nacional e internacional. Se enfocan principalmente en especies de mar abierto, destacándose la pesca de camarón. En Buenaventura hay 45 barcos camaroneros de aguas profundas con procesamiento a bordo y que están registrados; de ellos hay 20 a 25 activos (SEGURA, 2009).

Las faenas industriales duran entre 35 y 45 días, dependiendo de la capacidad de las embarcaciones. Las artes más utilizadas son las redes de arrastre, las cuales requieren equipos proveedores de potencia como el winche, el cual es un motor acoplado a un eje para enrollar o desenrollar redes. Estas embarcaciones también necesitan unas compuertas para poder lanzar o recoger fácilmente dichas redes.

El INCODER, cuyas funciones fueron transferidas al ICA, determinó que en Buenaventura, al 2007, había 5 empresas industriales, 42 empresas procesadoras, 269 armadores pesqueros independientes, y alrededor de 600 empresas conexas, para un total de 916 empresas en el sector (DE LA PAVA, y otros, 2009).

### ***Pesqueras***

Son los centros de acopio para los pescadores artesanales e industriales, concentrados principalmente en el barrio Pueblo Nuevo, el cual alberga la mayor actividad comercial pesquera de la ciudad. Son las organizaciones con mayor variedad de funciones, ya que tocan más de un eslabón en la cadena productiva, al actuar como acopiadores y distribuidores mayoristas y minoristas; también realizan algunas operaciones de bajo grado de transformación, prestan servicios de refrigeración y congelación de productos pesqueros y venden hielo. Muchas tienen puntos de venta propios en otras ciudades.

Suelen llevar a cabo operaciones básicas en los productos pesqueros, tales como descamado, eviscerado y fileteado (corte longitudinal del pescado) o posteado (corte transversal del pescado), en el caso de la pesca blanca y descabezado y pelado, en el caso de crustáceos como el camarón, dependiendo de las necesidades del mercado.

Para asegurar su abastecimiento, se alían con los pescadores artesanales e industriales a través de convenios. Sin embargo, se han observado algunas relaciones de inequidad entre las pesqueras y los pescadores artesanales, en las cuales estos últimos asumen compromisos que deben ser saldados con producto y no con dinero, lo que les quita la posibilidad de vender en otras partes a mejores precios y sacar un mayor provecho a su pesca.

Una pesquera es un establecimiento que compra pescados y mariscos directamente a los pescadores, ya sean artesanales o industriales: ellas operan a través de convenios o acuerdos con estos pescadores para que les lleven su producto y así poder asegurar materia prima; esto es fundamental, sobretodo en épocas de escasez de ciertas especies.

El producto que las pesqueras acopian es enfriado inmediatamente y el nivel de transformación aplicado puede variar, pero las operaciones más comunes son descamado, eviscerado y fileteado o posteado. Estos productos son vendidos a mayoristas y minoristas dentro y fuera de la ciudad; algunas pesqueras exportan a EEUU y a la Comunidad Europea. Muchas pesqueras tienen puntos de venta propios en otras ciudades como Cali y Bogotá, y tienen sus propios medios de transporte. Esto indica que el sistema de distribución más utilizado es el directo (CLAVIJO, 2009).

### **Plantas Procesadoras Industriales**

Son organizaciones dedicadas a una mayor agregación de valor de los productos pesqueros. A diferencia del típico descamado, eviscerado y fileteado o posteado que se hace en las pesqueras, en las plantas procesadoras aplican mayores niveles de transformación con equipos altamente especializados y líneas completas de producción.

Se abastecen primordialmente de las capturas de la flota industrial, con la cual suelen hacer convenios. Se conocen pesquerías que son exclusivas para el procesamiento industrial, como la de atún, para elaborar enlatados y filetes empacados al vacío, y la de carduma y plumuda, para la extracción de harinas y aceites. Otras pesquerías importantes que se alían con las plantas procesadoras son las de camarón de aguas profundas y aguas someras, los cuales son descabezados (muchas veces a bordo), pelados, precocidos y empacados para la exportación.

Las grandes empresas transformadoras de nivel industrial en Buenaventura son:

- **HARIMAR.** Empresa que cuenta con una flota pesquera entera a su disposición, la cual está dedicada casi exclusivamente a la pesca de carduma y plumuda, especies destinadas a la elaboración de harinas y aceites, que ellos mismos producen.

A través de su experiencia, la gerencia de HARIMAR ha establecido un calendario de pesca teniendo en cuenta el seguimiento estadístico a distintas variables biológicas que la misma empresa realiza; esto tiene dos objetivos: evitar invertir en faenas poco productivas, donde las especies objetivo son todavía jóvenes o no se han recuperado completamente de la temporada anterior; y permitir al recurso recuperarse bien, pues sus estudios han concluido que las temporadas de puja y veda establecidas por las autoridades no son lo suficientemente favorables desde el punto de vista ambiental (sin embargo, las autoridades tienen otras consideraciones de tipo social para establecer las vedas)

Esta empresa también ha hecho inversiones en investigación sobre el aprovechamiento del pescado (usos del aceite y derivados).

Su relación con la pesca artesanal está dada básicamente por la presencia de especies incidentes en las redes al momento de capturar bancos de carduma o plumuda. Esta fauna incidente o ranfaña comprende especies que tienen poco valor para la empresa, y es comercializada por los marineros de HARIMAR con pescadores artesanales, quienes le dan un mejor aprovechamiento (ZAMBRANO, 2009).

- **BAHÍA CUPICA.** Esta empresa cuenta también con una flota de naves industriales con las cuales ha hecho convenios para lograr su aprovisionamiento. La actividad representativa de Bahía Cupica es la captura, procesamiento y exportación de camarón de aguas profundas (CAP). Sus destinos de exportación son España e Italia (PINEDA, 2009).

Estos barcos gastan entre 40 y 45 millones de pesos en costos de faena, la cual dura cerca de 45 días y traen consigo de 15 a 20 toneladas.

También centralizan en la administración de la empresa las decisiones sobre las faenas, para lo cual tienen en cuenta las mareas, las corrientes y las fases lunares.

- MARCOL y Compañía Atunera. Son empresas que poseen una avanzada tecnología para la selección, clasificación y limpieza automatizada de productos pesqueros en la producción de Atún enlatado. Sin embargo, en la actualidad no se encuentra operando.

### ***Distribuidores minoristas***

Son establecimientos dedicados al expendio de productos pesqueros en el interior de la ciudad, por lo cual, y a diferencia de las pesqueras, no tienen muelle y no operan como centros de acopio.

La principal función de estos negocios es la de comercializar productos pesqueros en zonas más cercanas al consumidor. Su infraestructura está más enfocada hacia la atención al cliente, presentándole un entorno mucho más limpio y amigable para adquirir sus productos, a diferencia de las pesqueras, donde el trajín de los desembarcos y las operaciones de cargue y descargue de camiones transportadores, no ofrecen muchas comodidades para la venta al detal.

### ***Platoneras***

Las mujeres procesadoras y comercializadoras de pescado comúnmente llamadas platoneras, se dedican a la reventa de pescado al menudeo en el perímetro urbano de Buenaventura. Se caracterizan por llegar hasta los barrios residenciales, en los cuales recorren las calles a pie, con un recipiente de caucho sobre la cabeza, ofreciendo su producto en los hogares; no obstante, también se pueden encontrar platoneras fijas en la galería "José Hilario López" del Barrio Pueblo Nuevo, donde utilizan platones semipandos para exhibir mejor sus productos. La actividad de las platoneras promueve una elevada dinámica comercial de productos pesqueros a nivel local.

Su habilidad de manipular y vender pescado está muy ligada a un conocimiento generacional, y dada la subjetividad en el momento de determinar pesos y tallas (puesto que no utilizan ninguna medida cuantitativa para vender su producto, todo es visual), los regateos son constantes y la rentabilidad de su negocio es muy variable.

Un factor limitante del trabajo de las platoneras es que no cuentan con un buen sistema de conservación, pues en un clima como el de Buenaventura, donde la proporción recomendada de hielo - pescado para su conservación es de 1:1, resulta dispendioso cargar sobre la cabeza un platón con varios kilogramos de hielo y pescado. De modo que es preferible aplicar poco hielo, apresurar un poco la marcha y vender el producto rápido antes de que el hielo se derrita. Sin embargo, algunas platoneras no alcanzan a vender el pescado en el tiempo presupuestado por lo que deben aplicar técnicas como el salado, secado o ahumado.

### ***Almacenes de cadena***

Entre los almacenes de cadena que impulsan y promueven la actividad y el recurso pesquero son:

- Almacenes Éxito

En Buenaventura, esta empresa ha tomado la iniciativa en la vinculación de los pescadores artesanales con mercados exclusivos, teniendo como primer referente al caso de COOMULPESAB, con la cual ya lleva un año comercializando.

EXITO invirtió más de \$350 millones en la construcción del centro de acopio de pescado bajo temperatura controlada ubicado en el EXITO Buenaventura. Con esto se busca comprar la pesca de más de 150 familias de pescadores artesanales de Buenaventura que están agremiadas por los Consejos Comunitarios de Anchicayá y Cajambre. No obstante, la meta trazada de 5,000 Kg mensuales no se ha podido cumplir por problemas de calidad en el producto ofrecido por los consejos.

Con el fin de superar estos inconvenientes, el EXITO estuvo adelantando programas de capacitación sobre manipulación y conservación de productos pesqueros durante el 2008, tanto para sus empleados como para los pescadores.

Este esfuerzo del ÉXITO busca incluir 15 nuevas especies típicas de la región, como la barbeta, el barbinche, la pelada amarilla y la pelada blanca, el berrugate (pargo negro) y la piangua, entre otros. También busca fortalecer su portafolio de camarones y langostinos con los especímenes de la zona (ALMACENES EXITO, 2010).

- La 14

Es una empresa comercializadora de todo tipo de productos de consumo masivo, con una larga trayectoria en el departamento del Valle del Cauca. Pese a que tiene mucho más tiempo en Buenaventura que el ÉXITO, no ha hecho acercamientos significativos con pescadores artesanales.

### **Actores indirectos**

#### ***Transportadores***

Para el mercado local nacional, son camiones acondicionados con sistemas de refrigeración para la conservación de alimentos, entre ellos productos pesqueros. Se ha identificado que pérdidas significativas son ocasionadas en el transporte, dado que en muchos casos los camiones no cuentan con las condiciones de frío adecuadas, o por un mal manejo de éste, pues es muy común ver que, con el fin de ahorrar combustible, los conductores apagan los refrigeradores por ciertos lapsos de tiempo, interrumpiendo la cadena de frío y atentando contra la calidad del producto.

En este sub tema también cabe mencionar el estado de las vías. En el caso de este departamento, la vía más implicada en la cadena pesquera del pacífico vallecaucano, es la vía Cali - Buenaventura, la cual se encuentra en un proceso de ampliaciones y reparaciones.

#### ***Proveedores de combustible***

Los proveedores de combustible para los pescadores artesanales (que utilizan motores fuera de borda), son las mismas estaciones de servicio que surten el parque automotriz urbano. Los pescadores se desplazan hasta estas estaciones para comprar el combustible al mismo precio que se maneja en el país, para luego transportarlo hasta sus embarcaciones en la playa.

Para motores fuera de borda normalmente se utiliza gasolina con una mezcla al 5% de ACPM.

Las disposiciones legales en lo referente a subsidios para el combustible solo aplican para el ACPM, el cual es utilizado puro por los barcos industriales. No existen subsidios para la gasolina.

### ***Proveedores y reparadores de motores y embarcaciones***

Existen establecimientos dedicados a la venta de repuestos y reparación de motonaves, especializados en botes y canoas propulsadas con motores fuera de borda. Por esto, solo se enfocan en la flota artesanal. Existen alrededor de 20 talleres de reparación de motonaves en la zona insular de Buenaventura, la cual concentra el 100% de los desembarcos artesanales del municipio. Algunos talleres son: Motomarlyn, Eduardoño, entre otros.

Para las embarcaciones industriales, los servicios de reparación son prestados por los astilleros, distribuidos en las zonas de bajamar de Buenaventura, principalmente en la parte continental de la ciudad.

Existen también almacenes de repuestos dedicados exclusivamente a la venta de éstos, pero no hacen reparaciones. Por ejemplo, el almacén Yamapesca.

### ***Fabricantes de hielo***

El hielo es un insumo utilizado tanto por pescadores artesanales como industriales y es utilizado para la conservación de los productos capturados, mientras están en altamar.

Hay abundantes sitios de producción y venta de hielo, en diferentes presentaciones como bloques, barras, escarcha, etc. Sin importar la presentación, actualmente la tonelada de hielo tiene un costo aproximado de \$120.000.

### ***Tiendas de víveres y abarrotes***

Los graneros son los principales lugares en donde los pescadores artesanales se abastecen de víveres para sus faenas. Cuando los pescadores están organizados, como el caso COOMULPESAB, son respaldados por su organización quien hace las veces de fiadora para que puedan tener crédito en los graneros.

Organizaciones económicas como la Cooperativa Multiactiva de Pescadores Artesanales de Buenaventura "COOMULPESAB" tiene convenios con algunos graneros de la zona, en los cuales el pescador acude a la cooperativa por vales que pueden ser cambiados por víveres en estos graneros. El monto de los vales depende del tamaño del número de tripulantes y la duración de la faena, y puede variar entre 100 y 300 mil pesos. Al regresar de su faena, el pescador paga el préstamo con parte de su captura, quedando a paz y salvo nuevamente con la organización.

### ***Entidades Financieras***

Las entidades financieras se pueden clasificar en:

- Formales (Bancos)

La única institución financiera que tiene políticas especiales para los pescadores artesanales es el Banco Agrario. No obstante, para ellos ha sido muy difícil acceder a recursos financieros por parte de este banco.

La falta de organización, la baja capacidad de gestionar recursos y la falta de un patrimonio que respalde

cualquier negociación, ha hecho prácticamente imposible que un pescador artesanal obtenga un crédito de una institución financiera oficial.

- Informales (prestamistas, gota - gota)

Dada la dificultad para acceder a créditos con bancos oficiales, los pescadores artesanales recurren a los particulares, quienes hacen préstamos mucho más fácilmente, aunque manejan tasas de interés que oscilan entre el 10 y el 20%.

Debido a estos elevados intereses, los pescadores pertenecientes a una organización dan prioridad al cumplimiento de estas cuotas, en lugar de cumplir sus compromisos con la organización, tales como los aportes y el pago de deudas atrasadas. Otro factor que incita este comportamiento es la ausencia de intereses sobre los préstamos corrientes hechos por la cooperativa, motivo por el cual el pescador busca primero cubrir la deuda que tiene mayores intereses y dejar los compromisos con la cooperativa para después.

### ***Estupefacientes***

Es una dependencia de la Armada de la República de Colombia, la cual se encarga de controlar la cantidad de combustible que llevan las embarcaciones pesqueras. Esta situación ciertamente limita la autonomía de las embarcaciones, impidiéndoles alcanzar mayores distancias y explorar nuevas zonas de pesca. Ante esto, se hizo un acuerdo entre estupefacientes y los consejos comunitarios para que a estos últimos se les permitan mayores cupos de combustible.

### ***DIMAR***

La Dirección General Marítima (DIMAR) es una Dependencia Interna del Ministerio de Defensa Nacional, con autonomía administrativa y financiera, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 54, (literal j) de la Ley 489 de 1998, le corresponde, de acuerdo con las directrices impartidas por el Ministro de Defensa Nacional, ejercer las funciones señaladas en las disposiciones legales vigentes, en coordinación con la Armada Nacional. Tiene por objeto la dirección, coordinación y control de las actividades marítimas.

Ante Capitanía de Puertos, una de las unidades regionales de DIMAR, todos los pescadores artesanales e industriales deben hacer el trámite respectivo para obtener la autorización de zarpe, la cual es indispensable para salir a una faena.

Dada la inestabilidad institucional que ha predominado durante los últimos años, la transferencia de funciones entre instituciones ha hecho que el trámite de zarpe se vuelva complicado para los pescadores, los cuales muchas veces sufren retrasos para salir de faena, afectando su economía.

Actualmente se está revisando un proyecto de ley que pretende consolidar la creación de una nueva unidad de pesca y acuicultura que asuma todas las funciones que tiene el ICA y expida todos los permisos pertinentes a los zarpes de embarcaciones pesqueras.

### ***DIAN***

La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), en lo referente a la pesca, es la entidad encargada de regular la importación de insumos pesqueros, principalmente las redes. No obstante, las

redes están codificadas dentro del Ministerio de Comercio Exterior como artículos de fibra textil, por lo cual se les cargan impuestos arancelarios demasiado altos.

Se está gestionando un acuerdo entre las empresas importadoras de insumos pesqueros y la DIAN, para que estos artículos sean catalogados y codificados como pesqueros y no como textiles.

En las funciones de la DIAN, tienen injerencia: el Ministerio de Comercio Exterior, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

### **Relaciones entre los actores de la cadena**

Para entender mejor las relaciones que se dan entre los actores de la cadena pesquera artesanal, éstas se clasificaron de acuerdo a distintos escenarios:

#### ***En la captura***

Los pescadores artesanales e industriales comparten ciertas pesquerías sin llegar a competir directamente debido a que desarrollan sus actividades de captura en diferentes zonas. No obstante, el caso de la pesca de camarón de aguas someras (CAS) supone una excepción, ya que este recurso se concentra en las zonas de agua poco profundas y, por la facilidad de acceso, es ampliamente explotado por los dos tipos de pescadores.

Un factor determinante en esta competencia es el costo por faena, el cual es mucho más bajo para los artesanales, hecho por el cual estos tienden a tomar mayor posesión de este recurso. Para los industriales la pesca de camarón de aguas someras ya no está siendo rentable, por los altos costos de faena, que son alrededor de 58 millones de pesos, y para lograr un punto de equilibrio hay que traer al menos unas 6000 lb de camarón, lo cual muchas veces no se alcanza. De hecho, en el año 2007, alrededor del 70% de la flota pesquera industrial dedicada a esta pesquería tuvo que amarrar sus embarcaciones.

Debido a esto, los industriales han optado por comprarle camarón a los artesanales para procesarlo y/o comercializarlo, pues les es más rentable hacer esto que salir a pescar.

Otra relación entre los pescadores industriales y artesanales está dada por la fauna acompañante o incidente (ranfaña) en las capturas hechas por los industriales, la cual no es objetivo de la pesca. Esta ranfaña se regala a los tripulantes, los cuales la comercializan con los artesanales, teniendo la posibilidad de percibir un ingreso adicional.

#### ***En la transformación***

Los actores de la pesca artesanal e industrial interactúan principalmente en el procesamiento y la comercialización. En el procesamiento se han hecho alianzas porque el artesanal no procesa; en cuanto a la comercialización, también existe dependencia de los artesanales hacia los industriales, ya que no todos los pescadores artesanales están vinculados a cooperativas u organizaciones similares.

Empresas procesadoras como HARIMAR también compran producto ocasionalmente a los pescadores artesanales que ocasionalmente capturan especies de interés industrial como sardina o carduma (ZAMBRANO, 2009).

### ***En la comercialización***

Al momento de desembarcar los productos de la captura, inicia el primer trámite de compra y venta, que ocurre entre la pesquera y el pescador.

Los pescadores tienen libertad de escoger donde quieren vender. Sin embargo, muchas veces, el pescador debe recurrir a las pesqueras para obtener financiamiento para sus faenas, adquiriendo todo tipo de compromisos que generalmente debe saldar con su pesca.

Esta situación se torna desventajosa para el pescador artesanal, en la medida que la pesquera ejerza mayor dominio sobre las condiciones de la negociación, lo cual casi siempre sucede, y en la medida que la información sobre los precios reales del mercado pierda transparencia. Entre menos compromisos tengan los pescadores con las pesqueras, mayor libertad tienen de buscar el mejor postor para la venta de sus productos.

Las principales falencias detectadas en estas relaciones son:

- Se da poca importancia a los temas de calidad.
- No hay total transparencia en las relaciones entre el pescador y el comprador, en cuanto al manejo de precios, clasificaciones, pesos y condiciones de venta.
- No existen controles sanitarios.
- Excesivos costos operativos que afectan al consumidor final

### ***En la intervención de algunas instituciones***

Instituciones como la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), la Universidad del Pacífico y la Universidad del Valle; en general tienen buenos antecedentes de trabajo en varios escenarios de la pesca industrial y artesanal. Pese a ello, siempre ha habido una limitante presupuestal que resta eficacia a la acción de estas instituciones, dejando algunas veces proyectos sin terminar de ejecutar.

En cuanto a las instituciones que expiden algún tipo de permiso, los pescadores artesanales e industriales han manifestado en repetidas ocasiones que es muy complicado hacer el trámite para el permiso de los zarpes ante capitania de puertos (dependencia de DIMAR). Esto se debe a que la autorización final requiere previamente el cumplimiento de una serie de requisitos que son evaluados, al parecer, por distintas personas, ralentizando dramáticamente el proceso de autorización de zarpes y causando pérdidas de tiempo que a veces pueden llegar a varios días.

### ***Integraciones verticales y horizontales***

Las integraciones verticales son muy comunes en las grandes pesqueras, dado que éstas tienen la posibilidad de acopiar producto directamente de mano de los pescadores, agregarle valor y establecer puntos de venta propios dentro de la zona urbana local y en otras ciudades.

En cuanto a las integraciones horizontales, son más comunes en el eslabón de captura, donde se encontraron grandes organizaciones que reúnen varios (a veces cientos) de pescadores tanto artesanales como industriales. También se encuentran organizaciones de segundo grado como ACODIARPE para los industriales y CORPACIFICO, para los artesanales. Estas organizaciones, al representar un elevado número de personas, tienen mayor participación en instancias administrativas.

### 1.3.3 Características del mercado

#### *Características del producto*

La cadena pesquera ofrece una amplia gama de productos, destinadas a los mercados local, nacional e internacional. Se pueden obtener distintos productos dependiendo del tipo de pesquería y el nivel de transformación que se conjuguen en la cadena agroindustrial (Figura 1.6).

El pescado puede ser presentado en canal, filete o posta, y puede estar también fresco o congelado. El pescado, además de poseer proteína (15-20%), grasa (1-10%), carbohidratos (0,5-1%), minerales y vitaminas (1-1,5%), tiene un músculo rico en proteínas hemínicas (mioglobina, hemoglobina y citocromos) que poseen altas cantidades de hierro, siendo altamente provechosas para personas anémicas. Estas proteínas además tienen todos los aminoácidos esenciales y en buena cantidad (PRONATTA-ACIP, 2001).

El pescado y los mariscos son alimentos con grandes cualidades nutricionales, un alto contenido de agua (70-85%) y un pH cercano a 7, lo que los hace susceptibles a la contaminación microbiana y por ende a un rápido deterioro. Por eso es importante aplicar métodos eficientes de enfriamiento para inhibir la acción microbiana y preservar las características originales del producto.

Los crustáceos pueden estar crudos o precocidos, pero en ambos casos se mantienen congelados. Por cada 100 g de porción comestible de camarón, se obtienen: 63,70 ml de agua, 4,2 g de carbohidratos, 26,5 g de proteínas, 1,6 g de lípidos, 170 mg de colesterol, 150 mg de sodio, 293 mg de potasio, 117 mg de calcio, 240 mg de fósforo, 2,5 mg de hierro, 17 mg de retinol, entre otros (NUTRIGUIA, 2003).

Las harinas son utilizadas para la producción de piensos para animales. En su proceso de elaboración también se obtienen aceites que son destinados a la producción de fármacos, suplementos nutritivos y pinturas. La harina tiene entre un 60 - 78% de proteína, 2 - 4 % de grasa, 4 - 10% de humedad y 5 - 10% de minerales, principalmente sodio, calcio, potasio y fosfatos.

Los enlatados tienen una vida útil muy extensa; son consumibles sin ningún problema hasta los 4 años en anaquel. El atún enlatado por cada 100 g contiene: 22,8 g de proteína, 22 g de grasas totales, 4,13 g de grasas saturadas, 9 g de grasas monoinsaturadas, 8,42 g de ácidos grasos poliinsaturados (omega 3, 6, 9) 65 mg de colesterol, 420 mg de sodio y 7 mg de calcio (MUSCULARMENTE, 2006).

En general, la calidad de su proteína, su excelente contenido de vitaminas y minerales, así como los ácidos grasos que influyen en el desarrollo y funcionamiento de las células y tejidos, son sólo algunas de las bondades del comer pescados y mariscos, y es algo que está respondiendo a las necesidades de alimentación sana, cada vez más claras en los consumidores.

Los productos pesqueros que genera Colombia se destinan en un 85% para el consumo humano; el 14,5% para uso industrial en la producción de piensos y otros productos, y el 0,5% restante se compone de peces ornamentales y semilla para la acuicultura. La mayoría de estos productos se destinan a la exportación pues son de alto valor comercial; el mercado interno se surte en un 65% de la producción nacional y el 35% proviene de importaciones. Es usual que en la cadena de intermediación actúen hasta seis agentes, pero ello depende de los productos, destino y distancia entre los sitios de pesca y puntos de venta o proceso. Los precios entre el pescador y el consumidor pueden incrementarse entre un 50% y 120%, pero el pescador frecuentemente no se entera de estos datos ni se beneficia del incremento (FAO, 2003).

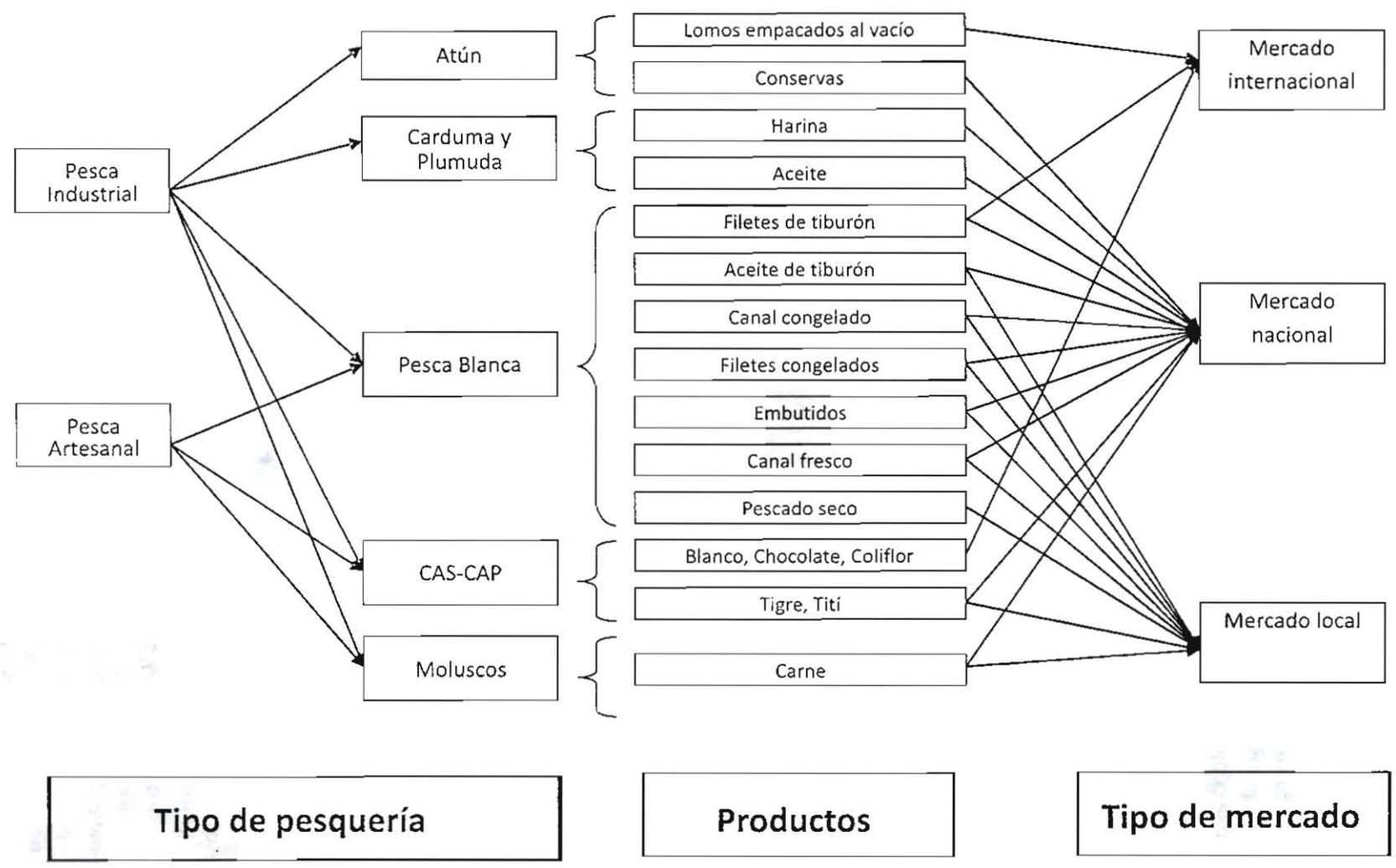


Figura 1.6. Esquema del flujo de productos en la cadena pesquera de Buenaventura.  
Fuente: Clavijo, 2009

**Volúmenes de producción mensual en la cadena**

Los desembarcos de pescados y mariscos obtenidos en el Pacífico colombiano en el 2009 se muestran en las tablas 1.6 y 1.7. En ellas se discriminan los volúmenes de captura de acuerdo al grupo de especies y el municipio de desembarco.

**Tabla 1.6. Desembarcos industriales y artesanales por grupo de especies en el Pacífico (2009).**

| GRUPO        | NIVEL        | Kg                | %             |
|--------------|--------------|-------------------|---------------|
| Peces        | Artisanal    | 3.373.360         | 15,87         |
|              | Industrial   | 15.607.938        | 73,43         |
|              | <b>Total</b> | <b>18.981.298</b> | <b>89,30</b>  |
| Crustáceos   | Artisanal    | 1.271.420         | 5,98          |
|              | Industrial   | 933.043           | 4,39          |
|              | <b>Total</b> | <b>2.204.463</b>  | <b>10,37</b>  |
| Moluscos     | Artisanal    | 63.173            | 0,30          |
|              | Industrial   | 6.591             | 0,03          |
|              | <b>Total</b> | <b>69.764</b>     | <b>0,33</b>   |
| <b>TOTAL</b> |              | <b>21.255.525</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: Adaptado de CCI, 2009

**Tabla 1.7. Desembarcos industriales y artesanales por municipios en el Pacífico (2009).**

| MUNICIPIO    | NIVEL             | Kg                | %             |
|--------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Buenaventura | Artisanal         | 2.485.593         | 11,69         |
|              | Industrial        | 7.509.299         | 35,33         |
|              | <b>Total</b>      | <b>9.994.892</b>  | <b>47,02</b>  |
| Barranquilla | <b>Industrial</b> | <b>6.826.618</b>  | <b>32,12</b>  |
| Tumaco       | Artisanal         | 1.494.586         | 7,03          |
|              | Industrial        | 2.065.658         | 9,72          |
|              | <b>Total</b>      | <b>3.560.244</b>  | <b>16,75</b>  |
| Bahía Solano | <i>n.d.</i>       | <b>304.085</b>    | <b>1,43</b>   |
| Guapi        | <i>n.d.</i>       | <b>423.689</b>    | <b>1,99</b>   |
| Cartagena    | <b>Industrial</b> | <b>145.997</b>    | <b>0,69</b>   |
| <b>TOTAL</b> |                   | <b>21.255.525</b> | <b>100,00</b> |

Fuente: Adaptado de CCI, 2009

En las tablas 1.6 y 1.7 se observa que los desembarcos se ven representados en su mayoría por los peces, lo que probablemente se deba a su facilidad de captura a nivel industrial; siendo Buenaventura la que representa los mayores desembarcos para el pacífico colombiano.

### **Demandantes de productos pesqueros**

Los demandantes de pescados y mariscos fueron clasificados en tres grupos: consumidores directos, clientes Institucionales locales y nacionales, y clientes internacionales.

Dentro del primer grupo se ubican las personas u hogares que, después de haber comprado el producto, no lo vuelven a vender. Son la categoría más numerosa de demandantes de estos productos que, por ser bienes de consumo, tienen como fin satisfacer necesidades básicas de la población.

En Colombia el consumo per cápita tuvo una baja importante en el cambio de siglo, pero desde el año 2000 presenta un crecimiento relativamente constante, llegando a 4,41Kg/hab/año en el 2005. Sin embargo, el consumo se encuentra muy por debajo de la media mundial de 13,1Kg, y debajo también de la media en América Latina que es de 9,2 Kg (INCODER, 2004).

Dentro de los clientes institucionales se incluyen los restaurantes, hoteles, hospitales, fuerzas armadas y, en general, organizaciones que compran pescados y mariscos a gran escala. Resulta destacable su papel en la cadena pesquera debido a sus importantes volúmenes y frecuencias de compra, lo cual implica la necesidad de hacer convenios con sus proveedores, suponiendo una valiosa oportunidad de contar con ventas seguras para estos últimos.

Finalmente, se clasificaron a parte los clientes internacionales debido a que participan directamente en la balanza comercial del sector pesquero del país. En la tabla 1.8 se muestran los niveles de importaciones y exportaciones de pescado durante los últimos años (MADR, 2007).

**Tabla 1.8. Comercio exterior en toneladas de pescado en Colombia (atunes y otros peces).**

| Año  | Exportaciones |                |        | Importaciones |                |        | Balanza comercial pescado<br>(Exportaciones - Importaciones) |
|------|---------------|----------------|--------|---------------|----------------|--------|--|
|      | Atunes        | Otros pescados | Total  | Atunes        | Otros pescados | Total  |  |
| 1997 | 61.443        | 381            | 61.824 | 12.145        | 9.086          | 21.231 | 40.593   |
| 1998 | 66.288        | 320            | 66.608 | 14.806        | 10.885         | 25.691 | 40.917   |
| 1999 | 69.518        | 655            | 70.173 | 8.888         | 6.715          | 15.603 | 54.570   |
| 2000 | 80.094        | 1.056          | 81.150 | 9.615         | 7.535          | 17.150 | 64.000   |
| 2001 | 64.818        | 1.189          | 66.007 | 6.344         | 10.623         | 16.967 | 49.040   |
| 2002 | 57.855        | 763            | 58.618 | 14.535        | 15.085         | 29.620 | 28.998   |
| 2003 | 49.320        | 942            | 50.262 | 14.216        | 27.633         | 41.849 | 8.413  |
| 2004 | 43.974        | 1.204          | 45.178 | 18.325        | 28.587         | 46.912 | -1.734   |
| 2005 | 57.655        | 1.386          | 59.041 | 25.936        | 27.561         | 53.497 | 5.544  |

Fuente: MADR, 2007

### ***Oferta de productos pesqueros a través del año***

La oferta de productos pesqueros está ligada a dos factores primordiales: la disponibilidad del recurso en el mar y la capacidad humana para extraerlo. Estos dos factores a su vez se ven afectados por otras variables, tales como el cambio climático, los ciclos vitales y migraciones, la sobrepesca, el cambio de distribución de las especies en el mar, las tecnologías de pesca y su facilidad de acceso, aspectos sociales, económicos y culturales de los pescadores, y el control de las autoridades.

Debido a todo lo anterior, el resultado es una enorme variabilidad en la oferta de productos pesqueros a lo largo del año, diferenciada también por el tipo de pesquería, ya que cada una tiene sus propias características en cuanto a distribución y abundancia en el mar.

Las instituciones reguladoras de la actividad pesquera monitorean constantemente todas estas variables con el fin de estimar la capacidad de cada pesquería para ser explotada. De este modo, dichas instituciones establecen cuotas de pesca para cada año, y cuando existen especies que han sido sobreexplotadas, se establecen periodos de recesión, denominados vedas, con el fin de protegerlos y darles tiempo para su recuperación.

El caso del camarón en el pacífico es un ejemplo apropiado, pues es un recurso de alto valor comercial pero su explotación no ha correspondido con su dinámica natural, lo que ha puesto en riesgo su sostenibilidad. Ante esto, las autoridades han diseñado mecanismos de control, como la resolución número 4020 de diciembre de 2008, la cual determinó dos periodos de veda para el camarón de aguas someras (CAS) entre el 26 de diciembre de 2008 hasta el 31 de enero de 2009 y el 15 de septiembre al 25 de octubre de 2009, y un periodo para el camarón de aguas profundas (CAP) del 26 de diciembre de 2008 al 15 de marzo de 2009.

Existen también iniciativas de la misma comunidad, como es el caso de las mujeres recolectoras de piangua, quienes autónomamente establecieron un periodo de descanso de marzo a mayo cada año con el fin de preservar este recurso.

Finalmente, el nivel de oferta es la principal fuerza que afecta los precios en el mercado de productos pesqueros, los cuales suben cuando la oferta es baja.

### ***Segmentación de los demandantes***

La población potencialmente consumidora oscila entre los 4 y 65 años de edad, la cual representa el 84% del total de los colombianos. Entre ellos, quienes más consumen son los grupos: 31-50 años (31%), 19-30 años (24%), y 10-18 años (21%) (FAO, 2003). Los productos que masivamente han mostrado mayor incremento en el consumo son los pescados de cultivo (tilapia, trucha y cachama), algunos de pesca marina y continental (pargo, bocachico, bagre) y las conservas (atún y sardinas tanto nacionales como importados).

Es posible encontrar productos que, siendo la misma especie, dependiendo de la presentación y lugar de compra pueden incrementar o reducir su precio de dos a tres veces. De modo que los demandantes de productos pesqueros en el mercado pueden segmentarse de acuerdo a su nivel de ingreso, o bien por el valor que están dispuestos a pagar por estos productos en determinadas condiciones de compra:

- Compradores de ingresos altos. Este grupo se caracteriza por comprar productos pesqueros en

supermercados y almacenes de cadena y buscan productos limpios y fáciles de preparar. Aunque no es posible afirmar que cada segmento de mercado consume ciertas especies específicas, se pueden identificar algunas exclusividades de este segmento, tales como el langostino, el róbalo y filetes de corvina y merluza. Los productos de este segmento se caracterizan por tener alto grado de transformación o, en el caso de productos frescos o en canal, están a la vanguardia en tecnologías de empaques y conservación (empaques al vacío).

- Compradores de ingresos medios. Este es el grupo más amplio, compran en todas partes y abarca casi todas las especies. Sin embargo, el factor precio tiene mucho más peso en las decisiones de compra. También tienen alto grado de transformación, como el caso de los enlatados. En el caso de productos frescos o en canal, no es tan común encontrar productos en empaques sofisticados o sistemas que ofrezcan barreras de conservación diferentes al frío. También compran a las platoneras que llegan hasta los barrios residenciales.
- Compradores de ingresos bajos. Concurren en plazas de mercado populares como la galería central, donde están concentradas las platoneras y en las pesqueras del centro de la ciudad. Buscan una amplia gama de productos que, por sus características singulares, no son comprados por los otros segmentos (en especial el de ingresos altos). Las condiciones de higiene en estos sitios de venta son deficientes.

### ***Distribución del valor total de la cadena entre los actores***

En la cadena pesquera artesanal el eslabón primario no se beneficia del valor agregado en la transformación y comercialización del producto, de modo que se genera mano de obra, pero poco beneficio social en la población, debido principalmente a fallas en el flujo de información desde el mercado hacia el sector primario.

El mayor cambio del precio de los productos pesqueros se da entre la captura y el procesamiento, aumentando del 80 al 110% (CLAVIJO, 2009), seguido de un margen de comercialización que oscila entre el 16 y el 35% (ZAMBRANO, 2009). Dicho precio hacia adelante cambia según la oferta y demanda, pero hacia atrás no se maneja igual, pudiendo incluso llegar a bajar omitiendo el aumento en los costos de producción, lo que afecta directamente a los pescadores tanto artesanales como industriales.

#### **1.3.4 Tendencias del negocio**

Las tendencias del negocio se abordaron dentro de los siguientes escenarios:

##### ***Captura***

- A pesar de los esfuerzos de las instituciones por trasladar a los pescadores de la pesquería de camarón a la pesca blanca, no hay indicios concretos de que lo vayan a hacer.
- Los pescadores artesanales tienden a dominar la pesca de camarón de aguas someras, los industriales tienden a retirarse, por los elevados costos de las faenas.
- Los altos precios del combustible marino son constantes. No se vislumbra una solución clara a este problema.
- El cambio climático está alterando la distribución de las especies en el mar. Se depende más de sistemas de detección. Además los fuertes cambios meteorológicos hacen cada vez menos segura la pesca.

- La temperatura en los océanos está aumentando, especialmente en las latitudes medias y las regiones tropicales, y algunas zonas se están haciendo más salinas. Los océanos de las regiones tropicales y las latitudes medias serán menos productivos, mientras que en los océanos de aguas más frías aumentará la productividad.
- Dadas las anteriores problemáticas, los niveles de captura de pesca blanca, crustáceos y moluscos tienen una tendencia a la baja desde el año 1997 (Figuras 1.7 y 1.8). Por su parte, los niveles de captura de atún tienden a mantenerse constantes.

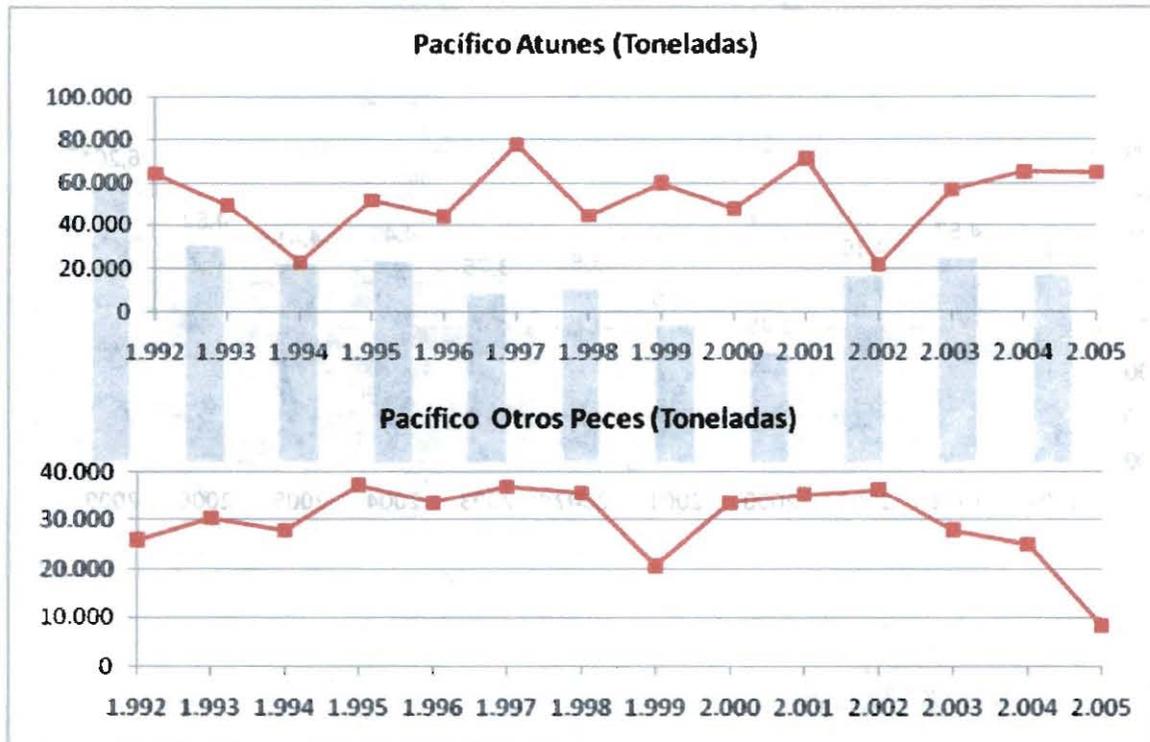


Figura 1.7. Comportamiento de la oferta de capturas del pescado en el Pacífico colombiano.

Fuente: MADR, 2007

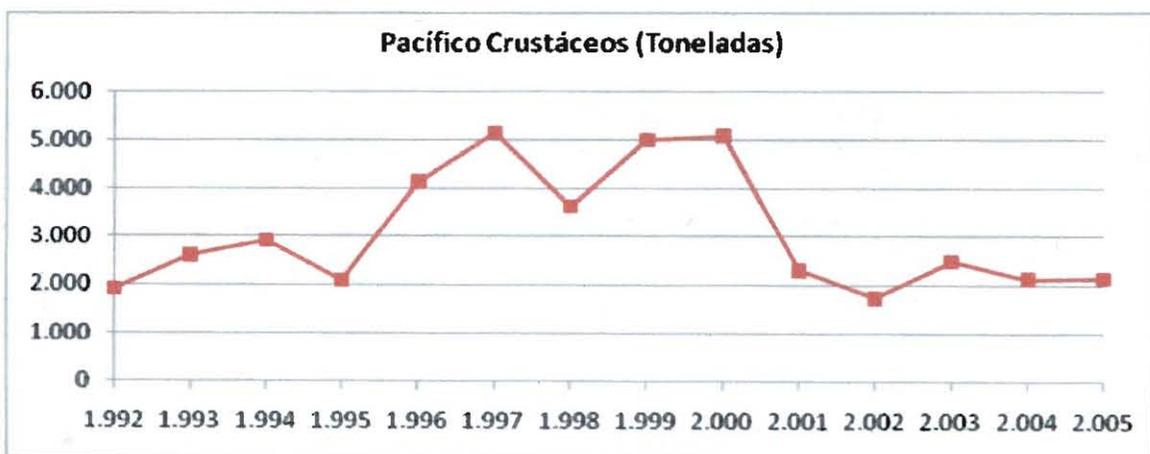


Figura 1.8. Comportamiento de la oferta de crustáceos y moluscos en el Pacífico colombiano.

Fuente: MADR, 2007

## ***Demanda***

La demanda mundial es creciente debido a que hay una mayor conciencia sobre temas de salud. Por ejemplo, los productos pesqueros son ricos en ácidos grasos insaturados como el Omega 3, 6, etc.

En Colombia el consumo per cápita de productos pesqueros presenta un aumento paulatino (Figura 1.9).

De estas proyecciones se desprende que América del Norte, Oceanía y Europa tendrán la mayor demanda per cápita pero Asia, dada su elevada población, podría representar aproximadamente dos tercios de la demanda total.

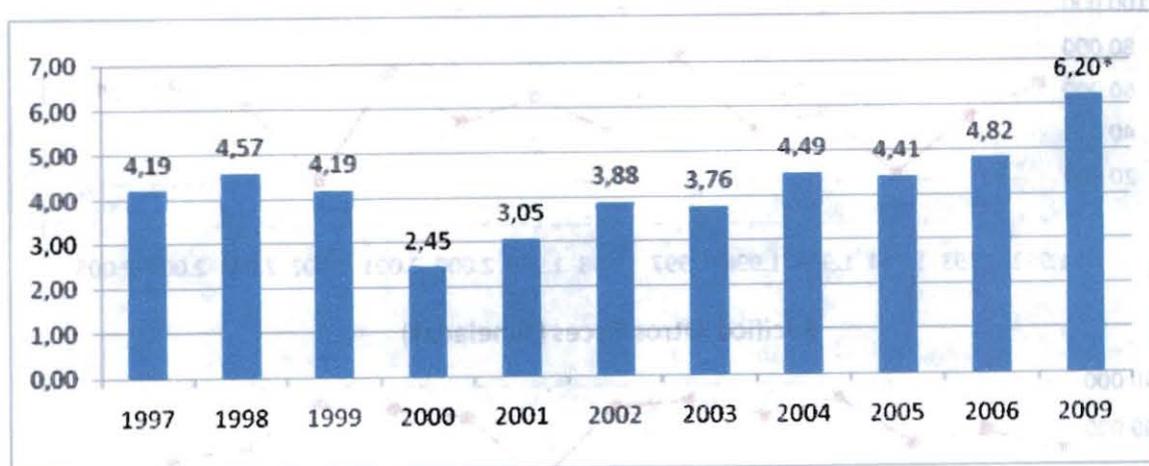


Figura 1.9. Consumo per cápita de pescado en Colombia (Kg/hab/año).

Fuente: MADR, 2007.

\*Dato tomado de PERUCHO, E. 2010.

## ***Tecnología***

- Emergen nuevas tecnologías para la pesca sostenible y cada vez más orientadas a la pesca blanca.
- En cuanto a la pesca de camarón, aparecen nuevos diseños de redes con sistemas excluidores que permiten disminuir la cantidad de fauna acompañante.
- Los pescadores artesanales que disponen de embarcaciones de mayor tamaño, tales como las que tienen motores de centro, ya están utilizando Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

- Otra tecnología que se está empezando a introducir es la de dispositivos como video sondas, radares y ecosondas, para medir la ubicación y tamaño de las especies en el mar.

Los problemas de calidad en la manipulación de productos pesqueros en establecimientos de la cadena artesanal, tienden a ser persistentes. La autoridad de salud no ejerce presión sobre los pequeños establecimientos acopiadores y transformadores de productos pesqueros.

- Instituciones como el SENA promueven las tecnologías de manipulación y conservación de productos pesqueros, pero la acogida de estas tecnologías en el negocio pesquero tiende a ser lenta.

### **Producto**

- Hay una tendencia a preferir productos de pesca blanca, dado que son más saludables comparados con los mariscos, que tienen mayores contenidos de calorías.
- El mercado está acogiendo nuevos productos y presentaciones de productos pesqueros ya existentes, tales como embutidos, hamburguesas, pre cocidos, empacados al vacío. En general buscan facilidad de consumo. No obstante, esta acogida se ha visto retrasada por la falta de conocimientos sobre especies que, si bien son muy conocidas en el ámbito local, no lo son tanto en el mercado nacional e internacional, sobre todo en aquellos escenario donde hay posibilidades de vender a mejores precios.
- En la medida que la ciencia gastronómica haga mayores esfuerzos en la creación nuevas propuestas, los clientes aprenderán a diversificar su consumo. De lograrse la diversificación en el consumo de productos pesqueros, es posible beneficiar en gran medida a ciertas regiones de pesca como el Pacífico Colombiano, donde las condiciones oceanográficas hacen que haya una gran variedad de especies, pero con muy poco volumen de éstas.

### **Precio**

- La calidad no está siendo bien pagada como en épocas anteriores en el mercado local, pero sí lo es cada vez más en el mercado nacional e internacional.
- La comercialización de productos extranjeros en el interior del país atenta contra la sostenibilidad de la producción nacional, debido a que tienen precios mucho mas competitivos, que son reflejo de sus políticas y ordenamiento pesquero superiores. Ejemplo de estos países son Perú, Ecuador y Argentina.

### **Distribución**

- Las grandes pesqueras tienen medios de transporte propios y puntos de venta en otras ciudades.
- Los supermercados están aumentando su participación en la comercialización de productos pesqueros, compitiendo con las distribuidoras y pesqueras, las cuales han dominado esa área tradicionalmente.

### **Promoción**

- Las empresas que ofrecen productos pesqueros, en todos sus niveles de transformación, cada vez se preocupan más por vender salud, ácidos grasos insaturados, alimentación balanceada y otras bondades nutricionales, en lugar de vender simplemente carne de pescado.

### **Socioeconómico**

- Las condiciones de inequidad y pobreza en la población afro colombiana tienden a persistir. Sus líderes no han logrado promover acciones que saquen a esta población de su estancamiento económico.

- La baja productividad en actividades como la agricultura, silvicultura, pesca y caza pueden alentar la participación en actividades ilícitas y la migración a otras zonas.

### **Político**

- El Estado continúa en una dinámica muy irregular en cuanto a brindar un apoyo contundente al sector pesquero, pero actualmente se está trabajando en un nuevo proyecto de ley de pesca participativo, que se perfila como el cambio que el subsector necesita para crecer y generar desarrollo.

### **1.3.5 Servicios de apoyo**

Las entidades que prestan servicios de apoyo, con sus aportes y mecanismos de acción, en la cadena pesquera de Buenaventura son:

#### ***Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)***

El ICA es la entidad encargada de todas las funciones de administración de recursos pesqueros del país, así como la investigación y ordenación de la pesca y la acuicultura en Colombia.

El ICA creó la nueva Subgerencia de Pesca y Acuicultura, la cual está integrada por dos direcciones: Servicios al Ciudadano y Regulación de Pesca y Acuicultura y por dos direcciones regionales, Atlántico y Pacífico.

En lo que tiene que ver con la Dirección de Servicios al Ciudadano (registro, control y vigilancia), la subgerencia se encarga de regular la actividad pesquera, otorgando los permisos respectivos para la comercialización y exportación de productos pesqueros así como para su aprovechamiento.

En este aspecto, el ICA actualmente adelanta un proyecto de ordenamiento pesquero en la costa pacífica colombiana, en el cual se busca hacer un censo de todos los pescadores. Para esto, está trabajando de la mano con el proyecto Red de Pesca y Acuícola del Pacífico colombiano.

Por su parte, la Dirección de Regulación de Pesca y Acuicultura tiene como funciones principales realizar las investigaciones, estudios técnicos y la ejecución de planes de ordenación pesquera regionalizados, definiendo los recursos susceptibles de aprovechamiento sostenible.

El ICA estableció en el Océano Pacífico Colombiano una veda para el camarón de aguas someras entre el 26 de diciembre de 2008 y el 31 de enero de 2009, y el 15 de septiembre de 2009 y el 25 de octubre del mismo año.

#### ***Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA)***

La UMATA es una dependencia de la Alcaldía de Buenaventura encargada de gestionar la oferta de servicios técnicos y liderar proyectos de investigación y desarrollo en el tema agropecuario.

En lo referente a la pesca, la UMATA ha desempeñado una función de coordinación entre todos los actores de la cadena pesquera, dada la capacidad de convocatoria desarrollada en la actual administración. Durante trabajos recientes con el CIAT y la Universidad Nacional, la UMATA ha tenido

una participación crucial en la gestión de estos proyectos.

### ***Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)***

El SENA es la institución reconocida a nivel regional como líder en temas de capacitación en el tema pesquero. Su contenido temático va desde el diseño y construcción de artes y aparejos de pesca, pasando por las tecnologías de conservación y transformación de productos pesqueros hasta la marinería común y la seguridad para salvaguardar la vida en el mar.

En captura ha brindado toda la formación técnica a la gente sobre el mar y sus recursos. Todos los marineros de los barcos industriales, para poder estar a bordo deben tener licencia de navegación, y la escuela de formación reconocida es el SENA, la cual también contribuye a través de la capacitación sobre nuevas tecnologías de pesca y navegación. También ha participado capacitando a los pescadores en el diseño y construcción de artes y aparejos de pesca, enfatizando en el aprovechamiento racional y sostenible del recurso pesquero.

En la transformación y conservación el SENA actualiza a las pesqueras que operan con conocimientos empíricos. Esto les sirve para cumplir las exigencias de la secretaria de salud y otros requisitos como el HACCP, algo indispensable para la exportación de este tipo de productos.

El SENA ha realizado campañas de capacitación en las cuales ha llegado hasta las comunidades, prestando sus servicios en toda la costa pacífica colombiana y fundamentándose en el conocimiento empírico de las comunidades para complementarlo con los adelantos tecnológicos. Eso se llama formación complementaria (CASAÑAS, 2009).

### ***Universidades del Valle y del Pacífico e INVEMAR***

Su participación se ha dado principalmente en la parte investigativa. La Universidad del Valle se ha destacado en la parte social, siendo un componente fundamental en la gestión de cualquier proyecto con comunidades negras.

La Universidad del Pacífico e INVEMAR, por su parte, se han desempeñado primordialmente en el campo investigativo de las ciencias biológicas y marinas, aportando conocimientos de suma importancia para el desarrollo de la pesca en el litoral Pacífico colombiano. Esta información también ha sido insumo para la expedición de normas referentes a la actividad pesquera.

### ***FUNDELPA***

La Fundación para el Desarrollo Económico del Litoral Pacífico (FUNDELPA) fue creada en marzo de 1981, para promover el desarrollo socioeconómico de la región, mediante el fortalecimiento de las microempresas existentes, la creación de nuevos negocios y el fortalecimiento del espíritu empresarial. Para ello se han organizado acciones de capacitación, asesoría, crédito y comercialización con criterios de eficiencia, eficacia y autosuficiencia, respetando los principios de equidad y solidaridad. El proyecto "Formación de empresas asociativas de trabajo, con énfasis en comercialización y competitividad de la granja integral ecoturística" comenzó a operar en marzo de 2003.

### 1.3.6 La actividad pesquera artesanal en la zona norte de Buenaventura

#### *Generalidades*

La Zona Norte del Distrito de Buenaventura comprende 13 comunidades, a saber: Puerto España, La Barra, Ladrilleros, Juanchaco, El Tigre, Sande, Mangaña, Miramar, La Sierpe, Mono, Chucheros, La Plata y Bazán Bocana. La ubicación geográfica de la zona abarca desde los 03°40'00"N hasta los 04°03'00"N y desde los 077°11'00"W hasta los 077°27'00"W (figura 1.10)

La pesca constituye para estas comunidades una actividad básica de sustento, y en gran medida el producto de sus capturas es destinado al autoconsumo, mientras que los excedentes son comercializados. La agroindustrialización de productos pesqueros es poca en esta zona, por lo que el aprovechamiento pesquero se centra actividades como el acopio y venta de productos.

Dentro del estudio de la cadena pesquera en Buenaventura, es pertinente incluir la fuerza de trabajo proveniente de zonas aledañas como ésta, ya que muchos de sus pescadores traen sus productos hasta Buenaventura, con el fin de tener mayores oportunidades de acceder directamente al mercado y obtener mejores condiciones de negociación. Es por eso que las cifras de capturas consignadas en estudios locales y regionales, se enmarcan dentro del Distrito de Buenaventura y su zona de influencia, la cual está comprendida por todas las comunidades de la franja costera del Departamento del Valle del Cauca.

En un estudio llevado a cabo por ASEPES (2010) se censaron 301 pescadores artesanales pertenecientes a la Zona Norte del Distrito de Buenaventura, de los cuales el 42% pertenece a Bazán la Bocana, el 15% a Juanchaco, 14% a La Plata, 11% a La Barra, y en menor proporción pertenecen a los consejos de Miramar, Mangaña, La Sierpe, Sande, El Tigre, Mono y Chucheros entre el 4 y 1%.

Este estudio en particular se enfoca en la zona norte del distrito, aunque hacia el sur también se pueden encontrar comunidades de suma importancia para el sector pesquero, tales como los Consejos Comunitarios de los ríos Cajambre y Anchicayá, los cuales además tienen una participación activa en los procesos de fortalecimiento organizativo, productivo, tecnológico e institucional, que se adelantan en el Nodo Pesquero.

#### *Infraestructura de Captura*

En cuanto a los artes y aparejos utilizados para la captura, consistentes en redes de enmalle, líneas de mano, palangres, changas y redes de mano, se determinó que de un total de 1.623 unidades identificadas en la zona, se utilizan en un 74, 19, 6, 1 y 0,2% respectivamente.

Las redes de enmalle ofrecen a su vez variedad de calibres, que permiten pescar a varias profundidades y distancia de la costa, y capturar una amplia gama de especies. Por esta razón son las más utilizadas en la zona, especialmente en el Consejo Comunitario de Bazán Bocana, donde se concentra el 62% de estas redes.

En la zona hay un total de 259 embarcaciones, de las cuales el 45% son construidas en madera, el 36% en fibra de vidrio, y el 19% son construidas en madera y forradas en fibra de vidrio.

De las embarcaciones contabilizadas, se encontró que 192 de éstas cuentan con motores fuera de borda, de los cuales cabe destacar que 77 y 49 unidades pertenecen a Bazán Bocana y Juanchaco respectivamente. La potencia de los motores varía entre 1,9 y 40 hp, destacando que de todos los

motores encontrados, 84 son de 40 hp y 74 son de 15 hp, concentrados también en los consejos mencionados (ASEPES, 2010).

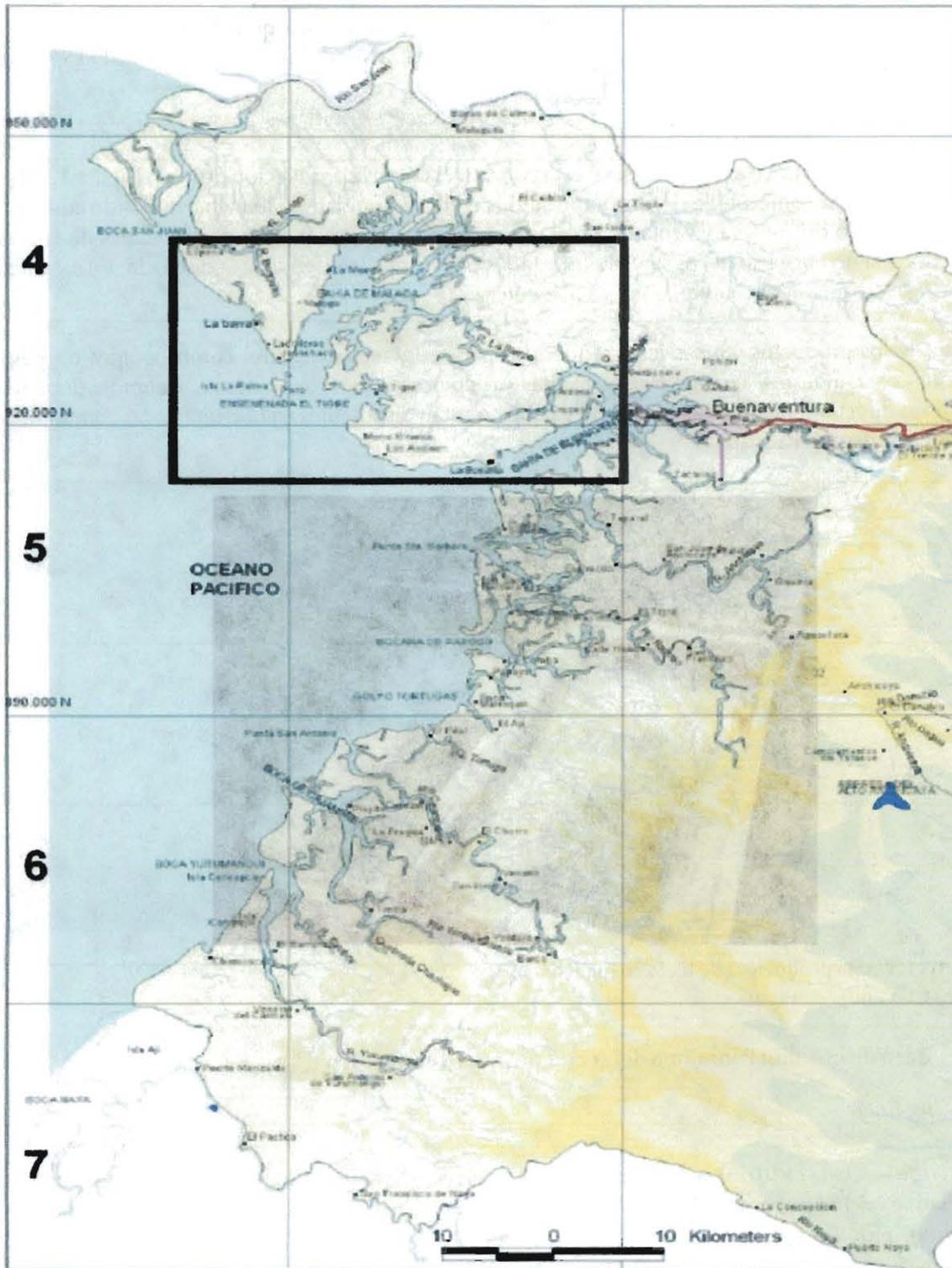


Figura 1.10. Ubicación geográfica de la zona norte de Buenaventura.  
Fuente: ASEPES, 2010

### **Manipulación del Producto**

La capacidad de acopio de la zona norte es de 31,78 ton, de las cuales 19,78 ton se prestan mediante cavas de icopor y fibra de vidrio, y 12 ton mediante un cuarto frío ubicado en la comunidad de Juanchaco. Distribuyendo la capacidad de acopio por comunidades, se encontró que el 60% se concentra en Juanchaco, el 32% en Bazán Bocana, y el 8% restante en las demás comunidades (ASEPES, 2010).

### **Servicios de Apoyo**

Existen servicios de apoyo a la actividad en esta zona, tales como la producción de hielo (Figura 1.12) y el abastecimiento de combustible. Estos son prestados en la comunidad de Juanchaco, donde además se ofrece el servicio de compra y venta de productos pesqueros frescos a otras comunidades de la zona. Bazán Bocana no hace uso de los servicios prestados por Juanchaco debido a la distancia; en cambio se provee de estos en Buenaventura, que está más cerca.

El resto de los productos y/o servicios requeridos para esta actividad, tales como equipos de pesca, repuestos para motores, cuartos fríos y plantas productoras de hielo, y demás insumos, deben ser adquiridos directamente en Buenaventura, ya que no están disponibles en ninguna de las comunidades de la zona norte (ASEPES, 2010).



**Figura 1.11. Planta productora de hielo en Juanchaco.**

Fuente: CLAVIJO, 2009

### **1.3.7 Caso de estudio: Panorama del sector pesquero en Tumaco**

#### **Generalidades**

Tumaco fue fundada el 30 de noviembre de 1640 por el padre Francisco Ruggy, natural de Salerno, Italia. La ciudad se encuentra localizada al extremo Sur-Occidental de Colombia en la costa del Departamento de Nariño, a los 2° - 48' - 24" de Latitud Norte y 78° - 45' - 53" de Longitud al Oeste del Meridiano de Greenwich (figura 1.13). Limita al norte con los municipios de Mosquera y Francisco Pizarro, al sur con la República del Ecuador, al oriente con los municipios de Roberto Payán y Barbacoas, y al occidente con el Océano Pacífico.



agrícola, dado que produce y comercializa: caucho, palma africana, cacao, coco, plátano, banano, arroz, ñame, maíz, caña, yuca, papachina, frijol, palma de chontaduro para palmito y naidí; en menor escala, árboles frutales como zapote, caimito, naranja, piña y el árbol del pan; además de plantas ornamentales y medicinales.

Una actividad tradicional que tuvo sus orígenes desde la colonia, y durante varios años fue de gran importancia en el municipio, fue el aprovechamiento de la Tagua (*Phytelephas seemanii*, *Phytelephas macrocarpa*), una palma espinosa de 5 a 6 m de altura y de la cual se extrae una nuez de color blanco hueso, dura, lisa, opaca y con textura parecida al marfil. Por su parecido al mineral, la tagua ha sido ampliamente utilizada en todo tipo de artesanías, y en la elaboración de botones, mangos de paraguas y bastones, pipas, servilleteros, peines, fichas de ajedrez, teclas para piano, abrecartas, entre otros muchos utensilios (PROEXPORT, 2009).

Entre las décadas de los 70 y 80 hubo un gran auge del camarón blanco, época en la cual se llegaron a reportar cerca de 150 barcos industriales pesqueros, sin mencionar los centenares de pequeñas embarcaciones artesanales que también participaron en dicha extracción, utilizando las tradicionales changas, artes que hoy son prohibidas por la ley debido a su poca selectividad. La sobreexplotación generada en la época impactó gravemente la población de camarón y hoy está en proceso de desaparición (NOGUERA, 2010).

Un sector de la población fabrica artesanías para venderlas a turistas, pero su principal actividad es la explotación del manglar y la pesca; especialmente en las zonas costeras, donde esta última constituye una de las principales fuentes económicas de la población, tanto a escala artesanal como industrial.

La producción de palma aceitera, otra actividad que cobró mucha fuerza durante el pasado gobierno, enfrentó sin éxito grandes dificultades debido a un problema fitosanitario causado por el Picudo (*Rhynchophorus palmarum*), causando una pérdida de aproximadamente 20.000 hectáreas de cultivo, y consigo más de 11.000 empleos que daban sustento a casi toda la población de la parte rural de Tumaco (PORTILLA, 2010)

Después del puerto de Buenaventura, Tumaco se considera el segundo más importante de las costas del Pacífico en Colombia; también es el principal puerto petrolero colombiano sobre el océano Pacífico, y el segundo a nivel nacional, después de Coveñas. En años recientes el oleoducto y el puerto han servido para transportar y exportar petróleo ecuatoriano, situación que se ve reflejada en el movimiento de su comercio exterior (Gobernación de Nariño, 2010).

Otro aspecto que hace parte de la economía de Tumaco son sus atractivos sitios turísticos, entre los cuales figuran (Gobernación de Nariño, 2010):

- Las Playas del Morro y del Bajito Tumaco
- Las Islas de Bocagrande y San Juan de la Costa
- El Puente del Morro

Las Desembocaduras del río Mira en el Pacífico formando hermosas playas naturales, en sus alrededores se encuentra gran variedad de flora y fauna, lo cual es un buen atractivo para los amantes del Ecoturismo.

Otras actividades informales en la economía del municipio son el mototaxismo y el denominado rebusque.

### Pesca y Acuicultura

La pesca en la bahía, al igual que en el resto del trópico, está basada en el desarrollo de un ejercicio multiespecífico desempeñado por las diferentes comunidades asentadas en el litoral como una actividad productiva y de sobrevivencia. Uno de los principales problemas con que cuenta el sector pesquero es el desconocimiento de los recursos explotables y de los volúmenes de captura disponibles que podrían llegar a permitir una diversificación de la pesca (CASTRO, y otros, 2003).

En la tabla 1.9, se encuentra el reporte de desembarcos industriales y artesanales en Tumaco para el 2009, el total de capturas artesanales e industriales equivales aproximadamente a 3560 ton anuales. La producción de camarón de cultivo está cercana a las 250 ton anuales. En el año 2008 fue de 600 ton, pero luego bajó debido a las importaciones de productos de Tailandia y China (PORTILLA, 2010).

**Tabla 1.9. Desembarcos artesanales e industriales en Tumaco, 2009.**

| Trimestre         | Tipo de desembarco | Cantidad (Kg)       |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| Enero-Marzo       | Artesanal          | 549.122,00          |
|                   | Industrial         | 8.858,00            |
| Abril-Junio       | Artesanal          | 419.566,00          |
|                   | Industrial         | 152.451,00          |
| Julio-Septiembre  | Artesanal          | 314.774,00          |
|                   | Industrial         | 1.072.528,00        |
| Octubre-Diciembre | Artesanal          | 211.124,00          |
|                   | Industrial         | 831.821,00          |
| <b>TOTAL</b>      |                    | <b>3.560.244,00</b> |

Fuente: Corporación Colombia Internacional, 2009.

En Buenaventura la flota industrial es más activa que en Tumaco, donde hay solo un barco industrial de arrastre (camarón) y otro de pesca blanca. El resto de la flota es artesanal (aproximadamente 3.500 pescadores), de la cual el 80% está dedicado a la captura de camarón, el cual cuando es almacenado en veredas y comunidades, llega a la ciudad de Tumaco sin cabeza, el procesamiento realizado consiste en un lavado. Algunas veces se realiza pelado, donde se genera el residuo de la cascara, pero es mínimo (PORTILLA, 2010).

En cuanto a las dificultades que tienen los pescadores al momento de salir a sus faenas, se identifican los costos operacionales, al igual que en Buenaventura, la excesiva tramitología sigue siendo un problema para salir a pescar y la gasolina tampoco es subsidiada; ocasionando una fluctuación de precios y disminución en la apertura de nuevos mercados (PORTILLA, 2010 y NOGUERA, 2010).

Frente a los problemas de sostenibilidad del recurso pesquero, los pescadores han emprendido iniciativas propias, por ejemplo detener la tradicional extracción de "Chautiza", que es el mismo

plancton, el cual era recogido de la superficie del mar cercano a los esteros con la ayuda de sábanas, luego secado para formar unas placas, después ahumado, posteriormente eran comercializadas y utilizadas para preparar el tradicional "Encocao" (CASTILLO, 2010)

### **La Pesca Artesanal**

La pesca artesanal es un subsector de producción con características muy especiales y cuyos actores directos se pueden tipificar como campesinos rurales, personas de bajos ingresos y nivel educativo; aprenden el oficio por tradición familiar y se incorporan a la actividad desde su juventud. Habitan en localidades cercanas a la costa o esteros desde donde se desplazan hacia las áreas de pesca, generalmente en grupos de dos o tres personas por embarcación.

Para muchos de ellos la pesca es la actividad que les provee el dinero suficiente para satisfacer sus necesidades básicas pero no tienen la cultura del ahorro, razón por la cual no se fijan metas de mediano y largo plazo. Acostumbran salir a la faena desde las primeras horas del día y regresan a casa antes del atardecer, lo que explica en parte su preferencia por la pesca costera (BELTRÁN, 2001).

Los pescadores de Tumaco cuentan con poca credibilidad en las organizaciones gremiales por la falta de resultados concretos y perdurables, así como de líderes con poder de convocatoria. En 1991 se fundó la Asociación Municipal de Pescadores Artesanales de Tumaco, Nariño (AMPEATUN) con 34 asociados; pese a ser la más representativa de la región, perdió credibilidad entre sus asociados porque consideraban que la asociación no representa sus intereses, no contribuye al desarrollo del pescador y sus dirigentes sólo se ocupan de recaudar las cuotas mensuales (BELTRÁN, 2001).

Para suplir sus necesidades inmediatas y de trabajo los pescadores acuden a los intermediarios, amigos y prestamistas locales, quienes a diferencia de las entidades crediticias no exigen documentos, garantías reales ni el cumplimiento estricto de los pagos mensuales (BELTRÁN, 2001).

La mayoría de los pescadores se dedican a la captura de crustáceos, sobresaliendo el camarón blanco o langostino, con un promedio anual de 304,3 ton (31,9 %) y el camarón titi, 535,5 ton (56,6 %) (Figura 1.13). Pescan, igualmente, dorado (16,6%), pescadilla (14%) y sierra (7,6%) (Figura 1.14).

### **Pesca Industrial**

En la región la pesca industrial se concentra en la explotación del camarón de aguas someras, debido a su alto valor comercial, facilidad de captura y poco costo de extracción. Sólo existe una compañía que captura carduma para la producción de harina de pescado. Tal concentración en un sólo recurso ha generado una considerable disminución en los volúmenes de desembarque, por el alto esfuerzo que soporta en la actualidad (CASTILLO, 2010).

La pesca de atún es una actividad ejercida por armadores industriales ecuatorianos, que realizan faenas en aguas jurisdiccionales colombianas e internacionales.

Los armadores industriales pertenecen a la empresa ecuatoriana "Paladines", la cual captura y reporta el recurso en aguas colombianas y luego lo lleva al Ecuador. Esa es la única empresa extranjera que puede pescar en aguas colombianas, y a ellos se les va a adjudicar el manejo del terminal pesquero de Tumaco (NOGUERA, 2010).

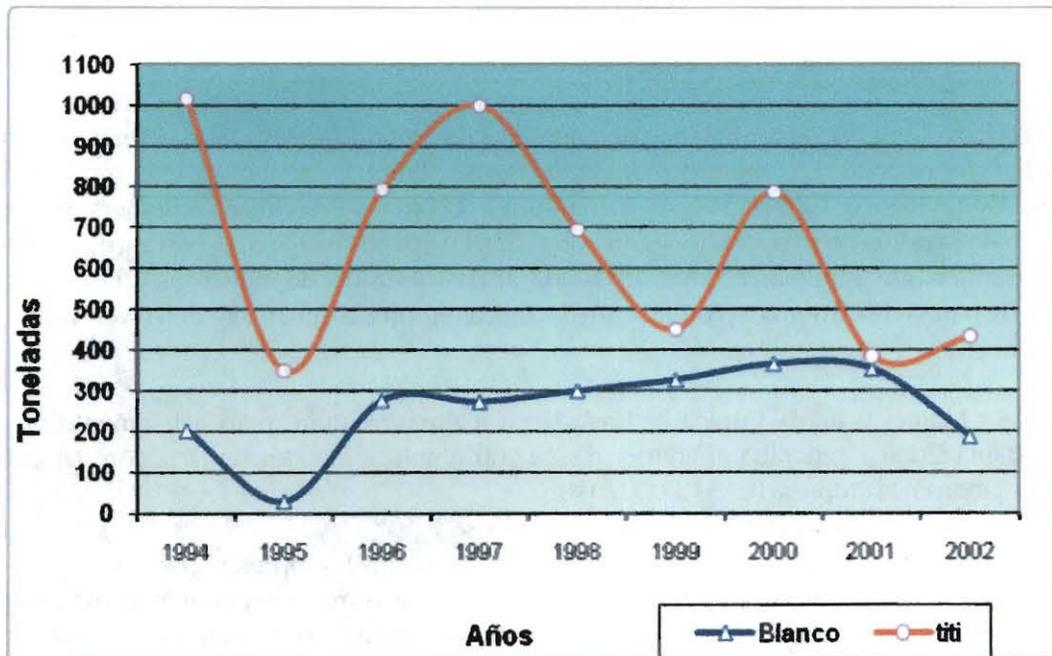


Figura 1.13. Desembarco de camarón titi y langostino en pesca artesanal- Tumaco.  
Fuente: INCODER, 2004

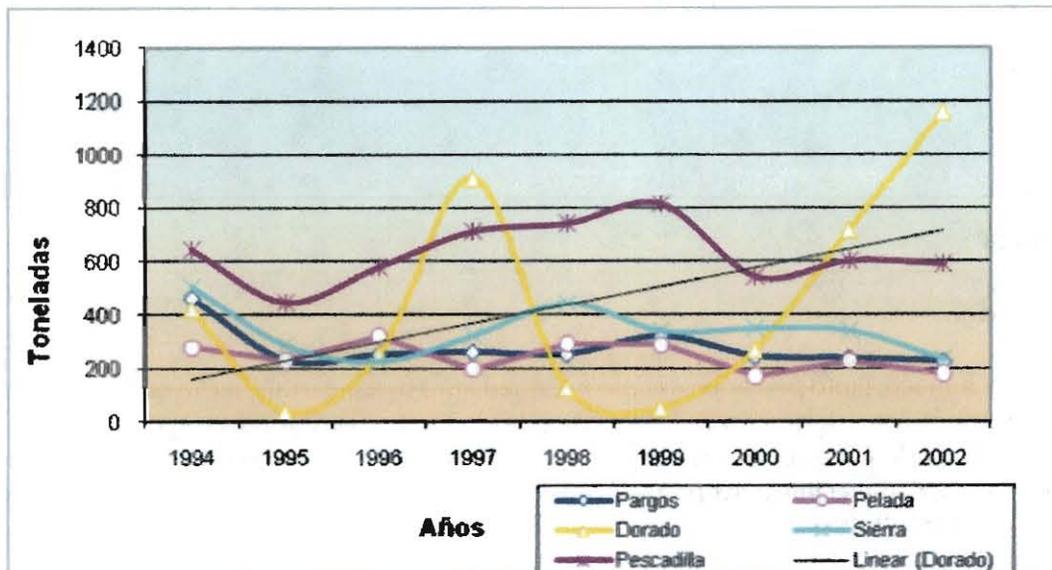


Figura 1.14. Principales especies desembarcada en Pesca artesanal, Tumaco.  
Fuente: INCODER, 2004

### Procesamiento

El procesamiento del producto inicia con la captura del recurso, el cual se coloca en pequeños compartimientos de las embarcaciones, con o sin hielo y se descargan en las cavas isotérmicas que hay en la mayoría de las comunidades. Las cavas son recipientes de madera o fibra de vidrio con una capa de poliuretano al interior; el hielo se conserva con aserrín o cáscara de arroz.

El pescado se eviscera a bordo o en tierra y se vende entero; eventualmente se seca, sala o ahuma. El langostino se descabeza, así como el camarón pequeño que también se precece. El tiburón y ocasionalmente el atún, se venden en postas o secciones circulares.

Actualmente, los volúmenes de captura han descendido, convirtiéndose esto en un factor crítico para las empresas transformadoras y comercializadoras del sector. Entre las empresas más reconocidas se mencionan: Delfin Blanco, Gilmar, Marcol, Bahía Cúpica, Ecomar y Proteimar. La primera, debido a la escasez de materia prima cerró operaciones, mientras que la segunda ha reducido su tasa de producción a menos de 1 ton por semana. Ecomar, dedicada al descabezado de camarón, y Proteimar, a la producción de harina de carduma y plumuda, son las únicas empresas que mantienen niveles constantes de operación.

Las empresas Marcol y Bahía Cúpica se trasladaron a Buenaventura, pero actualmente no están operando. Bahía Cúpica generaba alrededor de 20.000 empleos directos en la región. Unas 6.000 familias trabajaban en la empresa (CASTILLO, 2010)

Actualmente, en Tumaco se encuentran aproximadamente 30 empresas pequeñas dedicadas principalmente a la comercialización del recurso y manejan aproximadamente un máximo de 500 Kg de pescado semanal; del cual alrededor de un 10% de las capturas se filetean (NOGUERA, 2010 y PORTILLA, 2010).

A pesar de que la agroindustria pesquera en Tumaco está muy deprimida, aún se encuentran algunos procesos tales como (GUTIERREZ, 2010):

- Fileteado
- PUD
- IQF
- Mariposa
- Tail-on
- Seviceado

### Comercialización

En el puerto de Tumaco, tanto pescadores como intermediarios descargan allí, incluyendo comerciantes ecuatorianos provenientes del puerto de Esmeraldas; desde Tumaco se distribuyen los productos al resto del país. La cadena de intermediación tiene entre tres y cinco actores, que incluyen al pescador, el acopiador de playa, comerciante mayorista, mayorista central o empresa comercializadora y el minorista o detallista (BELTRÁN, 2001).

A diferencia de Buenaventura donde los comerciantes minoristas son mujeres, conocidas con el nombre de "platoneras", en Tumaco son hombres conocidos con el nombre de hombres comercializadores ambulantes de pescado fresco, que en total son aproximadamente 20 (NOGUERA, 2010).

La cadena pesquera en Tumaco se dedica principalmente a comprar y vender, muy poco al procesamiento; la gran tendencia es a comercializar pescado fresco en canal. Siendo Bogotá, Cali y Pasto las principales ciudades hacia donde se dirigen finalmente los productos (NOGUERA, 2010 y PORTILLA, 2010).

### **Abastecimiento de agua y saneamiento**

A pesar de existir fuentes de abastecimiento de agua a lo largo del Pacífico (aguas lluvias, ríos y quebradas), una considerable proporción de las poblaciones carece de agua potable. Para suplir este servicio de consumo doméstico los habitantes recurren a la recolección de agua lluvia y en otras ocasiones a la de quebradas y ríos. Estas aguas son consumidas directamente, sin previo tratamiento sanitario. A estas condiciones de salubridad en que vive la mayoría de la población se suma la falta de servicios públicos (agua, energía eléctrica y alcantarillado). En pocos poblados existen plantas eléctricas que prestan un servicio deficiente por el alto costo de mantenimiento. De acuerdo con registros del Dane, las cabeceras municipales de la región presentan una cobertura del 48 y 10% en los servicios de acueducto y sistema de alcantarillado, respectivamente (CASTRO, y otros, 2003)

En Tumaco se encuentran instalados los servicios de acueducto, telefonía, energía eléctrica y en algunas casas hay televisión por cable. La principal falencia es el manejo de basuras y la falta de alcantarillado, agravando la contaminación de las aguas marítimas aledañas.

La principal problemática que afronta actualmente el municipio es el deficiente abastecimiento de agua, debido al mal estado de las tuberías, las cuales son muy antiguas y se encuentran averiadas en muchos puntos, donde la gente ha tratado de hacer conexiones fraudulentas. Por otro lado, aunque algunas casas se han reconstruido en cemento y algunas de madera se han cambiado los palafitos por pilotes de ferrocemento que ofrecen mayor seguridad y duración, estas aun siguen vertiendo sus desechos directamente a la costa, de modo que cuando la marea sube, arrastra y filtra esta contaminación hasta el interior de las deterioradas tuberías del acueducto, generando problemas de salubridad (PORTILLA, 2010).

Una problemática común en las empresas pesqueras, al igual que en todos los establecimientos que demandan grandes cantidades de agua, es el abastecimiento de agua potable. El suministro del líquido por zonas, y su baja presión, hace que sea necesario perforar pozos para poder extraerlo, y posteriormente aplicarle aditivos para lograr su potabilización.

### **Instituciones del sector**

Como respuesta al problema del uso de artes inadecuados para la pesca, las instituciones del sector pesquero del municipio están trabajando para lograr una transición en el uso de artes de pesca. Entre las primeras medidas tomadas, se decretaron vedas para algunas especies de pesca blanca y camarón, pero éstas no son suficientes. Como referencia, se han identificado dos picos de alta productividad en el año: uno de noviembre a diciembre y otro de abril a junio (NOGUERA, 2010).

A diferencia de Buenaventura, donde el SENA juega un papel fundamental en este proceso de transición de artes de pesca, en Tumaco ésta institución participa principalmente en el apoyo a la acuicultura y camaronicultura en la zona continental, en poblaciones como Guayaquina y Yorente (NOGUERA, 2010). En cuanto al fortalecimiento económico de la cadena pesquera, la administración local está adelantando gestiones para que se reactive el Terminal Pesquero de Tumaco, lo cual se proyecta como una alternativa viable para reactivar el sector. Este terminal, que en primeras instancias fue instalado y adecuado por el Estado Colombiano, está ubicado en el sector del Morro, cerca del terminal de carga; no obstante, nunca se observó una plena operación de este puerto, y hoy está deteriorado (NOGUERA, 2010).

Dentro de las principales instituciones del sector pesquero en Tumaco, se encuentran INCODER, UNIPACIFICO, UNINARIÑO, UMATA, Gobernación de Nariño, Cámara de Comercio, Asociaciones de

Pescadores Artesanales y Semi Industriales y fundaciones ambientales.

El INCODER es la institución encargada de fomentar la pesca en Tumaco, para lo cual realiza capacitaciones en buenas prácticas pesqueras y manejo del recurso; igualmente está funcionando en el manejo de manglares, especies marinas, entre otros.

Corponariño es una institución que presenta información sobre el funcionamiento del sector pesquero, así como sus vertimientos.

Existen organizaciones legalmente conformadas como ASOFUTURO, cuyo objetivo es encaminar la actividad pesquera hacia una mayor sostenibilidad, incluyendo su agroindustrialización. Tienen un proyecto de repoblación de especies marinas (CASTILLO, 2010).

### ***Manejo de Residuos Pesqueros***

Las actividades que generan residuos son:

- Descabezado de camarón de cultivo
- Lavado de pescado
- Devenado y pelado de camarón

Los principales residuos generados por el procesamiento del recurso pesquero son agallas, piel, tracto digestivo y cáscara de camarón.

Las pequeñas empresas, que actualmente se encuentran funcionando no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas de proceso, vertiéndolas directamente al mar. Igualmente los residuos sólidos de la industria pesquera no los recoge la empresa de aseo por lo cual también van a dar finalmente al mar (NOGUERA, PORTILLA, 2010).

En Tumaco no se alcanzan a recolectar 2 toneladas diarias de residuos de pesca, por lo cual crear un proyecto de aprovechamiento de residuos debe involucrar tecnologías muy eficientes y económicas, acordes al volumen de residuos generados en el municipio.

En Tumaco se han generado propuestas para el aprovechamiento sostenible de las aguas de cola de los procesos, ya contribuyen a la eutrofización de las aguas principalmente, pero no ha sido posible implementarlas debido a los elevados costos por la tecnología requerida (PORTILLA, 2010).

## BIBLIOGRAFÍA

- ACODIARPE. 2001.** Asociación Colombiana de Industriales y Armadores Pesqueros. Cálculos Observatorio de Agrocadenas. 2001.
- ALMACENES EXITO. 2010.** Sitio Web. [En línea] 2010. [Citado el: 28 de Septiembre de 2010.] <http://www.almacenesexito.com.co>.
- ASEPES. 2010.** Empresa Asociativa de Trabajo Asesorías Pesqueras. Caracterización del Sector Pesquero Artesanal Zona Norte del Distrito de Buenaventura. Buenaventura : s.n., 2010.
- BELTRÁN, C. S. 2001.** Departamento de Pesca de la FAO. Recuperado el Octubre de 2010, de Promoción de la ordenación de la pesca costera. Aspectos socioeconómicos y técnicos de la pesca artesanal en el Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/ad056s/ad056s00.pdf>
- CASAÑAS, Miguel. 2009.** Levantamiento de Información Primaria sobre los Pescadores Artesanales. [entrev.] Juan CLAVIJO S. 2009.
- CASTILLO, Ricardo. 2010.** Caracterización del Sector Pesquero en Tumaco. [entrev.] Juan CLAVIJO. Agosto de 2010.
- CASTRO, L. A., NAVARRETE, A., CARDONA, T., OTERO, L., AFANADOR, F., MOGOLLÓN, A., y otros. 2003.** Panorama de la Contaminación Marina del Pacífico Colombiano (Vol. 3). San Andrés de Tumaco: DIMAR. Serie Publicaciones Especiales.
- CCI. 2009.** Corporación Colombia Internacional: Sistema de Información Pesca y Acuicultura. Boletines Mensuales de producción Pesquera. [En línea] 2009. [Citado el: 29 de Septiembre de 2010.] <http://www.cci.org.co/ccinew/SIA%20ESTADISTICAS%20PESQUERAS%20BOLETINES%20MES.html>.
- CHAMORRO, R. 2009.** Centros Chilenos en el Exterior. Artículo Informativo. [En línea] 2009. <http://centroschilenos.blogia.com/>.
- CHANTEAUNEUF, R. 1975.** Agroindustrias, Importancia y Efectos del Desarrollo Agrícola. Seminario Agroindustrial, CONPAN, SOFAFA, SNA. Santiago de Chile : s.n., 1975.
- CLAVIJO S., J. 2009.** Tesis de Pregrado. Formulación de una Estrategia de Competitividad para la Cooperativa Multiactiva de Pescadores Artesanales de Buenaventura. s.l. : Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Junio de 2009.
- CHIANG, Jaime. 1988.** Contaminación del mar y el futuro de la pesca en Chile. 1988, Ambiente y desarrollo, págs. 67-72.
- CONVEMAR. 1982.** Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. 1982.
- CSIRKE, Jorge. 1997.** Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Retos para la pesca mundial de captura con posibilidades limitadas de expansión. [En línea] 1997. [Citado el: 15 de Septiembre de 2010.] <http://www.rlc.fao.org/es/pesca/csirke.htm>.
- DE LA PAVA, M. - ICA y RUEDA, M. - INVEMAR. 2009.** Reunión extraordinaria del grupo de trabajo CPPS/FAO. Presentación sobre evaluación de recursos y pesquerías en el Pacífico sudeste. [En línea] 2009. [Citado el: 28 de Septiembre de 2010.] <http://cpps-int.org/dac/WG-CPPS-FAO%20Recursos%20y%20Pesquerias%20Artesanales/anexo%204.presentacion%20colombia.pdf>.
- DIMAR; CCCP. 2003.** Centro Control Contaminación del Pacífico. Recuperado el Octubre de 2010, de Aportes al entendimiento de la Bahía de Tumaco: [www.cccp.org.co](http://www.cccp.org.co)
- FAO. 2010.** Comercio pesquero. Buenos Aires : s.n., 2010.
- FAO. 2008.** Departamento de Pesca. Anuarios de Estadística de Pesca: Cuadros Resumidos. [En línea] 2008. [Citado el: 27 de Septiembre de 2010.] <ftp://ftp.fao.org/fi/STAT/summary/inicio.htm>.
- FAO. 2003-2011.** Fisheries Topics: Utilization. Productos pesqueros. Topics Fact Sheets. Texto de Peter

- Manning. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. [Citado 4 May 2011]. <http://www.fao.org/fishery/topic/12253/es>
- FAO. 2003.** Food and Agriculture Organization of the United Nations. Resumen Informativo sobre la pesca por países. [En línea] 2003. <http://www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/COL/profile.htm>.
- FAO. 2009.** The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. Roma : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. 2010.** HOJA INFORMATIVA: El comercio pesquero internacional y la pesca mundial. 2010.
- GOBERNACIÓN DE NARIÑO. 2010.** Tumaco nuestra pasión social e incluyente. 2010.
- GUTIERREZ, Byron. 2010.** Caracterización del Sector Pesquero en Tumaco. [entrev.] Juan CLAVIJO. Agosto de 2010.
- HLEAP Z., Jose Igor. 1990.** Módulo de Pescados y Mariscos. Cali : Universidad del Valle - CENPRE, 1990.
- HOOF, Bart Van, MONROY, Néstor y SAER, Alex. 2008.** Producción Más Limpia. Paradigma de gestión ambiental. Bogotá : Alfaomega Colombiana, Universidad de los Andes, Facultad de Administración, 2008.
- INCODER. 2004.** Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. Lineamientos Generales de Política para el Desarrollo de la Acuicultura en Colombia. [En línea] 2004. <http://www.udenar.edu.co/acuicola/revista/archivo/a1vol1/conf1.pdf>.
- INCODER. 2004.** Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural. Estructura del documento para diagnóstico situacional del sector pesquero en Tumaco. Tumaco : s.n., 2004.
- KALIPEDIA. 2007.** [En línea] 17 de Abril de 2007. [http://www.kalipedia.com/popup/popupWindow.html?tipo=imagen&titulo=Zonas+de+pesca+del+mundo&url=/kalipediamedia/geografia/media/200704/17/geogeneral/20070417klpgeogra\\_107.Ees.LCO.png&popw=749&poph=554](http://www.kalipedia.com/popup/popupWindow.html?tipo=imagen&titulo=Zonas+de+pesca+del+mundo&url=/kalipediamedia/geografia/media/200704/17/geogeneral/20070417klpgeogra_107.Ees.LCO.png&popw=749&poph=554).
- LAUSCHNER, R. 1975.** Agroindustria y Desarrollo Económico. Tesis de Magister, Escolatina. s.l., Chile : Universidad de Chile, 1975.
- LUDORFF, W. y MEYER, V. 1978.** El Pescado y los Productos de la Pesca. Zaragoza, España : Acribia, 1978.
- MADR. 2007.** Secretaría Técnica Nacional de Cadenas Acuícolas. Oferta y Consumo de Productos Pesqueros y Acuícolas (1992-2005). Bogotá : s.n., 2007.
- MARCO GLOBAL. 2009.** Sitio Web. Productos Manufacturados. [En línea] 2009. <http://www.marcoglobal.com/index.html>.
- MARTÍNEZ, J y RUIZ, M. 1999.** UNESCO. Manual de educación ambiental. [En línea] 1999.
- MIRALLES, Jordi. 2002.** Educación Ambiental. El desarrollo del litoral marino. [En línea] 2002. [Citado el: 13 de Septiembre de 2010.] <http://www.jmarcano.com/educa/curso/mares.html>.
- MOSQUERA, Beatriz. 2009.** Levantamiento de Información Primaria sobre la Pesca Artesanal. [entrev.] J. CLAVIJO S. 2009.
- MUSCULARMENTE. 2006.** Sitio Web. Composición Química de los Alimentos. [En línea] 2006. <http://www.muscularmente.com/cuerpo/nutricion/composicionquimica.html#4>.
- NOGUERA, Franco. 2010.** Caracterización del Sector Pesquero en Tumaco. [entrev.] Juan CLAVIJO. Agosto de 2010.
- NUTRIGUIA. 2003.** Sitio Web. Camarón: Composición Nutricional. [En línea] 2003. <http://nutriguia.com/?id=camaron;t=STORY;topic=alimentos>.
- ONUDI. 2004.** Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. Conferencia regional estudio de prospectiva de la industria pesquera en América del Sur. Lima : s.n., 2004.
- PERUCHO, E. 2010.** El Mercado de Pescado en la Ciudad de Bogotá. Serie Infopesca: El mercado de pescado en las grandes ciudades latinoamericanas. Disponible en:

[http://www.infopesca.org/publicaciones\\_libre\\_acceso/Informe-Bogota.pdf](http://www.infopesca.org/publicaciones_libre_acceso/Informe-Bogota.pdf)

**PGIRS. 2009.** Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Buenaventura : s.n., 2009.

**PINEDA, Magda. 2009.** Levantamiento de Información Primaria sobre los Pescadores Artesanales. [entrev.]. CLAVIJO S. 2009.

**PLANELLA, L y LABBÉ, R. 1976.** Agroindustria, un intento de definición. Santiago de Chile : s.n., 1976, Revista Alimentos No. 7.

**PORTILLA. 2010.** Caracterización del Sector Pesquero en Tumaco. [entrev.] Juan CLAVIJO. Agosto de 2010.

**POT TUMACO. 2008.** Alcaldía Municipal de Tumaco. Plan de Ordenamiento Territorial . Tumaco : s.n., 2008.

**PROEXPORT. 2009.** Colombia: Portal Oficial de Turismo. Tagua: El marfil Vegetal. [En línea] 2009. <http://www.colombia.travel/es/turista-internacional/actividad/historia-y-radicion/artesantias/materiales-autoctonos/tagua>.

**PRONATTA-ACIP. 2001.** Citado en VILLAZON, E. y CORREA, J. (2008). El Pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Buenaventura : Publicación de Almacenes EXITO, 2001. pág. 17p.

**RESOLUCIÓN 4020 DE 2008.** Por la cual se establece una veda para el camarón de aguas someras y camarón de aguas profundas en el Océano Pacífico colombiano. Instituto Colombiano Agropecuario. ICA. 2008.

**SÁNCHEZ, Isaac. 2008.** Actividad Agraria. La pesca. [En línea] 2008. [Citado el: 13 de Septiembre de 2010.] <http://www.slideshare.net/isaacbuzo/la-pesca-en-espaa>.

**SAP. 2004.** Secretaría de Agricultura y Pesca de la Gobernación del Valle del Cauca. Estudio de la Cadena Pesquera Artesanal del Pacífico Vallecaucano. [En línea] 2004. [Citado el: 28 de Septiembre de 2010.] [http://sisav.valledelcauca.gov.co/CADENAS\\_PDF/pesca/Cadena%20Pesca.pdf](http://sisav.valledelcauca.gov.co/CADENAS_PDF/pesca/Cadena%20Pesca.pdf).

**SEGURA, Judith. 2009.** Levantamiento de Información Primaria sobre los Pescadores Industriales. [entrev.]. CLAVIJO S. Febrero de 2009.

**SIKORSKI, Z. E. 1994.** Tecnología de los productos del Mar: Recursos, Composición Nutritiva y Conservación. Zaragoza, España : Acribia, 1994.

**TALLER INTERNACIONAL DE PESCA SOSTENIBLE. 2008.** Universidad del Pacífico. Buenaventura, 2008.

**ZAMBRANO, Emiliano. 2009.** Levantamiento de Información primaria sobre los Pescadores Industriales. [entrev.]. CLAVIJO S. Febrero de 2009.

**ZUGARRAMURDI, Aurora, PARÍN, María y LUPIN, Héctor. 1999.** Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera. Depósito de documentos de la FAO. [En línea] 1999. [Citado el: 9 de Septiembre de 2010.] <http://www.fao.org/DOCREP/003/v8490s/v8490s03.htm>.



## **CAPÍTULO 2**

# **FUNDAMENTOS ENERGÉTICOS PARA PROCESOS AGROINDUSTRIALES**

*Judith Rodríguez Salcedo  
Natalia Perea Velasco*



## 2.1 FUNDAMENTOS DE BALANCE DE MASA EN LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

Las leyes de conservación de la masa y energía son los principios fundamentales en los cálculos de ingeniería, y sus enunciados comunes son: en todo proceso “la masa no se crea ni se destruye, se conserva” y “la energía no se crea ni se destruye, se conserva”. Para la cuantificación de las transformaciones de masa y energía en los procesos son necesarios los balances de masa y energía.

### 2.1.1 Definiciones

Antes de definir la metodología para realizar un balance de masa en un proceso se requiere definir algunos términos:

- Sistema: se refiere a espacios delimitados a los que fluye masa y energía para su transformación. Es una porción arbitraria o la totalidad de un proceso establecida específicamente para su análisis de balance de masa y energía.
- Frontera del sistema: se traza subjetivamente alrededor del proceso mismo a fin de visualizar los flujos de masa y energía que entran o salen del sistema a fin de contabilizar en los balances.

Respecto a los ingresos y egresos de masa al sistema, el sistema puede ser abierto o cerrado.

- Sistema abierto (o continuo): es aquel en que se transfiere material por la frontera del sistema; esto es, entra en el sistema, sale del sistema o ambas cosas. Se contabilizan las entradas o salidas en una base de cálculo en tiempo.
- Sistema cerrado (o por lotes): es aquel en el que no tiene lugar una transferencia de masa ni de entrada ni de salida durante el intervalo de tiempo de interés de análisis del sistema. Esto significa que para un tiempo definido, se carga a un sistema o reactor las materias primas o reactivos y se descargan; pero durante el tiempo de análisis del proceso solo se concentra la atención en las transformaciones, con o sin reacción química, que ocurran. Un proceso así se realizaría dentro de un sistema cerrado.

La frontera de un sistema puede estar fija respecto al equipo del proceso, o puede ser una superficie imaginaria que se dilata o se contrae conforme se lleva a cabo el proceso. Es necesario identificar el tipo de frontera para definir si se trata de sistemas abiertos o cerrados y escoger la ecuación de balance de energía a utilizar en el balance.

- Sistema aislado corresponde a un tipo de sistema cerrado, donde la masa permanece constante, independiente de los cambios que tengan lugar dentro del sistema. A diferencia de un sistema cerrado donde puede ingresar y/o egresar energía, en el sistema aislado no hay flujos de energía.

### 2.1.2 Ecuación general de conservación de la masa

El balance de materia en el proceso es la contabilización de material que ingresa, que egresa, que se produce y que se acumula en los procesos. La siguiente ecuación expresa con palabras el concepto del balance de materia.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Masa que se} \\ \text{acumula} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Masa que} \\ \text{entra a los} \\ \text{límites del} \\ \text{sistema} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{Masa que sale} \\ \text{de los Límites} \\ \text{del sistema} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{Masa que se} \\ \text{genera} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} \text{Masa que se} \\ \text{consume} \\ \text{dentro del} \\ \text{sistema} \end{array} \right\}$$

Ecuación 2.1

La igualdad determina la conservación de masa en el sistema. La sustancia o grupo de sustancias que sufren transformación representan un proceso, el cual indica los cambios que tienen lugar dentro del sistema.

Es importante identificar las diferencias entre peso y masa, ya que la palabra peso se aplica en la literatura de ingeniería como sinónimo de masa. Peso y masa son numéricamente iguales solo en un lugar donde la constante de gravitación tiene valor normal de 9,806 m/s<sup>2</sup> o 32,174 ft/s<sup>2</sup>. La variación en el peso de una masa dada sobre la superficie de la tierra es despreciable para el trabajo ordinario de ingeniería.

Los términos de generación y consumo se refieren a “ganancias” o “pérdidas” por reacciones químicas, es decir, la formación de productos mediante el reordenamiento de enlaces de los reactivos. La acumulación puede ser positiva o negativa.

En el caso de un sistema cerrado no hay flujo de masa a través de la frontera (o límites del sistema) y la masa dentro del sistema se conserva por definición.

Para un sistema abierto hay un flujo a través de la frontera y la masa puede entrar y salir de modo que sí se aplica la conservación, la ley de la conservación de la masa, puede suceder que el flujo de masa que entra en un sistema abierto iguale con exactitud el flujo de masa que sale, y no hay cambio en el flujo de masa con el tiempo, entonces se habla de flujo “estable” o “estacionario”, o puede suceder que los flujos de masa de ingreso o egreso del sistema no sean numéricamente iguales, pero para efectos de cálculos se toman flujos uniformes con el tiempo, se habla entonces de procesos “uniformes” y para estos últimos es necesario definir la base del tiempo para los cambios de masa en los procesos.

### Ecuaciones complementarias

Para calcular balance de materia de un proceso, primero hay que especificar en qué consiste el sistema para el cual se hará el balance, establecer sus fronteras y resolver las variables de forma que al sistema se lleven unidades de masa, por lo cual resulta útil conocer algunas ecuaciones que complementan la Ecuación General de Conservación de la Masa como son:

$$m = \rho V \quad \text{Ecuación 2.2}$$

$$\dot{m} = \frac{m}{t} = \frac{C}{U} \quad \text{Ecuación 2.3}$$

$$v = \frac{1}{\rho} = \frac{V}{m} \quad \text{Ecuación 2.4}$$

$$c = \frac{V}{t} = A \times \vec{V} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

$$m = nPM \quad \text{Ecuación 2.6}$$

$$\int \frac{d\dot{m}}{dA} dA \quad \text{Ecuación 2.7}$$

$$\dot{m} = \rho/\vec{V}/dA \quad \text{Ecuación 2.8}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \int \rho d\vec{V} \right) = \sum_{ent} \int d\dot{m} = \sum_{sal} d\dot{m} \quad \text{Ecuación 2.9}$$

Donde:

$m$  : masa

$\dot{m}$  : flujo másico

$\rho$  : densidad

$V$  : volumen total

$\vec{V}$  : velocidad de la masa que fluye

$v$  : volumen específico o volumen por unidad de masa

$c$  : caudal

$n$  : número de moles

$PM$  : peso molecular de un compuesto

De tal manera la ecuación de conservación de la masa se expresa como:

$$\sum \dot{m}_i = \sum \dot{m}_e \quad \text{Ecuación 2.10}$$

Para procesos en flujo estacionario o estable, sin reacción química, y

$$\sum m_i + (m_1)_s = \sum m_e + (m_2)_s \quad \text{Ecuación 2.11}$$

Para procesos en flujo y estado uniforme sin reacción química.

Donde:

$m_i$  : masa inicial dentro de un sistema ó flujo másico de ingreso,

$m_e$  : masa final en sistema ó flujo másico de egreso,

$(m_1)_s$  : masa inicial dentro de un sistema,

$(m_2)_s$  : masa final en sistema.

### 2.1.3 Metodología para la evaluación de balance de masa y energía a un sistema

Se requiere usar tipos de modelos para definir y analizar situaciones de transformación de masa y energía involucradas en los procesos:

- El modelo conceptual, utilizado para visualizar el sistema, el (los) dispositivo (s) que involucra, las etapas y su secuencia en el proceso.
- El modelo matemático, utilizado para derivar ecuaciones matemáticas con el fin de definir el comportamiento termodinámico del fluido de trabajo en las condiciones relevantes.

Por medio de estos modelos es posible describir una estrategia ordenada para resolver los balances en ejercicios académicos y procesos industriales. La siguiente estrategia seguida paso a paso, proporciona una base para resolver el balance de masa y energía en un proceso:

1. **Entender el Problema.** Significa destacar un enunciado para formar una imagen clara de lo que el problema implica y pide. Es necesario crear el modelo conceptual pertinente.

2. **Definir el Problema.** En todo problema se deben resolver 3 leyes fundamentales: Conservación de la masa, Conservación de la energía y Conservación del momento. Para ello en los problemas es posible modelar el dispositivo, la situación o proceso en términos de un sistema termodinámico que puede ser cerrado o abierto.

3. **Dibujar un diagrama representativo de los procesos.** Los diagramas de procesos son componentes en la solución de problemas, pues son modelos conceptuales del comportamiento del fluido a la entrada, dentro y fuera de un sistema. Define el comportamiento en términos de propiedades del fluido. Para la elaboración de diagramas se aconseja una metodología de cajas "negras", una flecha de entrada, flecha de salida, que indican las masas, energía, momento que entran y salen de un sistema. Cada flecha debe acompañarse de un nombre que la identifique, de la información (composición, masa, temperatura, presión, etc.) que permita establecer las ecuaciones de balance de masa, energía y momento.

Así mismo un diagrama con toda la información puede ser cualitativo, cuantitativo en todas las propiedades expresadas en el enunciado del problema o con aquellas que han sido consultadas con base en los datos del enunciado.

4. **Construir un modelo matemático del problema.** Con base en la información mostrada en los diagramas se aplican las ecuaciones básicas de masa, energía y momento que definen el proceso.

Una ecuación expresa la representación matemática de una ley. En la formulación de ecuaciones juegan papel importante las variables y el sistema tiene una solución particular cuando el número de ecuaciones planteadas es igual al número de variables a evaluar. En el caso de no ser iguales esos números se requiere de la experiencia y conocimiento de la persona que este solucionando el problema para hacer suposiciones y simplificaciones.

5. **Hacer Suposiciones.** Dar valores o predefinir variables con base en la experiencia o simplificar las ecuaciones generales para hacerlas más aplicables a un problema en particular, desdeñando los términos que tengan un efecto despreciable. Por ejemplo, si la velocidad es muy baja, la energía cinética de una masa de fluido puede considerarse insignificante.

Es necesario considerar el periodo de tiempo al cual se aplica el balance. Si se formula para un instante de tiempo, la ecuación de balance debe ser diferencial y debe representar procesos de estado no estacionario (o transitorio).

En contraste, para los sistemas de estado estacionario los valores de las variables no cambian con el tiempo. Así los términos de acumulación de las ecuaciones son por definición cero.

**6. Resolver el modelo matemático simplificado.** Esto es usar las ecuaciones simplificadas en forma reordenada para determinar las cantidades desconocidas dentro del problema.

**7. Comprobar las ecuaciones de balance de masa.** Las variables posibles que expresan implícita o explícitamente los ingresos y salidas de masa en cada una de las etapas del proceso y del proceso en general, determina qué se puede balancear en la ecuación de balance de masa. El balance de materia se puede referir a un balance en un sistema de:

1. La masa total, 2. El total de moles, 3. La masa de un compuesto químico, 4. La masa de una especie atómica, 5. Los moles de un compuesto químico, 6. Los moles de una especie atómica.

La ecuación de balance no aplica al balance de volumen, porque la ecuación se basa en la conservación de la masa, y si todos los materiales que entran en cada término no tienen la misma densidad, o si hay efectos de mezcla, los volúmenes de los materiales no se pueden balancear.

**8. Comprobar las ecuaciones de balance de energía.** Las ecuaciones de Balance de Energía son dadas por las formas de la Ecuación de la Primera ley de la termodinámica así:

La primera ley de la termodinámica o ley de la conservación de la energía, para un sistema cerrado se expresa:

$$\left( U + \frac{mv^2}{2gc} + \frac{mgz}{gc} \right)_2 - \left( U + \frac{mv^2}{2gc} + \frac{mgz}{gc} \right)_1 = {}_1Q_2 + {}_1W_2 \quad \text{Ecuación 2.12}$$

Y la primera ley de la termodinámica para un sistema abierto (con o sin acumulación) se generaliza así:

$$Q_{rc} + \sum m_i \left( h_i + \frac{v_i^2}{2gc} + \frac{gz_i}{gc} \right) = \sum m_e \left( h_e + \frac{v_e^2}{2gc} + \frac{gz_e}{gc} \right) + \dot{W}_{rc} + \left[ m_2 \left( u_2 + \frac{v_2^2}{2gc} + \frac{gz_2}{gc} \right) - m_1 \left( u_1 + \frac{v_1^2}{2gc} + \frac{gz_1}{gc} \right) \right]_{rc} \quad \text{Ecuación 2.13}$$

Donde:

$U, u$ : Energía interna total y específica respectivamente que ingresan o salen del sistema (i,e)

$H, h$ : Entalpía total y específica respectivamente que ingresan o salen del sistema (i,e)

$Q$  : Energía en forma de calor que atraviesa los límites del sistema

$W$  : Energía en forma de trabajo que atraviesa los límites del sistema

$v$  : Velocidad de la masa que ingresa o egresa al sistema (i,e)

$z$  : Altura de la masa que ingresa, o egresa, o permanece en el estado uno ó dos del sistema

## 2.2 TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN EN LA AGROINDUSTRIA

Conservar los alimentos consiste en bloquear la acción de los agentes externos e internos del alimento, que pueden alterar sus características originarias (aspecto, olor y sabor). Los agentes externos pueden ser microorganismos del entorno como bacterias, mohos y levaduras, y los internos, como las enzimas naturales presentes en ellos.

Una mala conservación de los alimentos conduce a que estos se alteren, resultando perjudiciales para la salud del consumidor. Por ejemplo, la aplicación inadecuada en la esterilización de conservas, embutidos y otros productos, produce la toxina botulínica (por la bacteria *Clostridium botulinum*), la cual es la toxina más venenosa que se conoce (miles de veces más tóxica que el cianuro). Igualmente se pueden producir otras sustancias a causa del crecimiento de ciertos mohos, las cuales son potentes agentes cancerígenas. Por estas razones, es importante evitar la alteración de los alimentos.

Igualmente, la aplicación de métodos de conservación de forma inadecuada en los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). Se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos (GARCÍA, 2002).

En muchos alimentos existen de forma natural sustancias con actividad antimicrobiana. Muchas frutas contienen diferentes ácidos orgánicos, como el ácido benzoico o el ácido cítrico; la relativa estabilidad de los yogures comparados con la leche se debe al ácido láctico producido durante su fermentación; los ajos, cebollas y muchas especias contienen potentes agentes antimicrobianos, o precursores que se transforman en ellos al triturarlos.

La conservación de los alimentos está relacionada a la evolución humana. Desde años atrás la conservación de los alimentos ha sido fundamental para la supervivencia, las reservas de alimentos eran necesarias para sobrevivir durante los largos y gélidos inviernos o las prolongadas sequías.

Los fondos de las cuevas se utilizaban para conservar porque eran los lugares más frescos. Las fosas excavadas en el suelo y tapadas protegían los alimentos de los animales. La carne, pescados y plantas se secaban al aire y al sol. Como recipientes, hasta el descubrimiento de la rudimentaria cerámica aproximadamente en el 6.500 a. C. se utilizaban pellejos de cuero, para los líquidos y recipientes de madera, cestos y arcones para los alimentos sólidos, la invención de la cerámica horneada y secada, supuso un gran paso adelante en el proceso de conservación.

Las primeras técnicas de la salazón y el ahumado las aportaron los egipcios. Los griegos descubrieron que recubriendo las frutas y alguna verduras con cera virgen se conservaban mejor y más frescas y que añadiendo miel a frutas frescas y cociéndolas y depositándolas en odres impermeabilizados con resina, se conservaban durante semanas.

En el Norte de Europa se conservaban depósitos de nieve en estancias excavadas en piedra llamadas heleras, se acumulaban bloques de hielo en las épocas frías y se utilizaban como reserva durante las estaciones calurosas para conservar alimentos.

Nicolas Appert (1749-1841) fue el primer elaborador de latas de conserva, tal como se realiza en el hogar hoy en día. Utilizó el baño maría para conservar alimentos cocinados, guardados en botellas de cristal que luego tapaba con corchos encerados.

El descubrimiento de Appert, ideado para las despensas de los ejércitos, no fue utilizado por estos, quizás por la fragilidad del envase o porque de quedar aire en el interior, el contenido se arruina, pudiendo ser colonizado por las bacterias causantes del botulismo.

En 1880, Pasteur explica científicamente el fundamento de este método de conservación dando a conocer la existencia de los microorganismos causantes de la alteración de los alimentos. Este método también se conoce como pasteurización.

En el siglo XX debido a los avances tecnológicos se produce un avance significativo en la conservación de todo tipo de alimentos. La industria desarrolla máquinas cada vez más sofisticadas en la lucha contra los microorganismos. Nuevas técnicas como la congelación permiten el desarrollo de nuevas formas de consumo, nuevos envases como la hojalata galvanizada más económicos y fáciles de transportar compiten con los envases de cristal.

En la segunda mitad del siglo XX se desarrolla una nueva industria que fabrica nuevas sustancias que añadidas a los métodos tradicionales pueden conservar los alimentos durante décadas: los conservantes. El códex alimentario registra en la actualidad más de 5.000 sustancias, que conservan o alteran las características organolépticas de los alimentos.

A finales del siglo XX se descubren envases como el tetra-brik y los polímeros plásticos entran de lleno en el panorama mundial de la conservación, conviviendo con los envases tradicionales. Las modernas técnicas de irradiación de los alimentos o la manipulación biotecnológica utilizadas a finales del siglo XX y principios del XXI abren las posibilidades de conservación hasta límites insospechados.

Actualmente, los alimentos se pueden conservar mediante procesos térmicos o no térmicos (Tabla 2.1). Los procesos térmicos son aquellos que utilizan calor para modificar las características físico químicas de los alimentos, además de las microbiológicas, afectando la calidad del alimento. Por otra parte, los procesos no térmicos se pueden utilizar en la inactivación de microorganismos responsables de los deterioros de los alimentos sin que la calidad del alimento se vea afectada.

**Tabla 2.1. Métodos de conservación de los alimentos.**

| Método de conservación       | Ejemplos  |
|------------------------------|---|
| Térmico a bajas temperaturas | Refrigeración<br>Congelación  |
| Térmico por calentamiento    | Escaldado<br>Pasteurización<br>Esterilización   |
| No térmico                   | Osmodeshidratación<br>Radiación<br>Campos eléctricos de alta densidad<br>Ultrasonido<br>Altas presiones |

### 2.2.1 Métodos de conservación térmicos a bajas temperatura

El frío constituye una técnica de conservación ampliamente difundida en la industria de los alimentos. A diferencia de otras técnicas de conservación, las bajas temperaturas inhiben los agentes alterantes de una forma total o parcial; lo cual, permite obtener productos con características similares a las del producto original, lo que resulta de especial importancia para su consumo de manera directa. Así mismo, constituye un adecuado medio de conservación para las materias primas y los productos derivados de la industria alimentaria.

#### **La Refrigeración**

La refrigeración es un método que permite conservar los alimentos durante un tiempo de días o semanas, a partir de la reducción de la temperatura cerca del punto de congelación, pero, sin llegar a congelarse. En general, en la refrigeración la temperatura es de alrededor de 0 ° C a 4 ° C. La reducción de temperatura se realiza extrayendo energía del alimento, es decir, se reduce la energía térmica del alimento, descendiendo su temperatura, lo que ocasiona el retardo del crecimiento de microorganismos termófilos y mesófilos; no obstante, los de tipo psicófilos pueden multiplicarse.

La reducción de temperatura también disminuye la velocidad de casi todas las reacciones catalizadas por enzimas, igualmente en alimentos cárnicos desencadena la liberación interna de calcio, que estimula la contracción del músculo y aumenta la actividad de las calpaínas, las cuales son las responsables del ablandamiento post-mortem del músculo.

Los factores a controlar en la refrigeración son:

- Temperatura, la temperatura óptima oscila entre 0-5°C.
- La humedad, si el ambiente es muy seco se reproducirá paso de humedad desde el alimento al medio.
- La luz, las cámaras de refrigeración deben ser oscuras para evitar la oxidación, principalmente de las grasas.
- La composición de la atmósfera, al aumentar la concentración de monóxido de carbono, se retrasa el periodo de maduración y si se aumenta la concentración de oxígeno, se acelera.
- La temperatura debe mantenerse uniforme durante el periodo de conservación dentro de los límites de tolerancia admitidos en su caso y ser la apropiada para cada tipo de producto.

#### **La Congelación**

La congelación es un método adecuado para la conservación de alimentos a largo plazo, consiste en solidificar el agua contenida en estos, manteniéndolo en perfectas condiciones organolépticas y nutritivas. La eficacia de este método se debe a la deshidratación interna (formación de cristales de hielo) o inmovilización del agua y al descenso de la temperatura. A pesar de que algunos microorganismos sobreviven al almacenamiento a temperaturas muy bajas, generalmente no es posible el desarrollo de microorganismos si se cumplen las temperaturas de almacenamiento recomendadas. La retención o pérdida de la calidad durante la conservación por congelación de los tejidos de los alimentos depende de cómo se lleva a efecto y/o de las características innatas del tejido.

En la congelación las enzimas no son inactivadas, incluso algunas continúan funcionando en el tejido animal congelado. Las enzimas con energías de activación bajas retienen considerable actividad en estado congelado.

Algunas de las alteraciones que pueden tener los alimentos sometidos a congelación son modificaciones químicas, como el enranciamiento de las grasas, cambios de color y/o pérdidas de nutrientes, y la quemadura por frío la cual ocurre cuando se emplean técnicas de envasado inadecuadas. La quemadura por frío se manifiesta cuando el equilibrio de la presión de vapor de agua sobre la superficie de la carne es mayor que la existente en el aire, pues los cristales de hielo se subliman.

Los factores a tener en cuenta en el proceso de congelación son:

- La velocidad de congelación, cuando el alimento se congela rápidamente (Figura 2.1), se forman pequeños cristales de hielo intra y extracelularmente. En cambio, si se congela lentamente, los cristales de hielo se forman primero en el espacio extracelular, dando como resultado cristales más grandes, lo que ocasiona muchas veces lesiones en los tejidos.
- La velocidad de congelación también influye sobre el color de los tejidos animales congelados. Con la congelación rápida los tejidos se vuelven muy pálidos, lo cual no es deseable para las carnes rojas, pero lo es en cambio para las aves. Este efecto parece estar muy relacionado con el número y tamaño de los cristales de hielo producido y el grosor y naturaleza de la matriz tisular. Una vez descongelados, no se puede distinguir el aspecto de los tejidos congelados rápida o lentamente.
- El contenido de agua del producto, ya que determina la cantidad de calor necesario para transformar el agua líquida en hielo, sin cambio de temperatura. Este calor es conocido como calor latente de congelación.
- La temperatura inicial y final del producto son determinantes en la cantidad de calor que se debe extraer del producto. A pesar de las bajas temperaturas, todavía existe en el alimento agua líquida, ya que a las temperaturas de congelación ( $-18^{\circ}\text{C}$ ) no toda el agua está congelada.

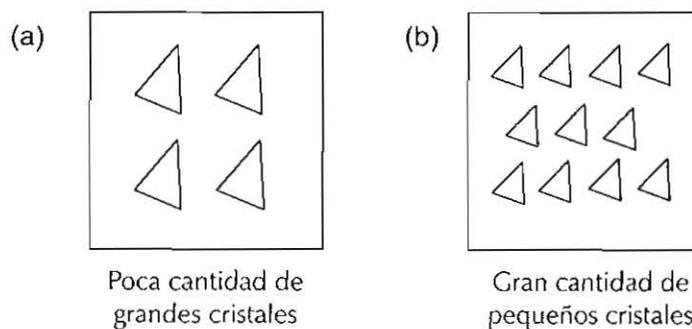


Figura 2.1. Tamaño de cristales en (a) congelación lenta y (b) congelación rápida.

### 2.2.2 Métodos de conservación térmicos a altas temperaturas

La aplicación de altas temperaturas sobre los alimentos persigue destruir agentes biológicos para obtener productos más sanos y duraderos. Del mismo modo, los tratamientos térmicos persiguen destruir agentes biológicos, como bacterias, virus y parásitos con la finalidad de obtener productos más sanos; conseguir

productos que tengan una vida comercial más larga, debido fundamentalmente a la eliminación o reducción de los microorganismos causantes de la alteración de los alimentos; y disminuir la actividad de otros factores que afectan a la calidad de los alimentos, como determinadas enzimas (por ejemplo, las que producen el oscurecimiento de los vegetales cuando éstos son cortados).

El tratamiento térmico que precisa cada alimento depende de la naturaleza de cada producto. Algunos sólo permiten ciertas temperaturas, pues de otro modo, provoca cambios en su aspecto y su sabor. En otros, sin embargo, las altas temperaturas no producen alteraciones. De cualquier forma, cuanto mayor es el tratamiento térmico, mayor número de gérmenes se destruyen, ya que al someter a los microorganismos a una temperatura superior a la que crecen, se consigue la coagulación de las proteínas y la inactivación de las enzimas necesarias para su normal metabolismo, lo que provoca su muerte o lesiones subletales.

Por tanto, las temperaturas altas aplicadas en los alimentos actúan impidiendo la multiplicación de los microorganismos, causando la muerte de las formas vegetativas de éstos o destruyendo las esporas formadas por ciertos microorganismos como mecanismo de defensa frente a agresiones externas. Cuanto mayor sea la cantidad de microorganismos que se encuentren en el alimento, más tiempo se tardará en reducir el número de supervivientes a un valor determinado. Por eso, el sistema de preparación de cada producto precisa de diferentes combinaciones de tiempo y temperatura (EROSKI CONSUMER, 2003).

### **El Escaldado**

El escaldado consiste en la inmersión de los productos en agua caliente entre 85 y 100 °C, o rodeados de vapor vivo, con el objetivo de proteger los alimentos frente al deterioro enzimático y/o frente al deterioro microbiano durante el almacenamiento. Los alimentos pueden ser mínimamente procesados que pueden conservar su calidad e inocuidad durante una o dos semanas de almacenamiento en refrigeración o durante uno o dos años de almacenamiento en congelación. Las formas vegetativas de los microorganismos son destruidas a temperaturas más bajas que la mayoría de las enzimas.

Igualmente con el escaldado se logran remover gases y sabores no deseados, ablandar tejidos, resaltar el color, facilitar operaciones mecánicas (pelado, corte, etc.), y limpiar el producto.

### **La Pasteurización**

La Pasteurización consiste en calentar el alimento, destruyendo los microorganismos patógenos, pero no a sus esporas; se logra una inhibición de las principales enzimas del deterioro. Se utiliza sobre todo en la leche y en bebidas aromáticas como zumos de frutas, cervezas, y algunas pastas de queso. Los alimentos pasteurizados se conservan sólo unos días ya que aunque los gérmenes se destruyen, se siguen produciendo modificaciones.

La pasteurización puede ser a temperatura baja y tiempo largo (63 °C x 30 min), temperatura alta y tiempo corto (72 °C x 16 s) o temperatura ultra alta (135 -150°C x 2 -8 s).

### **La Esterilización**

La esterilización es un proceso que destruye en los alimentos todas las formas de vida de microorganismos patógenos o no patógenos, a temperaturas adecuadas, aplicadas de una sola vez o por

tindalización. (115 -130°C durante 15 - 30 min). Si se mantiene envasado el producto la conservación es duradera. El calor destruye las bacterias y crea un vacío parcial que facilita un cierre hermético, impidiendo la recontaminación.

En un principio consistía en el calentamiento a baño maría o en autoclave de alimentos después de haberlos puesto en recipientes de cristal, como frascos o botellas. En el ámbito industrial alimentario se considera también como esterilización el proceso por el que se destruyen o inactivan la casi totalidad de la flora banal, sometiendo a los alimentos a temperaturas variables, en función del tiempo de tratamiento, de forma que no sufran modificaciones esenciales en su composición y se asegure su conservación a temperatura adecuada durante un período de tiempo no inferior a 48 horas.

En general siempre se desechará cualquier conserva que presente olor, aspecto o sabor extraños.

### **2.2.3 Métodos de conservación no térmicos**

Los métodos de conservación no térmicos se utilizan para procesar el alimento sin que se vea afectada su calidad y, por tanto, mantener sus características organolépticas intactas. Mediante estos mecanismos de conservación y transformación se obtiene un alimento que, generalmente, puede consumirse crudo o después de haber sido sometido a un tratamiento térmico suave. Se trata de alimentos con una elevada calidad, tanto nutritiva como sensorial, y a la vez con un mínimo procesado que garantiza unas propiedades organolépticas excelentes. Además, permite alargar su vida útil y satisfacer los gustos del consumidor. Aunque la eficacia de estos métodos se conoce desde hace tiempo, no ha sido hasta ahora cuando se han producido los mayores avances tecnológicos que han hecho posible su comercialización.

#### ***La Radiación***

La radiación consiste en exponer el producto a la acción de las radiaciones ionizantes (radiación capaz de transformar moléculas y átomos en iones, quitando electrones) durante un cierto lapso de tiempo, eliminando microorganismo, algunos de ellos patógenos. Para el control del crecimiento bacteriano se necesitan tratamientos con dosis superiores a 1 kGy, y para la destrucción de bacterias patógenas se precisan radiaciones de 5-10 kGy.

La radiación puede afectar a los alimentos con cambios de color en carnes, pescados, frutas y queso, modificaciones de textura en la carne y pérdidas de vitaminas hidrosolubles y liposolubles.

#### ***La Osmodeshidratación***

La osmodeshidratación es una técnica de preservación, se emplea principalmente a frutas que presentan estructuras sólidas y pueden cortarse en trozos, no se recomienda a frutas que poseen un número elevado de semillas de tamaño mediano (guayaba, mora, entre otras). Este método de conservación inhibe el crecimiento y multiplicación de microorganismos que provocan descomposición de los alimentos. Consiste en realizar una inmersión del alimento en una solución hipertónica, lo cual conduce a que ocurran tres tipos de transferencia de masa: 1) Difusión del agua del alimento a la solución, en la cual la fuerza que conduce a la transferencia de masa es la diferencia de presión, 2) difusión del soluto de la solución al agua del producto, la fuerza conductora de la transferencia de masa es la diferencia de concentración y 3) la difusión en menor proporción de los solutos del alimento al agua de la solución.

### **Campos eléctricos de alta intensidad**

Los campos eléctricos de alta intensidad que se utilizan se sitúan entre 20 y 60 kV/cm y se aplica al alimento en forma de pulsos cortos que se ajustan teniendo en cuenta los distintos factores del alimento y de la microbiota contaminante, alterando o destruyendo su membrana celular dejándolos inactivos. Cuando se aplica una intensidad de campo eléctrico, se origina una diferencia de potencial entre ambos lados de la membrana del microorganismo y, cuando esta diferencia de potencial alcanza un valor crítico determinado, que varía en función del tipo de microorganismo, se origina la pérdida de su integridad, el incremento de la permeabilidad y finalmente la destrucción de la membrana del patógeno.

Esta técnica constituye una de las mejores alternativas a los métodos convencionales de pasteurización, su uso está limitado a productos capaces de conducir la electricidad y exentos de microorganismos esporulados, es decir, que produzcan esporas, como el *Clostridium* y el *Bacillus*. Los alimentos más idóneos para este tratamiento son la leche, los zumos de frutas, las sopas, los extractos de carne o el huevo líquido.

### **Ultrasonido**

Los ultrasonidos pueden definirse como ondas acústicas inaudibles de una frecuencia superior a 20 kHz. Pueden usarse para la conservación de los alimentos, acción para la que son más eficaces las ondas ultrasónicas de baja frecuencia (18-100 kHz) y alta intensidad (10-1000 W/cm<sup>2</sup>). El efecto conservador de los ultrasonidos está asociado a los fenómenos de cavitación gaseosa, que explica la formación de microburbujas en un medio líquido. La cavitación se produce en las regiones de un líquido en el que se producen ciclos de expansión y compresión de forma alterna.

Durante los ciclos de expansión los ultrasonidos provocan el crecimiento de las burbujas existentes en el medio o la formación de otras nuevas y, cuando éstas alcanzan un volumen al que no pueden absorber más energía, implodionan violentamente para volver al tamaño original. Esta acción supone la liberación de toda la energía acumulada, ocasionando incrementos de temperatura instantáneos que no suponen una elevación sustancial de la temperatura del líquido tratado. Sin embargo, la energía liberada sí afecta la estructura de las células situadas en el entorno.

Se ha demostrado que las formas esporuladas son tremendamente resistentes a la acción de los ultrasonidos (se requieren horas para su inactivación), mucho más que las formas vegetativas. Así, el efecto de los ultrasonidos sobre los patógenos en los alimentos es limitado y depende de múltiples factores, por ello, la inactivación microbiana se produce como consecuencia de una mezcla, simultánea o alterna, con otras técnicas de conservación. Por ejemplo, la aplicación de ultrasonidos y tratamientos térmicos suaves (temperaturas inferiores a 100°C) conocida como termoultrasonicación, la combinación con incrementos de presión (inferior a 600 MPa) que se denomina manosonicación o el uso de ambas a la vez, la manotermosonicación.

Sus usos en la industria alimentaria, particularmente la manosonicación y la manotermosonicación se encuentran en la esterilización de mermeladas, huevo líquido y, en general, para prolongar la vida útil de alimentos líquidos. Los ultrasonidos de forma aislada son eficaces en la descontaminación de vegetales crudos y de huevos enteros sumergidos en medios líquidos. A parte de la conservación, los ultrasonidos se han utilizado para el ablandamiento de carnes, en sistemas de emulsificación y homogenización así como en la limpieza de distintos equipos para el procesado de alimentos.

## **Altas presiones**

Consiste en aplicar sobre el alimento presiones elevadas entre 1.000 y 10.000 atm. Este tratamiento afecta a diversos sistemas biológicos, fundamentalmente las membranas celulares, por lo que se ve seriamente comprometida la supervivencia de los microorganismos contaminantes. Los mecanismos por los cuales se realiza la destrucción microbiana y la desnaturalización de proteica debidos a los tratamientos por presión difieren de los de calentamiento. Mientras que las interacciones hidrófobas intramoleculares que estabilizan la estructura nativa de la proteína se refuerzan cuando la temperatura aumenta hasta 60°C, éstas se debilitan al aumentar la presión. La desnaturalización debida a la presión puede ser beneficiosa para la creación de nuevos tipos de productos cárnicos gelificados, pero este efecto no es deseable si el objetivo primordial del tratamiento por presión es estabilizar la carne fresca almacenada.

El tratamiento por presión también puede ser una ayuda para la congelación y/o descongelación del músculo. A medida que la presión aumenta, la temperatura del punto de congelación disminuye y la temperatura de transición vítrea aumenta (FENNEMA, 2000).

## **2.3 CONCEPTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Según la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), la eficiencia energética es un principio que se ha incorporado como una práctica común en varios países, sobre todo por los altos precios de la energía, la limitada disponibilidad de recursos energéticos no renovables y los crecientes problemas ambientales causados por la producción, distribución y consumo de la energía. Igualmente señala que la eficiencia energética aporta principalmente al desarrollo sostenible, ya que contribuye a mejorar la productividad económica, reducir los riesgos de racionamientos, incidir en la reducción de costos de los insumos energéticos, aumentar la eficiencia productiva de las empresas en general y del sector energético en particular, reducir la contaminación ambiental, apoyar en la conservación de los recursos naturales y hasta reducir los gastos de los hogares.

Es por esto que el uso eficiente de energía debe ser considerada como una oportunidad importante de ahorro de recursos, además de su relevancia para la disminución de la contaminación. Sin embargo, muchas empresas no consideran invertir en la mejora del uso eficiente de energía, con el fin de mejorar la eficiencia tanto del proceso productivo, como del ciclo de vida del producto, en general.

Las posibilidades de usos eficientes de energía brindan grandes oportunidades para las empresas y países. Es indispensable que éstas no sean sólo medidas aisladas en las empresas, sino que estén apoyadas por planes y programas de uso eficiente para asegurar su mejora continua.

En América Latina y el Caribe ha logrado disminuir la intensidad energética en un 0,2% anual, esta escasa disminución es atribuida a la falta de programas de eficiencia a largo plazo y poca incorporación de tecnologías eficientes por modernización de electrodomésticos y vehículos. De acuerdo a estudios efectuados por la OLADE, en el periodo 2003-2018, la región podría acumular un ahorro de 156 mil millones de dólares en combustibles si emprendiera programas nacionales sólidos y de largo plazo, en eficiencia energética (POVEDA, 2007).

### **2.3.1 Programas para el uso eficiente de la energía**

A continuación se muestran los diferentes programas sobre el uso eficiente de energía de algunos países

de América Latina y el Caribe, los cuales son financiados por entidades públicas y privadas de origen nacional e internacional.

### **Brasil**

Desde 1985 opera el Programa Nacional para Conservación de Energía Eléctrica, PROCEL 4, que tiene como objetivo fundamental promover la producción racional y el uso eficiente de la energía eléctrica y es liderado por la Empresa Electrobras. Se financia con recursos nacionales de esta Empresa y del Fondo de Reserva Global de Reversión, RGR. Asimismo, cuenta con recursos internacionales, entre los que destacan aquellos del Global Environment Facility (GEF).

También funciona el Programa de Racionalización en el Uso de Derivados de Petróleo y Gas Natural, CONPET 5, que es una iniciativa del Ministerio de Minas y Energía, coordinado por representantes de entes del Gobierno Federal y de la iniciativa privada. Petrobras otorga los recursos técnicos, administrativos y financieros al Programa.

CONPET fue creado por decreto federal en 1991 y su objetivo principal es incentivar el uso eficaz de estas fuentes de energía no renovables en el sector transporte, residencial, comercial, industrial y agropecuario. Entre las principales actividades promovidas por el Programa CONPET se destacan la reducción del consumo de diesel, la divulgación del uso del gas natural como combustible, la estimulación de nuevas tecnologías en el sector de electrodomésticos, el fomento de uso racional de energía en el sector industrial, la educación a las nuevas generaciones en los conceptos de racionalización, entre otros.

### **México**

La decisión política que impulsa los programas de eficiencia energética en este país es el principal motor que, reflejado en el Programa Sectorial de Energía 2000-2006, conduce a la reducción sostenida de la intensidad energética.

Desde el año 1989 opera la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, CONAE, que es un organismo público descentralizado de la Secretaría de Energía de México, con autonomía técnica y operativa.

La CONAE promueve el uso eficiente de la energía desde su producción (generación eléctrica, refinación, transporte de combustibles) hasta su uso final (procesos industriales, transporte, consumo final de electricidad). Desarrolla programas de energía renovable, incluyendo generación eléctrica e investigación y desarrollo tecnológico; la normalización de la eficiencia energética; diseño e implementación de programas de eficiencia energética; investigación y desarrollo tecnológico en eficiencia energética; promueve el ahorro de energía; impulsa la educación en eficiencia energética y energías renovables.

En el país también opera el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica, FIDE 7, que es una institución de carácter privado con el objetivo de promover e inducir, con acciones claras y concretas, el ahorro de energía eléctrica en los usuarios. El FIDE, en su calidad de fideicomiso, concede financiamiento para implementación de proyectos de ahorro de electricidad, otorga asistencia técnica para desarrollo de iniciativas y brinda capacitación sobre temas de ahorro de energía. El FIDE certifica la eficiencia eléctrica en aparatos eléctricos y dispone de material educativo sobre el ahorro de energía eléctrica. Igualmente, el FIDE, en trabajo conjunto con la Comisión Federal de Electricidad, vende

lámparas fluorescentes compactas a precios de fábrica, a plazos y sin cobro de intereses.

### **Costa Rica**

El Proyecto "Manejo de la Demanda y Uso Racional de Energía Eléctrica en el Istmo Centroamericano" de OLADE y financiado por la Comisión Europea, sirvió de catalizador de las acciones que había estado realizando el país, donde a través del desarrollo de un plan de largo plazo para la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), que sirve el área metropolitana de la capital, San José, se motivó un programa nacional que se inicia con la expedición de la Ley de Regulación del Uso Racional de la Energía en 1994.

El Ministerio de Ambiente y Energía, MINAE, coordina la Comisión Nacional de Conservación de Energía que dirige el programa nacional, en cuyo marco se han desarrollado los reglamentos para lámparas fluorescentes, refrigeradores – congeladores, sistemas de combustión fijos y etiquetado energético.

El Instituto Costarricense de Electricidad, ICE, a través del Área de Conservación de Energía, opera el Laboratorio de Eficiencia Energética, el proyecto del sello energético y el Programa de Información de Ahorro de Energía. En el sector residencial, continúa el proyecto de iluminación a nivel nacional con ventas de lámparas fluorescentes compactas.

La CNFL a través de la Dirección de Conservación de la Energía promueve en conjunto con el ICE, el uso eficiente de la electricidad a nivel residencial, comercial e industrial, en su área de servicio.

### **Colombia**

En Colombia se han dado pasos importantes en el marco de las reformas energéticas orientadas a garantizar un abastecimiento energético eficiente, confiable y oportuno, de buena calidad y a precios razonables, tomándose más recientemente medidas orientadas al uso eficiente de la energía.

Se cuenta con el Programa de Ahorro de Combustible en el Sector Transporte: Este programa de ahorro energético en el sector transporte es desarrollado por la Unidad de Planeación Minero Energético (UPME), orientado a controlar la gran demanda, como un desafío importante debido a los altos niveles de consumo de combustible en el sector.

También existen legislaciones en materia de eficiencia energética, entre ellas:

1. Ley 697 – 2001: Uso Racional y Eficiente de la Energía: Fomenta el uso racional y eficiente de la energía y promueve la utilización de energías alternativas. Plantea la creación del Programa de Uso Racional y Eficiente de Energía (PROURE).

La ley 697 de 2001 declara el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE) como un asunto de interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección al consumidor y la promoción del uso de energías no convencionales de manera sostenible con el medio ambiente y los recursos naturales. En la cual el Estado debe establecer las normas e infraestructura necesarias para el cabal cumplimiento de la presente ley, creando la estructura legal, técnica, económica y financiera necesaria para lograr el desarrollo de proyectos concretos, URE, a corto, mediano y largo plazo, económica y ambientalmente viables asegurando el desarrollo sostenible, al tiempo que generen la conciencia URE y el conocimiento y utilización de formas alternativas de energía.

2. Decreto N° 3683 – 2003: Reglamenta la Ley 697 de 2001 y crea una Comisión Intersectorial: Reglamenta el uso racional y eficiente de la energía, de tal forma que se tenga la mayor eficiencia energética para asegurar el abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad del mercado energético colombiano, la protección al consumidor y la promoción de fuentes no convencionales de energía. Para ello se crea la Comisión Intersectorial para el Uso Racional y Eficiente de la Energía y Fuentes No Convencionales de Energía.

### **Cuba**

En Noviembre de 1997 comenzó el Programa de Ahorro de Electricidad en Cuba (PAEC), en momentos en que la economía cubana se encontraba en franco proceso de recuperación y en consecuencia, el crecimiento en la demanda y el consumo de electricidad de este propio año cerraba con tasas de 4,9% en la demanda máxima y de 7,8% en la generación de electricidad con relación al año anterior. Los resultados alcanzados en Cuba son importantes gracias a que el régimen económico facilita un procedimiento que, sin embargo, no es aplicable al resto de países de la región (PARLATINO, 2009).

### **Perú**

El Centro de Conservación de la Energía y el Ambiente, CENERGIA, trabaja desde 1985. Su directorio tiene representantes de los sectores público y privado, del Ministerio de Energía y Minas, de Petroperú, de Electroperú, de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, de la Sociedad Nacional de Industrias y de la Corporación Financiera de Desarrollo.

El Centro es una entidad sin fines de lucro destinada a promover la eficiencia energética en todas las actividades económicas del Perú, completamente autónoma y no recibe aportes monetarios de las instituciones que tienen representantes en su directorio. CENERGIA se autofinancia a través de sus trabajos de consultoría y ejecutando trabajos financiados por la cooperación internacional.

CENERGIA ha desarrollado más de 300 estudios y proyectos de eficiencia energética, conservación del ambiente y energías renovables.

Cabe mencionar que el año 2000 se expide la Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, promover la competitividad y reducir el impacto ambiental. Además señala las facultades que tienen las autoridades competentes para cumplir con este objetivo.

### **Honduras**

Proyecto de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Comercial de Honduras (PESIC): Comenzó a ejecutarse a mediados del año 2005 y ésta a cargo del Consejo Empresarial Hondureño para el Desarrollo Sostenible (CEHDES). Surge como iniciativa del sector público y privado de Honduras, debido al aumento de la dependencia de la utilización de combustibles fósiles para generación eléctrica. Plantea la promoción de inversiones en equipo y prácticas para el logro de una energía eficiente (PARLATINO, 2009).

### **Venezuela**

Como parte de las políticas que adelanta el Gobierno venezolano actual, orientadas a la eficiencia

energética, se creó en el año 2006 La Misión Revolución Energética. Este programa busca una distribución más justa del potencial energético a través de una visión ambientalista. Se ejecuta en tres fases:

1. Sustitución de bombillas incandescentes por bombillos ahorradores.
2. Sustitución de infraestructura obsoleta de gas, la gasificación nacional, fabricación e instalación de paneles solares, instalación de generación eólica, creación de normas de eficiencia energética.
3. Restauración de plantas ineficientes así como el reemplazo de aquellas que expenden Diesel por gas natural.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que todos los programas sobre uso eficiente de energía de América Latina y el Caribe, tienen como principal objetivo reducir el consumo energético a partir del uso de nuevas alternativas de energía e inversión en investigación y tecnología. Igualmente señala la importancia de la educación y capacitación para una correcta ejecución de cualquier medida que contribuya al aumento de la eficiencia energética.

### 2.3.2 Fuentes de energía

Existen diferentes tipos de combustible como el gas natural, electricidad, productos petrolíferos, carbón, entre otros, para generar energía.

#### *El gas natural*

El gas natural es una fuente de energía no renovable formada por una mezcla de gases ligeros que se encuentra frecuentemente en yacimientos de petróleo, disuelto o asociado con el petróleo o en depósitos de carbón. Aunque su composición varía en función del yacimiento del que se saca, está compuesto principalmente por metano en cantidades que comúnmente pueden superar el 90 ó 95%, y suele contener otros gases como nitrógeno, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, helio y mercaptanos.

Una de las principales características del mercado de gas natural en América Latina y el Caribe es la agresiva expansión en el comercio internacional de los últimos diez años. Durante el período 1998-2007 el crecimiento promedio anual de las exportaciones totales fue 27,65 % y, en el caso de las importaciones esta tasa fue 19,16 %. Estas cifras contrastan notoriamente con las observadas para el período 1987-1997, donde las tasas de crecimiento de las exportaciones e importaciones fueron 1,1% y 4,1%, respectivamente.

Por otra parte, la producción de gas natural presenta un comportamiento bastante estable, con una tasa de crecimiento promedio anual del 3,7% durante el período 1988-1997 y, 4,51 % durante el período 1998-2007. En el 2009, se produjeron 272 millones de m<sup>3</sup>, lo que representa el 8,1% de la producción mundial; donde los principales productores de América Latina y el Caribe fueron México (33 %), Argentina (19 %), Trinidad & Tobago (16 %) y Venezuela (11%); si bien no se encuentran entre los principales productores, la producción de Bolivia y Colombia no deja de ser interesante (OLADE, 2010).

#### *La Electricidad*

La electricidad es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos para obtener trabajo. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía

luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica. La electricidad se genera a partir de otras fuentes de energía, principalmente en: centrales hidroeléctricas donde se usa la fuerza mecánica de agua o en centrales termoeléctricas donde se produce electricidad a partir del carbón, petróleo y otros combustibles. También puede generarse a partir de la energía eólica, solar y biomásica, entre otras.

La energía eléctrica ha llegado a ser de uso tan común en la mayoría de industrias, que las plantas modernas no podrían operar sin esta fuente de energía. En efecto, la mayoría de las plantas de tamaño apreciable han adquirido generadores de energía eléctrica de reserva para utilizarlos en caso de fallos en el suministro primario.

En el año 2007 la capacidad instalada para la generación de energía eléctrica en los países de AL&C totalizó 278.284,47 MW, incrementándose en 9.445 MW con respecto al 2006, lo que representó una tasa de crecimiento anual del orden de 3,51%, superior a la tasa de crecimiento de los últimos 10 años que fue de 3,22% (OLADE, 2008).

### **El Petróleo**

El petróleo también conocido como petróleo crudo o simplemente crudo es una mezcla heterogénea de compuestos orgánicos, principalmente hidrocarburos insolubles en agua. Es de origen fósil, fruto de la transformación de materia orgánica procedente de zooplancton y algas que, depositados en grandes cantidades en fondos de mares sin oxígeno o zonas lacustres del pasado geológico, fueron posteriormente enterrados bajo pesadas capas de sedimentos. La transformación química debida al calor y a la presión durante la diagénesis (proceso de formación de una roca a partir de sedimentos sueltos que sufren un proceso de compactación) produce, en sucesivas etapas, desde líquidos orgánicos viscosos hasta hidrocarburos cada vez más ligeros (líquidos y gaseosos). Estos productos ascienden hacia la superficie, por su menor densidad, gracias a la porosidad de las rocas sedimentarias. Cuando se dan las circunstancias geológicas que impiden dicho ascenso se forman entonces los yacimientos petrolíferos.

En los últimos años el sector hidrocarburos se ha caracterizado por la alta volatilidad de los precios internacionales del petróleo. Hace una década el precio de este producto en América Latina y el Caribe apenas llegaba a los 10 US\$/bbl; sin embargo, el precio promedio en el año 2007 fluctuó 89.30 US\$/bbl, cercano a la barrera de los 100 US\$/bbl, con pronósticos bastante reservados respecto al comportamiento futuro. Colateralmente, en muchos contratos de compra y venta de gas natural en América Latina y el Caribe, el precio de este producto está indexado al comportamiento en los precios internacionales del petróleo, por ello, el ritmo creciente ya anotado en el petróleo del crudo también se observa en los precios del gas natural (OLADE, 2008).

En América Latina y el Caribe en el 2009 tuvo una participación mundial del 11,8% en la producción de petróleo con 8,8 millones bbl/día, de los cuales Venezuela, México y Brasil fueron los principales productores con un 31, 27 y 20%, respectivamente (OLADE, 2010).

### **El Carbón**

El carbón o carbón mineral es una roca sedimentaria de color negro, muy rica en carbono, utilizada como combustible fósil. El carbón se origina por la descomposición de vegetales terrestres, hojas, maderas, cortezas y esporas que se acumulan en zonas pantanosas, lagunares o marinas, de poca profundidad. Los vegetales muertos se van acumulando en el fondo de una cuenca, quedan cubiertos de agua y, por lo tanto, protegidos del aire que los destruiría. Comienza una lenta transformación por la acción de bacterias anaerobias, un tipo de microorganismos que no pueden vivir en presencia de

oxígeno y con el tiempo se produce un progresivo enriquecimiento en carbono.

Las Reservas de Carbón Mineral en la América Latina y El Caribe se mantuvieron constantes entre los años de 2006 y 2007 sumando 42,97 Gton de los cuales el 77,20% corresponde a Brasil, el 15,85% a Colombia, el 4,41% a México y el 3,46% a Venezuela (OLADE, 2008). Mientras que en el 2010, América Latina y El Caribe presentó una producción de 97,7 millones de toneladas por año, siendo Colombia el mayor productor con una representación del 75% (OLADE, 2010).

### 2.3.3 Usos de la energía

La energía en sus diversas formas es indispensable en cualquier proceso productivo y de servicio. Su incidencia en los costos es cada vez mayor. La competencia obliga a analizar todas las posibilidades de disminuir costos operacionales y hacer un uso eficiente y racional de la energía como una fuente cierta de disminución de costos.

La energía generada por los diferentes tipos de combustible es utilizada por las industrias, las cuales demandan y utilizan cantidades ingentes de energía destinadas a hacer funcionar las máquinas, transportar mercancías y personas, producir luz, refrigeración y generar vapor.

#### Sistemas de refrigeración

La refrigeración es el proceso de extraer calor de un cuerpo, consiste en aprovechar diferencias de temperaturas para extraer energía térmica mediante el ciclo de Carnot (ese ciclo explica el fenómeno, pero en la práctica se usan otros, ya que el de Carnot es solamente teórico), es decir, transportar calor de un lugar a otro. Así, el lugar al que se sustrae calor, se enfría.

Al igual que se puede aprovechar diferencias de temperatura para producir calor, para crear diferencias de calor, se requiere energía. A veces se llama refrigeración simplemente a mejorar la disipación de calor, como en la refrigeración de los motores térmicos, o simplemente la ventilación forzada para sustituir aire caliente por aire más fresco.

Los sistemas de refrigeración industrial generalmente son por compresión de vapor, el cual consiste en utilizar un líquido refrigerante circulante como medio para absorber y remover el calor del espacio a refrigerar y transportarlo a otra parte. En la figura 2.2, se muestra el sistema de refrigeración por compresor de vapor, este sistema tiene cuatro componentes: un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador. El refrigerante circulante entra en el compresor como vapor saturado y es comprimido a una presión mayor, resultando en una temperatura mayor también. El vapor caliente y comprimido sale como vapor súper calentado y se encuentra a una temperatura y presión a la cual se puede condensar con típicas refrigeraciones líquidas o por aire. Ese vapor caliente es llevado al condensador donde se enfría y condensa a estado líquido, al circular por una espiral de tubos con agua fría o una espiral de tubos con una corriente de aire fría circulando entre ellos. Aquí es donde el refrigerante circulante expulsa calor del sistema cíclico y dicho calor es disipado fuera bien por el agua o por el aire.

El líquido refrigerante condensado es llevado a continuación a través de la válvula de expansión donde sufre una abrupta reducción de su presión. Esta reducción de presión resulta en una evaporación adiabática instantánea de parte de este líquido refrigerante. El efecto de auto refrigeración producido por la evaporación adiabática instantánea baja la temperatura de la mezcla de líquido y vapor a un punto

en el que la temperatura es inferior a la temperatura del espacio a refrigerar.

La mezcla fría es llevada a continuación a través de la espiral de tubos del evaporador. Un ventilador envía una corriente de aire templado a través de la espiral de tubos los cuales llevan la mezcla fría de refrigerante líquido y gaseoso. Esta corriente de aire elimina el líquido restante, convirtiéndolo en vapor. Al mismo tiempo, el aire circulante es enfriado y baja las temperaturas del espacio requerido a las temperaturas deseadas. El evaporador es donde la corriente de refrigerante absorbe y elimina el calor el cual es expulsado en el condensador y trasladado a otra parte por el agua o aire utilizado en el condensador.

Para completar el ciclo de refrigeración, el refrigerante en estado gaseoso del evaporador es otra vez, un vapor saturado y vuelve nuevamente al compresor.

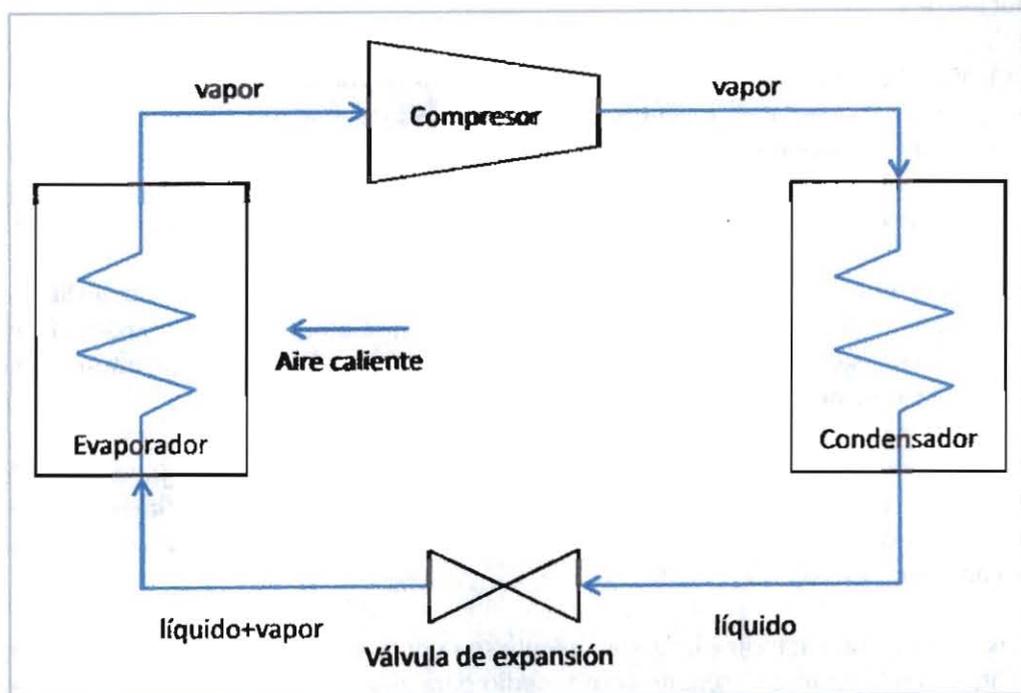


Figura 2.2. Esquema del sistema de refrigeración por compresión de vapor.

Fuente: Autores.

En las cámaras de refrigeración suelen presentarse varios problemas relacionados con el mantenimiento: falta de cortinas aislantes o deterioradas, puertas mal selladas, flujos de aire mal canalizados, almacenamientos mal distribuidos, infiltraciones por sellos en mal estado, aislamientos térmicos en las paredes de la cámara, de los tanque de almacenamiento de agua helada, etc. Estos detalles generan una necesidad de mayor capacidad de refrigeración y por consecuencia, un gasto mayor.

Los problemas que frecuentemente se encuentran en los sistemas de refrigeración industrial y comercial, que repercuten principalmente en los costos de energía eléctrica y, por supuesto, en la productividad, se centran en mantenimiento, operación y tecnología de los equipos del sistema de refrigeración.

Las causas de la disminución de la eficiencia energética de los compresores puede ser por:

- *Pérdidas por fricción.* Las pérdidas por fricción generalmente ocurren por la lubricación ineficiente, causado generalmente porque no se lubricó con el aceite indicado o no se utilizó la cantidad requerida de éste. La selección del aceite para los cilindros y la carcasa del compresor se basa en las condiciones de funcionamiento y en el tipo de gas que se comprime. Los volúmenes de inyección se basan en cálculos sencillos que sirven como punto de partida. Las inspecciones periódicas y la filosofía de funcionamiento deberían dictar la cantidad real de lubricación requerida.
- *Falta de aislante en la tubería de succión.* La falta de aislante en la tubería puede causar congelación del tubo de succión, afectando la eficiencia del compresor y por ende la del sistema de refrigeración, produciéndose disminución de la temperatura del refrigerador.
- *Baja presión de succión.* Cuando el compresor se encuentra a una presión de succión inferior a los requerimientos, genera un trabajo adicional innecesario al compresor y un sobredimensionamiento del condensador o su mala operación.

Las causas de la disminución de la eficiencia energética en el condensador y evaporador son:

- *Fluido de enfriamiento.* No existe un refrigerante "ideal" ni que pueda ser universalmente adaptable a todas las aplicaciones. Entonces, un refrigerante se aproximará al "ideal", solo en tanto que sus propiedades satisfagan las condiciones y necesidades de la aplicación para la que va a ser utilizado.

Las propiedades más importantes del refrigerante que influyen en su capacidad y eficiencia son el calor latente de evaporación, la relación de compresión y el calor específico del refrigerante tanto en estado líquido como de vapor. Excepto para sistemas muy pequeños, es deseable tener un valor alto de calor latente para que sea mínimo el peso del refrigerante circulando por unidad de capacidad. Cuando se tiene un valor alto del calor latente y un volumen específico bajo en la condición de vapor, se tendrá un gran aumento en la capacidad y eficiencia del compresor, lo que disminuye el consumo de potencia y permite el uso de un equipo pequeño y más compacto. En los sistemas pequeños, si el valor del calor latente del refrigerante es muy alto, la cantidad de refrigerante en circulación será insuficiente como para tener un control exacto del líquido.

Es mejor tener un calor específico bajo en el líquido y un valor alto en el vapor en tanto que ambos tiendan a aumentar el efecto refrigerante por unidad de peso, el primero se logra aumentando el efecto de sub-enfriamiento y el último disminuyendo el efecto de sobrecalentamiento. Cuando se cumplen estas condiciones en un fluido simple, se logrará mejorar la eficiencia del intercambiador de calor líquido-succión.

- *Coefficiente de conductancia.* Con un coeficiente de conductancia alto, pueden mejorarse las relaciones de transferencia de calor, sobre todo en caso de enfriamiento de líquidos y de esta forma se pueden reducir el tamaño y el costo del equipo de transferencia. La relación presión-temperatura del refrigerante debe ser tal que la presión en el evaporador siempre esté por arriba de la atmosférica. En el caso de tener una fuga en el lado de menor presión del sistema, si la presión es menor a la atmosférica, se introducirá una considerable cantidad de aire y humedad en el sistema, mientras que si la presión de vapor es mayor a la atmosférica, se minimiza la posibilidad de introducción de aire y humedad al sistema al tenerse una fuga.
- *Incrustaciones.* La formación de depósitos de incrustaciones en intercambiadores de calor es la mayor causa de reducción de eficiencia y capacidad del sistema de calentamiento. Al incrementarse

el grosor de la capa de incrustación, se incrementa el consumo de energía de operación (Tabla 2.2), y por lo tanto también se incrementan los costos de operación.

**Tabla 2.2. Incremento en consumo de energía en función del grosor de incrustación.**

| Grosor de la capa de incrustación (pulgadas) | Incremento consumo de energía (%) |
|--|-----------------------------------|
| 1/32   | 8.5                               |
| 1/16   | 12.4                              |
| 1/8  | 25                                |
| 1/4  | 40                                |

Fuente: Catarina, 2004.

### ***Iluminación***

La iluminación consiste en producir efectos luminosos, generalmente funciona con energía eléctrica. El diseño del sistema de alumbrado de un espacio de trabajo depende de varios factores. La luz debe estar distribuida apropiadamente dentro del espacio y la fuente de luz debe ser de tamaño y potencia suficiente, estar sujeta convenientemente y poder ser remplazada fácilmente; finalmente, debe considerarse el coste del sistema completo.

La luz es una forma de energía electromagnética igual que los ultravioletas, infrarrojos etc. Sus propiedades fundamentales son 1) irradiar a partir de una fuente energética en líneas o rayos virtualmente rectos, 2) se propaga en el vacío sin necesitar sustancia transportadora y 3) dentro de su trayectoria rectilínea describe ciclos en forma de ondas regulares que vibran perpendicularmente a su dirección de desplazamiento y cuya longitud de onda se sitúa entre 380 y 780 nanómetros. La velocidad de propagación de la luz es de 300.000 Km/s. La diferencia entre sus distintas longitudes de onda es percibida por el ojo humano como color. La superposición de todas las longitudes de onda que la componen es la luz blanca.

Generalmente se utilizan dos tipos de fuentes de luz: la lámpara incandescente y la fluorescente. La lámpara incandescente utiliza un filamento de tungsteno como resistencia al paso de la corriente. Debido a la elevada resistencia eléctrica del hilo, el flujo de corriente a través del hilo produce una incandescencia y por tanto la luz. Este tipo de lámparas proporciona eficacias de 20 lumens por vatio, aproximadamente.

Una lámpara fluorescente utiliza una espiral de inductancia para generar una descarga de corriente dentro de un tubo. El calor generado en la descarga arranca electrones del mercurio en forma de vapor existentes en la superficie del tubo luminiscente produciendo la luz. Las lámparas fluorescentes son dos o tres veces más eficaces que las lámparas incandescentes.

Actualmente, en el mercado se encuentran disponibles las lámparas LED, las cuales tienen la doble ventaja de durar 50 veces la vida media de una lámpara incandescente y con la eficacia de casi el doble, ya que en lugar de tener dos conversiones, primero a energía térmica y luego a energía radiante, convierten directamente la energía eléctrica a energía radiante. La única desventaja consiste en su precio que todavía se mantiene alto, aun cuando la tendencia es a la baja, a medida que se generaliza su aplicación, que ahora resulta muy simple al disponer de lámparas con la base de rosca autocontenidas.

Una de las decisiones básicas a la hora de diseñar un sistema de iluminación es el número de fuentes de luz necesarias para mantener el nivel deseado de iluminación. Una expresión utilizada para definir la iluminación puede ser:

$$Iluminacion = \frac{(lumens/lámpara) * CU * LLF}{(área/lámpara)} \quad \text{Ecuación 2.14}$$

Donde CU es el coeficiente de utilización y LLF es el factor de pérdida de la luz. La ecuación anterior indica que la iluminación de un determinado espacio depende de la intensidad de fuente y el número de lámparas existente en el espacio. El CU tiene en cuenta diferentes factores del espacio tales como el tamaño del mismo, disposición de las lámparas y la iluminación en el lugar del trabajo. Los factores de pérdida de luz LLF tienen en cuenta el polvo existente en el ambiente y la lámpara, así como el desgaste de lumen en la lámpara.

### Generación de vapor

El vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido (generalmente agua), originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de estado. La generación de vapor se lleva a cabo en una caldera, el calor utilizado para producir el cambio de fase de líquido a vapor, es producido a partir de la combustión; el proceso de combustión es una reacción química rápida entre los componente combustibles y el oxígeno. Los componentes combustibles primarios involucrados en la reacción incluyen carbono, hidrogeno y azufre, éste último como elemento indeseable. El oxígeno necesario para la reacción proviene del aire, el cual debe mezclarse con el combustible de manera eficiente.

El objetivo del quemador de la caldera es asegurar una mezcla óptima de combustible y aire. Sin ella, el proceso de combustión es incompleto y produce los mismos efectos que cuando existe deficiencia de oxígeno. El quemador es el componente clave del sistema de combustión asegurando una combustión eficaz y eficiente, con el mínimo de exceso de aire, lo cual minimiza a su vez las pérdidas de energía en el gas de chimenea.

Para obtener una buena eficiencia de la caldera es necesario controlar, con bastante precisión, la cantidad de aire que se suministra al proceso de combustión (CONAE, 2007):

- Demasiado aire reducirá la temperatura del hogar y arrastrará una buena parte de calor útil.
- Poco aire producirá una combustión incompleta, se escapará por la chimenea mucho combustible sin quemar y se producirá humo.

Sin embargo, en la práctica, existe un buen número de obstáculos para obtener una combustión completa (CONAE, 2007):

- Las condiciones en que opera el quemador no son perfectas y es imposible asegurar la mezcla de las moléculas de carbón, hidrógeno y oxígeno.
- Algunas de las moléculas de oxígeno se combinarán con moléculas de nitrógeno para formar óxidos de nitrógeno (Nox).

- Para asegurar una combustión completa, se necesita suministrar una cantidad extra de aire o “exceso de aire”, ya que con deficiencia de oxígeno la reacción será incompleta y se producirá monóxido de carbono (CO), con los consiguientes riesgos para la seguridad. Además, la combustión incompleta genera casi un 70% menos de calor. Sin embargo, el exceso de aire debe controlarse ya que el aire no utilizado en la combustión absorbe energía y disminuye la cantidad de calor desprendido en el proceso de combustión.

En la mayoría de las instalaciones con calderas pequeñas, el control de la relación aire/combustión se lleva a cabo mediante una serie de levas y varillas que deben de calibrarse para obtener la cantidad de aire necesaria para un régimen de carga determinado.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALIMENTACION SANA. 2010.** Alimentación sana. Recuperado el Septiembre de 2010, de Conservación de los alimentos:  
<http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/conservacion.htm>
- CATARINA. 2004.** Investigación Bibliográfica. Recuperado el 12 de Septiembre de 2010, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/leia/maru\\_j\\_ms/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/leia/maru_j_ms/capitulo4.pdf)
- CONAE. 2007.** Dirección de Enlace y Programas Regionales. Apoyo al sector privado. Recuperado el 27 de Septiembre de 2010, de Eficiencia en calderas y combustión:  
[http://www.cnpml.org.sv/ucatee/ee/docs/Calderas\\_02.pdf](http://www.cnpml.org.sv/ucatee/ee/docs/Calderas_02.pdf)
- EROSKI CONSUMER. 2003.** Alimentos tratados por el calor. Recuperado el 05 de Mayo de 2011, de <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/sociedad-y-consumo/2003/09/26/8513.php>
- FENNEMA, O. R. 2000.** Química de los alimentos (Segunda edición ed.). Zaragoza: ACRIBIA S.A.
- GARCÍA, R. M. 2002.** Universidad de Córdoba. Departamento Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Recuperado el Agosto de 2010, de Aditivos Alimentarios:  
<http://www.uco.es/organiza/departamentos/bromatologia/nutybro/higienealimentaria/documentos/conferenciaaditivos.pdf>
- OLADE. 2008.** Organización Latinoamericana de energía. Recuperado el 9 de Septiembre de 2010, de Informe de Estadísticas Energéticas 2007:  
<http://www.olade.org/documentos2/InformeEnergetico2007/IEE-2007.pdf>
- OLADE. 2010.** XXI World Energy Congress Wec. Recuperado el 24 de Abril de 2011, de Integración Energética en America Latina y el Caribe:  
<http://temp2.olade.org/documentos2/PRESENTACIONES/Presentation%20WEC%202009v5-Espanol.pdf>
- PARLATINO. 2009.** Recuperado el 8 de Septiembre de 2010, de Eficiencia Energética:  
[http://www.parlatino.org.ve/paginas/comision\\_energia\\_minas/\\_doc/Eficiencia%20Energ%Etica.pdf](http://www.parlatino.org.ve/paginas/comision_energia_minas/_doc/Eficiencia%20Energ%Etica.pdf)
- POVEDA, M. 2007.** Organización Latinoamericana de Energía. Recuperado el 9 de Septiembre de 2010, de Eficiencia energética: recurso no aprovechable:  
<http://www.olade.org.ec/documentos2/EFICIENCIA%20ENERGÉTICA%20RECURSO%20NO%20APROVECHADO-Agosto-2007.pdf>
- SINGH, R. P., & HELDMAN, D. R. 1997.** Introducción a la ingeniería de los alimentos (Segunda edición ed.). Zaragoza: ACRIBIA S.A.



## **CAPÍTULO 3**

# **TÉCNICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS AGROINDUSTRIALES**

*Fernando Estrada*



### 3.1. MANEJO DE LAS MUESTRAS

#### 3.1.1. Colecta

Es la muestra del lote a analizar, la precisión del resultado del análisis depende de la precisión de cómo se realizó el muestreo. El procedimiento depende de lo que se requiere como resultado: un solo resultado de análisis representativo de todo un lote, o el estudio de la homogeneidad de la composición del lote a diferentes niveles, tipos de almacenamiento (silo, bolsas, contenedores, etc.) cantidad disponible. Se debe tener como objetivo la representatividad de la muestra, por ejemplo: materiales de diferentes tamaños (tomar muestras del fondo, los bordes, el centro) mezclas de componentes líquidos y sólidos se mezclan en formas homogéneas, para lo cual se necesitan sondas, para lotes de gran tamaño tomar varias muestras y luego mezclarlos antes de tomar la muestra representativa.

En todos los casos es indispensable conservar las muestras en bolsas de plástico cerradas herméticamente y en frío, la exposición al calor cambia el contenido de humedad. Se debe anotar el tipo de materia prima colectada, origen, departamento, municipio, altura, entre otros.

#### 3.1.2. Desecación

El tratamiento de muestras destinadas al análisis químico empieza por su desecación y la determinación de su contenido de materia seca. El principio es eliminar el agua de la muestra con el fin de facilitar su molienda, conservación.

Normalmente, se deseca la muestra de 103 a 105°C hasta obtener su peso constante. Para muestras con bajo contenido de materia seca se deseca de 40 a 60°C para evitar modificaciones en su composición final (reacción de Maillard, pérdida por volatilización, entre otros); también se puede desecar por liofilización, el principio consiste en colocar muestras congeladas (-18°C) dentro de un recipiente a baja presión (menor 25 mmHg) en presencia de una placa metálica a baja temperatura (-50°C), ocasionando que el agua de la muestra se sublime; cuando las moléculas de agua evaporadas van a tocar el colector a baja temperatura, se condensan otra vez y se quedan sobre la pared.

#### 3.1.3. Molienda

Etapa importante para la preparación de la muestra. Se debe evitar que la muestra se caliente demasiado, hay que asegurarse que no haya pérdidas de elementos y que la muestra molida sea homogénea y representativa, con su tamaño de partículas de 1,0 mm, usar tamiz de 1,0 mm. La figura 3.1. muestra dos tipos de molino utilizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.

### 3.2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-MATERIA SECA

Los protocolos del numeral 3.2 fueron adaptados de la Asociación de Químicos Analíticos oficiales (AOAC, 1990).

#### 3.2.1. Materia Seca Inicial

Se aplica para el caso de materiales húmedos; para poder moler la muestra y analizarla, debe secarse inicialmente a una temperatura de 60°C, para impedir que la desecación afecte su composición

química. A esta determinación se le llama materia seca inicial y no permite un secado completo de la muestra; después de secada y molida la muestra, se determina de nuevo su contenido de materia seca, esta segunda determinación se llama materia seca analítica.



Figura 3.1. A) Molino de martillo, marca Wiley Mile b) Molino de Cuchillas, marca Fritsch

### **Material**

- Balanza de precisión (0,01 g)
- Balanza analítica (0,0001 g)
- Estufa con ventilación (ver Figura 3.2)
- Recipientes plásticos, frascos de vidrio
- Crisoles de porcelana (diámetro 3-4 cm)
- Liofilizador
- Congelador
- Desecador con sílica gel
- Toallas de papel
- Bandas de caucho
- Espátula, pinzas, marcadores

### **Procedimiento**

- a. Tomar una muestra (100-300 g) homogénea y representativa de la materia fresca a analizar, colocarla en un recipiente en aluminio previamente tarado con la balanza de precisión.
- b. Pesarse el recipiente con la muestra y anotar el peso.
- c. Colocar el recipiente en la estufa a 60°C por 24 h (hasta peso constante).
- d. Sacar el recipiente y dejar que se enfríe al aire libre.
- e. Pesarlo y calcular su contenido en materia seca, moler inmediatamente.



- b. Congelar el frasco a  $-18^{\circ}\text{C}$  durante al menos 24 h.
- c. Encender el equipo de congelación del liofilizador y esperar hasta que alcanza al menos  $-55^{\circ}\text{C}$ .
- d. Colocar una hoja de papel sobre el frasco y colocarlo en la cámara en acrílico del liofilizador.
- e. Cerrar la cámara con la tapa y encender la bomba de vacío y esperar la desecación completa de la muestra (según el volumen, se puede demorar de 7 a 10 días).
- f. Verificar que se obtiene el vacío.
- g. Si la muestra es espuma, colocar aire líquido sobre la muestra antes de colocarla en el liofilizador.
- h. Dejar entrar, con precaución, el aire en la cámara antes de apagar la bomba.
- i. Apagar la bomba.
- j. Apagar el equipo de congelación.
- k. Pesarse el frasco, anotar el peso y calcular la cantidad de materia seca.
- l. Dejar descongelar el hielo y limpiar la cámara y el serpentín con papel.
- m. Observación: Como es una etapa intermedia, se debe determinar la materia seca de la materia como se va a encontrar cuando se efectúe el respectivo análisis, es decir después de haber captado agua de nuevo y no a la salida de la estufa. Luego se determina la materia seca analítica.

$$\text{Peso húmedo de la muestra} = \text{[(peso del cristal vacío} + \text{materia fresca)} - \text{peso del cristal vacío}] \quad \text{Ecuación 3.1}$$

$$\text{Peso seco de la muestra} = \text{[(peso del cristal vacío} + \text{materia seca)} - \text{peso del cristal vacío}] \quad \text{Ecuación 3.2}$$

$$\% \text{ Materia seca inicial} = \frac{\text{Peso seco de la muestra}}{\text{Peso húmedo de la muestra}} * 100 \quad \text{Ecuación 3.3}$$

### 3.2.3. Materia Seca Analítica

Después de la molienda, se toma una muestra y se determina su contenido en materia seca, después de un tratamiento de  $103-105^{\circ}\text{C}$  durante al menos 12 horas. Se calcula el contenido en materia seca analítica y luego el contenido de materia seca total en la muestra.

#### Materiales

- Estufa ventilada con temperatura  $> 105^{\circ}\text{C}$  (Figura 3.4)
- Balanza analítica
- Crisoles en porcelana (diámetro 3-4 cm)
- Desecador con silica gel
- Espátula, pinza, lapicero, formulario

#### Procedimiento

- a. Desecar los crisoles a  $105^{\circ}\text{C}$  durante 1 hora
- b. Colocarlos en un desecador durante 20 minutos
- c. Pesarse un crisol, anotar su número y su peso ( $T = \text{tara}$ )
- d. Pesarse  $\pm 3$  a  $5$  g de materia en el crisol con una espátula y anotar el peso ( $T + \text{MF} = \text{Tara} + \text{materia fresca}$ )

- e. Colocar los crisoles a 105°C durante 24h
- f. Sacar los crisoles con una pinza de la estufa colocarlos en un desecador y esperar 10 minutos
- g. Abrir el desecador, pesar rápidamente los crisoles y anotar el peso (T+MS)
- h. Calcular el porcentaje de materia seca

$$\% \text{ Materia seca analítica} = \frac{\text{Peso seco de la muestra}}{\text{Peso húmedo de la muestra}} * 100$$

Ecuación 3.4

$$\text{Materia seca total} = \frac{\%MS \text{ a } 60^{\circ}C * \%MS \text{ a } 105^{\circ}C}{100}$$

Ecuación 3.5



Figura 3.4. Estufa de secado a 105°C.

### 3.3. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN CENIZAS

Las cenizas representan la porción mineral o inorgánica del alimento, es la fracción que queda después de la eliminación del agua y de los componentes orgánicos por combustión, aunque parte de las cenizas sean de origen orgánico (S y P procedentes de proteínas). Además, parte de algunos minerales se pierden por volatilización (Na, Cl, K, P, S). Es también un método gravimétrico.

Es ideal realizar la determinación directamente después de la determinación del contenido en materia seca analítica.

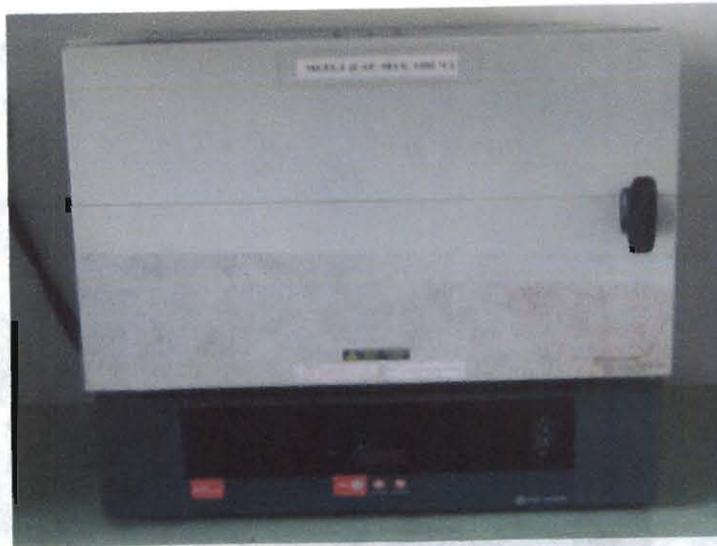
#### 3.3.1. Cenizas totales

El protocolo del numeral 3.3.1 fue adaptado de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, Método número 942.05. (AOAC, 1990)

#### **Materiales**

- Balanza analítica (0,0001 g)

- Estufa con ventilación
- Mufla (Figura 3.5)
- Deseccación con silica gel
- Crisoles en porcelana (diámetro 3-4 cm)
- Espátula, pinzas, marcadores



**Figura 3.5. Mufla temperatura máxima 1200°C**

### **Procedimiento**

- a. Colocar los crisoles con la materia seca, (es decir después de la desecación a 105 °C), en una mufla a 550-600°C durante un mínimo de 6 h.
- b. Apagar la mufla, abrir la puerta y esperar 10 minutos.
- c. Colocar los crisoles con una pinza en un desecador. Dejar el grifo abierto 2 minutos.
- d. Dejar enfriar durante al menos 1 h.
- e. Abrir con precaución el grifo hasta el equilibrio de aire, pesar los crisoles y anotar el peso (T+CT).
- f. Calcular el contenido en cenizas totales.

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{Peso del crisol} + \text{ceniza} - \text{peso del crisol vacío}}{\text{Peso de la muestra}} * 100 \quad \text{Ecuación 3.6}$$

### **3.4. DETERMINACIÓN DE EXTRACTO ÉTEREO**

El análisis de la composición de la grasa en los diferentes ácidos grasos no es determinante para la alimentación animal, con algunas excepciones (influencia sobre la calidad de la grasa de la leche, de carne de pollo, etc.). Generalmente, el conocimiento de la cantidad total de grasa es suficiente.

Su determinación se basa en la propiedad de los lípidos de ser solubles en disolventes orgánicos apolares como el éter. Es un método GRAVIMÉTRICO que consiste en el aislamiento de la grasa por disolución en el disolvente. El último es eliminado por evaporación. Se extraen también todos los otros componentes solubles en disolventes apolares como los fosfolípidos, los esteroides, los pigmentos, algunas vitaminas, etc. Sin embargo, la grasa representa generalmente el 99% de la materia soluble, de tal manera que se

puede considerar que el EXTRACTO ETÉREO es un muy buen estimativo de la cantidad total de grasa presente en el alimento. Para extraer la grasa en continuo, se utiliza un aparato en vidrio llamado aparato de SOXHLET (Figura 3.8). En este caso, la extracción se realiza en frío. También se puede trabajar con equipos especiales que permiten trabajar con disolvente caliente (Ejemplo: Soxtec, Büchi).

El método Soxhlet permite extraer la grasa libre pero no la ligada a proteínas, etc. Para liberar la grasa ligada, se necesita realizar una hidrólisis ácida antes de extraer la grasa.

### 3.4.1. Hidrólisis ácida

La hidrólisis ácida es necesaria para muestras de productos lácteos, carnes, alimentos ricos en grasas, materias fecales y todos tipos de materias que pueden contener grasa ligada (Figura 3.6).

#### Material

- Beakers de 500 ml y vidrio reloj (o refrigerante adecuado)
- Placas de calefacción
- Balanza analítica
- Solución de HCl, N; Agua destilada
- Embudos de 6-10 cm de diámetro
- Filtros de papel
- Bomba de vacío
- Estufa de 105°C

#### Procedimiento

- a. Pesar precisamente en un beaker de 500 ml,  $\pm 2,5$  g de alimento (AL) seco
- b. Agregar 100ml de HCl, N y hervir durante 1 h bajo refrigerante o vidrio de reloj (Figura 3.6)
- c. Dejar enfriar y filtrar sobre doble papel filtro
- d. Lavar abundantemente el residuo con agua destilada caliente hasta desaparición del ácido
- e. Desecar el filtro durante una noche a 105°C
- f. Extraer la grasa por el método de Soxhlet y calcular la cantidad de grasa extraída



Figura 3.6. Hidrólisis ácida.

### 3.4.2. Extracción en continuo de la grasa: método de Soxhlet

El protocolo del numeral 3.4.2 fue adaptado de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales, Método número 920.39. (AOAC, 1990).

El aparato de Soxhlet se compone de tres partes en vidrio: 1 balón de 125 a 250 ml, 1 extractor Soxhlet compuesto de una cámara y un sifón, y 1 refrigerante.

Se coloca el disolvente en el balón y el dedal, conteniendo la muestra a analizar, en el extractor soxhlet.

Se calienta el balón hasta obtener la ebullición del disolvente. El último, en forma de gas, pasa por el sifón, alcanza el refrigerante, se condensa y se acumula en la cámara con la muestra. Cuando el nivel de disolvente, cargado de grasa, llega a la cima del sifón, todo esta sifoneado. La extracción en continuo toma  $\pm 4-6$ h.

#### **Materiales**

- Equipo de Soxhlet completo (Figura 3.7)
- Placas de calefacción
- Balanza analítica
- Estufa a 105°C
- Éter de petróleo o éter di etílico
- Cartuchos de cartón (dedales)
- Espátula, formulario, lapicero
- Desecador

#### **Procedimiento**

- a. Pesar precisamente  $\pm 5$  g de alimento en un cartucho de cartón
- b. Colocar el cartucho en el extractor y verificar que la parte superior del cartucho sobrepasa la parte superior del sifón
- c. Colocar  $\pm 160$ ml de éter en el balón de 250 ml previamente tarado a 105°C (T) y montar el aparato
- d. Abrir el grifo de agua del refrigerante y encender las placas de calefacción
- e. Hacer la extracción durante 6 a 8 h en función del tipo de alimento y la cantidad de grasa
- f. Apagar las placas y desmontar el aparato cuando una cantidad máxima de éter se encuentra en el extractor. Quitar el cartucho y colocar el éter en la botella.
- g. Montar de nuevo el aparato, encender las placas hasta que la casi totalidad del éter se encuentre en el extractor (no esperar hasta que todo el éter se ha ido para evitar una explosión). Colocar el éter en la botella
- h. Colocar el balón en una estufa a 105°C durante 1 h o una noche (dejar la puerta abierta durante 15 minutos para eliminar los vapores de éter).
- i. Pesar el balón (T+EE) cuando esta frío (colocar un tapón para evitar la rehidratación)
- j. Calcular el contenido en grasa o extracto etéreo.

$$\% \text{ Extracto etéreo} = \frac{\text{Contenido en grasa}}{\text{Peso muestra} * \text{M.S. analítica}} * 100$$

Ecuación 3.7

$$\text{Contenido en grasa} = (T + EE) - \text{Peso del balón seco}$$

Ecuación 3.8



Figura 3.7. Extracción de grasa en equipo Soxhlet.

### 3.5. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN PROTEÍNA BRUTA

Las proteínas son polímeros de aminoácidos; es el único macro nutriente que contiene Nitrógeno, lo que le distingue de la grasa y los carbohidratos. La presencia de nitrógeno en las proteínas es muchas veces utilizado para estimar la cantidad de proteína bruta en un alimento. Como se considera que las proteínas contienen, en promedio, 16 g N/100 g, se determina el contenido en nitrógeno y se multiplica el resultado por 6.25 (100/16).

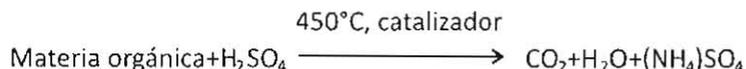
El método más usado a nivel mundial es el método de Kjeldahl, del nombre del jefe de laboratorio de la cervecería Carlsberg (Copenhague, Dinamarca) que publicó el protocolo de un método POR TITULACIÓN en 1883. (Neue Methode zur Bestimmung der Stickstoffs in organischen Körpern, 1883).

#### 3.5.1. Principio

El principio de la determinación del contenido en proteínas brutas consiste en:

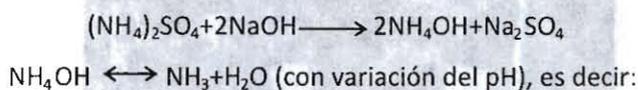
##### *Hidrólisis ácida*

Se realiza para convertir el nitrógeno primero en sulfato amónico. La muestra es tratada con ácido sulfúrico concentrado (96-98%) durante una hora a 450°C. El rendimiento se mejora en presencia de un catalizador. El tratamiento necesita un sistema de recuperación del vapor ácido para no alterar los equipos y contaminar el ambiente.



### ***Liberación del amoníaco por alcalinización y destilación al vapor***

Se va a convertir el sulfato de amonio en amoníaco en forma gaseosa ( $\text{NH}_3$ ) por calentamiento, en presencia de hidróxido de sodio y de vapor de agua, para recuperar el amoníaco.

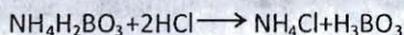


El amoníaco producido se recupera en una solución que contiene un exceso de ácido bórico:

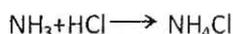


Y es luego estimada por titulación del borato de amonio producido con un ácido, por ejemplo.  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$

### ***Titulación del amoníaco***



Se puede resumir las dos últimas ecuaciones de la manera siguiente:



A un mol de  $\text{HCl}$  corresponde 1 mol de  $\text{N}$ , es decir 14 g de  $\text{N}$

O: 1 ml  $\text{HCl}$  1N = 0.014gN = 14 mgN

O: 1 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1N = 0,028 g N = 28 mgN

El coeficiente de conversión N/proteína 6,25 corresponde al contenido en nitrógeno de la proteína de carne. En realidad, la mayoría de los alimentos tienen un contenido distinto y se debería utilizar un coeficiente diferente para cada uno de ellos, especialmente para los productos vegetales. En muchos casos, el coeficiente es causa de una sobreestimación del contenido real en proteínas de los alimentos. La tabla 3.1 muestra algunos ejemplos:

### ***Materiales***

- Balanza de precisión
- Destilador de Nitrógeno (Figura 3.9)
- Digestor Büchi
- Extractor de gases Büchi (Figura 3.8)
- Bureta
- Probeta de 30-50ml
- Erlenmeyer 250 ml
- Tubos Büchi
- Pipetas Agua destilada

Tabla 3.1. Coeficientes de conversión de Nitrógeno a proteína para algunos alimentos.

| Alimento | %N    | Coefficiente de conversión |
|----------|-------|----------------------------|
| Carne    | 16,00 | 6,25                       |
| Leche    | 15,66 | 6,38                       |
| Maíz     | 17,70 | 5,65                       |
| Trigo    | 18,76 | 5,33                       |
| Arroz    | 19,34 | 5,17                       |

Fuente: (LETERME, y otros, 2010)

### Reactivos

- Ácido sulfúrico  $H_2SO_4$  (96-98%)
- Hidróxido de sodio NaOH (32%)
- Carbonato de sodio ( $NaCO_3$ )
- Ácido bórico  $H_3BO_3$  (2%)
- Azul de timol
- Indicador mixto: se prepara con rojo de metilo y verde de bromocresol
- Catalizador
- Ácido clorhídrico HCl o  $H_2SO_4$  0.1 N

Nota: la presentación del NaOH es:

- NaOH al 32% de pureza en forma líquida, ó
- NaOH granulado (99%) de pureza) en este caso, se prepara 1 L de NaOH al 32% de pureza = 320 g de NaOH, se disuelve en agua destilada y se completa 1 L.

$H_3BO_3$  (al 99% de pureza) en este caso, se prepara 1 L de  $H_3BO_3$  al 2 % de pureza, es igual a 20 g de  $H_3BO_3$ , se disuelve en agua destilada y se completa 1 L.

Indicador mixto

Verde de bromocresol 0,60 g

Rojo de metilo 0,40 g.

} Disolución en etanol por separado, luego mezclarlos  
} Llevarlos a volumen de 100 ml (1 L)

Catalizador presentación:

Tabletas Kjendahl

En polvo: 0,05 g de óxido de selenio  $SeO_2$ +2,5g de sulfato de sodio  $Na_2SO_4$ , se revuelve hasta homogenizar (valor dado por muestra)

### 3.5.2. Etapas

Preparación de las soluciones: El ácido a utilizar es del 69-98% de pureza.

#### *Digestión*

- Se inicia el digestor 10 minutos antes de comenzar la digestión, colocando el regulador de potencia en posición 9.
- Se pesan 0,5 g de muestra, se envuelven en papel toalla y se introduce en el tubo de digestión, se le agregan 10 ml de  $H_2SO_4$  96-98% + 1 tableta Kjendahl y se coloca en digestión por 30 a 45 minutos, permitiendo temperaturas de hasta  $450^{\circ}C$
- Se retiran los tubos a una gradilla y se dejan enfriar media hora aproximadamente.
- Encender el destilador de nitrógeno 15 minutos después de haber comenzado la digestión.
- Colocar en un tubo de digestión con 100 ml de agua destilada, simulando una destilación durante 5 minutos (precalentamiento).

Observación: La digestión produce gases perjudiciales, que se eliminan ya sea disipándolos en la atmósfera o eliminándolos por la cañería, absorbidos en agua. En nuestro caso los gases tóxicos provocados por la digestión son recuperados por el extractor de gases que los convierte en  $CO_2$  y  $H_2O$  que son eliminados con la ayuda de una cámara de extracción, por cañería (alcantarilla). En el extractor de gases hay una solución de carbonato de sodio.



Figura 3.8. Cámara de extracción.

#### *Destilación*

- Colocar el tubo con la muestra en el destilador
- En un erlenmeyer se miden 30 ml de ácido bórico al 2% al cual ya se le ha adicionado el indicador

- mixto.
- Se lleva el erlenmeyer al destilador de nitrógeno por debajo del tubo de salida del destilado. Asegurarse que la punta del condensador está totalmente sumergido dentro del ácido bórico.
  - Se programa el destilador para que adicione a la muestra NaOH al 32% (70 ml) y agua destilada (50 ml) durante 5 minutos.
  - En la digestión del sulfato del ácido de amonio por medio de un exceso de álcali fuerte se libera amoníaco, el cual se recoge por destilación sobre el ácido bórico que está en el erlenmeyer.



Figura 3.9. Destilador de Nitrógeno.

### Titulación

Se lleva el erlenmeyer con la muestra para la titulación con la bureta.

Titulación del borato de amonio formado con la solución de HCl o  $H_2SO_4$  0.1 N, usando como indicador rojo de metilo-verde bromocresol. La solución pasa de un color verde a un color original que tenía el ácido con su respectivo indicador (Figura 3.10).

$$\% N = \frac{ml H_2SO_4 * N \text{ ácido} * m.equi.}{Peso \text{ húmedo de la muestra}} * 100 \quad \text{Ecuación 3.9}$$

Donde:

ml  $H_2SO_4$  corregidos gastados en el proceso de titulación

N ácido = Normalidad del ácido (0.1 N)

m. equi. Miliequivalentes de Nitrógeno para  $H_2SO_4$

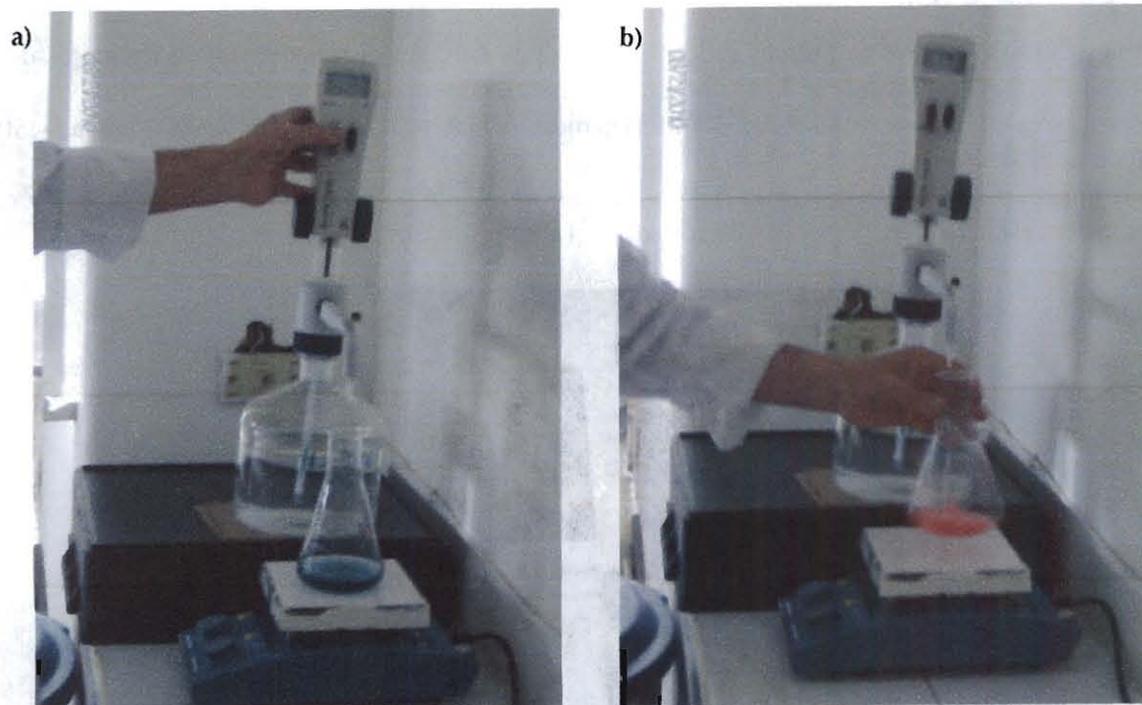


Figura 3.10. Muestra a) antes de ser titulada y b) Después de ser titulada

### 3.6. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ENERGÍA BRUTA

El principio de la técnica es el de quemar una muestra en una cámara en acero inoxidable (“bomba”), rodeada por una cantidad precisa de agua y de medir el aumento de temperatura del agua. Después de una calibración con muestras de referencia, se puede deducir la cantidad de energía (expresada en calorías o en joules) producida por la combustión de la muestra. El resultado corresponde a la cantidad de **energía bruta** presente en la muestra.

El aparato utilizado se llama un **calorímetro** (Figura 3.11). Cuando la cámara que contiene el recipiente de agua está perfectamente aislada térmicamente, se trata de una bomba **calorimétrica adiabática**. En este caso, el aislante es, por ejemplo, una capa de agua termostalizada, gracias a la conexión a una fuente de agua caliente y una de agua fría, digerida por un microprocesador.

#### **Materiales**

- Calorímetro
- Bomba calorimétrica
- Balde
- 1 pipeta de oxígeno con sistema para llenar las bombas
- 1 balanza analítica
- Hilo (mecha)
- Fuente de agua termostalizada a 24°C
- Prensa
- Crisoles metálicos

Ver Figura 3.12

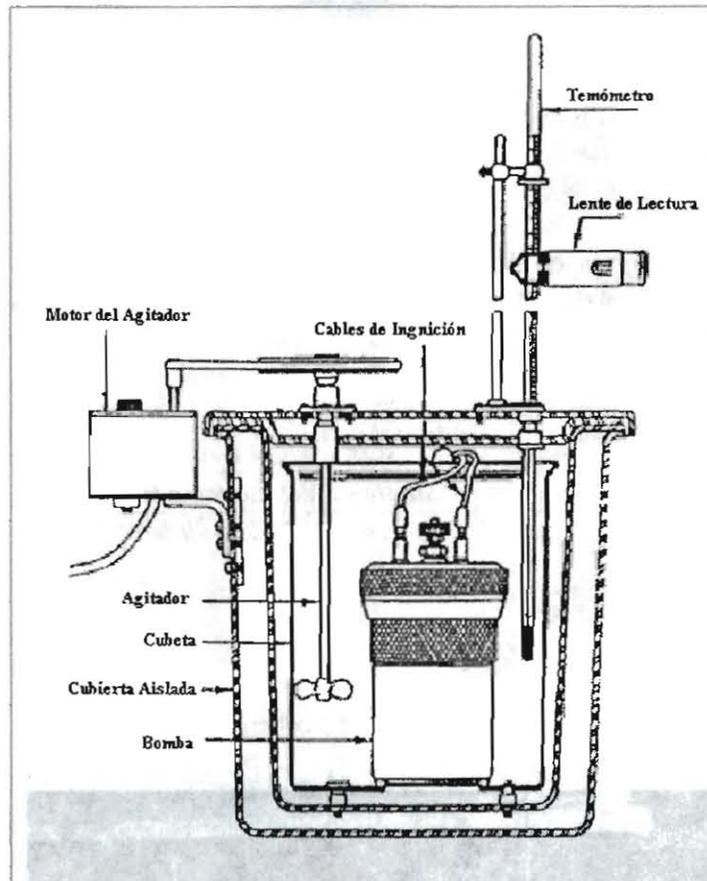


Figura 3.11. Esquema de la bomba calorimétrica.

### Procedimiento

- a. Pesar 2000 g de agua destilada. La temperatura de la masa de agua debe oscilar entre 24 y 25,9°C.
- b. Pesar aproximadamente 1 g de muestra.
- c. Medir 10 cm de mecha 45C10.

### Armado de la cámara de combustión

- d. Incrustar los extremos de la mecha 45C10 en los orificios de las barras verticales que sostienen el crisol de combustión
- e. Asegurarse de armar con la mecha una base para sostener la muestra.
- f. Cerrar la cámara de combustión y la válvula por donde circula el oxígeno.
- g. Conectar la manguera conductora de oxígeno hasta 30 atmósferas.
- h. Cerrar la llave de la pipa de gas.
- i. Halar la perilla negra para descomprimir la válvula de la manguera conductora de oxígeno.
- j. Desconectar la válvula de la manguera conductora de oxígeno

### Armado de la bomba calorimétrica

- k. Incrustar la cubeta con agua en la bomba calorimétrica.
- l. Incrustar la cámara de combustión dentro de la cubeta con agua. (Utilizar la pinza de metal para esta

- operación).
- m. Conectar los electrodos.
  - n. Cerrar la bomba calorimétrica.
  - o. Asegurarse de que el termómetro no quede tocando el fondo de la cubeta metálica, esto puede alterar el resultado de la prueba.
  - p. Armar la banda del motor para generar movimiento en la turbina, esto es para homogenizar la temperatura del agua.
  - q. Cronometrar 5 minutos, tiempo en el cual se lleva a cabo la homogenización de la temperatura del agua.
  - r. Tomar la temperatura inicial dentro del rango de 24 a 25,9°C y presionar el botón de ignición. La luz roja indica que hubo ignición. Cuando la variación de la temperatura sea lenta (aproximadamente 3 minutos) cronometrar 2 minutos adicionales y tomar la temperatura final.

Fórmula

$$\text{Energía bruta} = \frac{\Delta T * \text{constante} - \text{mecha quemada}}{\text{peso de la muestra} * \text{MS analítica}}$$

Ecuación 3.10

Donde:

$\Delta T$  = Temperatura final - Temperatura inicial

Constante = 2411,45 cal/°C

Mecha quemada = centímetro de mecha quemada \* 2,3 cal/cm



Figura 3.12. Materiales para la determinación de energía bruta.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. 1990.** Association of Oficial Analytical Chemists. Efficial Methods of Analysis 15th Edition. Método Número 934.01. Arlington, Virginia, USA : s.n., 1990.
- AOAC. 1990.** Association of Oficial Analytical Chemists. Efficial Methods of Analysis. 15th Edition. Metodo número 942.05. Arlington, Virginia, USA : s.n., 1990.
- AOAC. 1990.** Association of Oficial Analytical Chemists. Efficial methods of Analysis. 15th Edition. Metodo Numero 920.39. Arlington, Virginia, USA : s.n., 1990.
- LETERME, Pascal and ESTRADA, Fernando. 2010.** Análisis de alimentos y forrajes. Protocolos de laboratorio. Palmira : Universidad Nacional de Colombia, 2010.
- KJENDAHL, J. 1883.** Neue Methode zur Bestimmung der Sticktofs in organischen Körpern. 1883, Z Anal Chem, pp. 22, 336-382.



## **CAPITULO 4**

### **CASO DE ESTUDIO: MANEJO DE LOS RESIDUOS PECUARIOS DE LA INDUSTRIA PESQUERA EN BUENAVENTURA**

*Juan Carlos Clavijo Salinas  
Natalia Perea Velasco  
Raquel Vélez Peña  
Julio A. Delgado Delgado  
Christian E. Santana Quintero*



#### 4.1 CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA PESQUERA

En cumplimiento del Proyecto "Estudio del manejo de los residuos pecuarios de la Industria Pesquera en Buenaventura y su zona de influencia, con el propósito de proponer procesos eficientes en sistema de producción más limpia", la metodología desarrollada se llevó a cabo en varias fases complementarias y sucesivas (Figura 4.1).

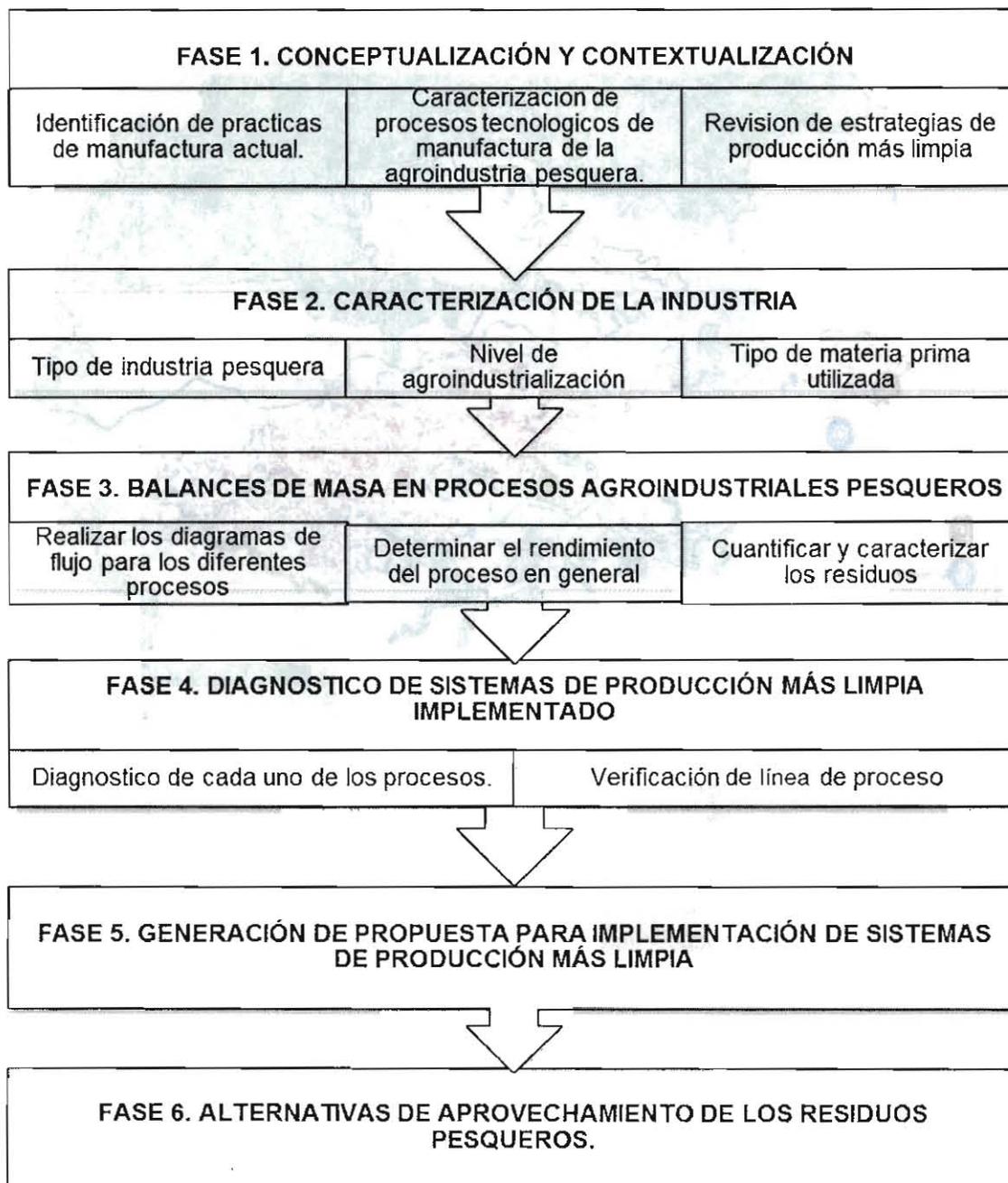
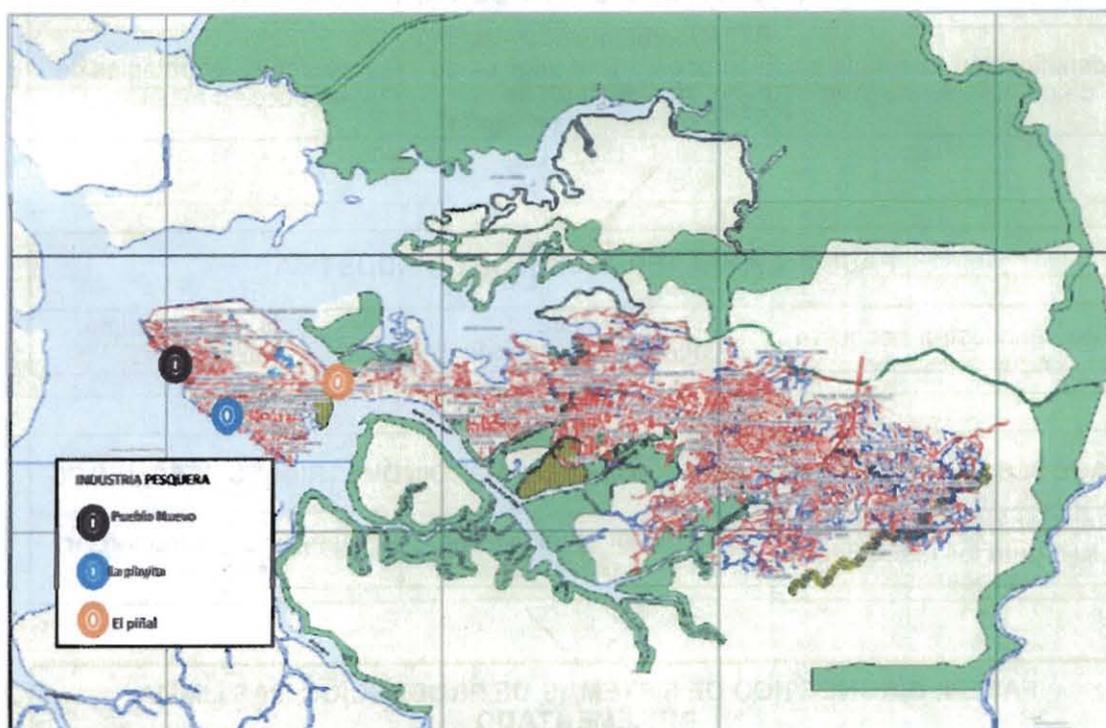


Figura 4.1. Metodología desarrollada para el cumplimiento del proyecto.

Buenaventura actualmente cuenta con 35 industrias pesqueras, ubicadas en la zona insular, entre las cuales hay procesadoras y/o comercializadoras, 24 de ellas se encuentran en Pueblo Nuevo y las otras se encuentran en El Piñal y La Playita, a excepción de HARIMAR S.A., la cual se encuentra ubicada en Punta Soldado. En la figura 4.2, se encuentra la ubicación de la industria pesquera en Buenaventura.

Otra actividad pesquera, es la realizada por las mujeres comercializadoras de pescado en platón, llamadas "platoneras", las cuales se dedican a la venta principalmente de camarón y pescado fresco; las platoneras se encuentran ubicadas en la galería de Pueblo Nuevo y en la galería de La Playita, algunas realizan ventas de ambulantes.



**Figura 4.2. Ubicación de la industria pesquera en Buenaventura.**

Fuente: Alcaldía de Buenaventura, 2001.

La industria pesquera de Buenaventura se caracteriza por no tener una actividad procesadora definida, el tipo de proceso depende de principalmente de la veda, seguido de la demanda del producto. El pescado a procesar por la industria pesquera, generalmente ya ha sido eviscerado por los pescadores, y el camarón llega sin cabeza.

En la tabla 4.1, se encuentra una posible clasificación de los procesos tecnológicos de la agroindustria pesquera de acuerdo al tipo de pesca y nivel de agro industrialización.

La pesca blanca es la actividad que mayor variedad de productos presenta y la que mayor participación tiene en el sector de Buenaventura, junto a la de camarón.

El procesamiento y comercialización de productos pesqueros, se encuentra dividida en el sector industrial y artesanal, en este último se encuentran las platoneras, las cuales son mujeres dedicadas a la venta de pescado en platón se encuentran ubicadas principalmente en la galería de Pueblo Nuevo y en la de La

Playita, otras se encuentran en el puente Cascajal y el resto realizan venta callejera.

Tanto el sector industrial como el artesanal se caracterizan por la aplicación de procesamiento y comercialización de pescado y camarón, a diferencia del sector industrial, las platoneras compran el pescado con vísceras, ya que por razones culturales a ellas les gusta que el pescado se vea gordo, ya que consideran que el consumidor se incentiva a la compra.

Igualmente es importante resaltar que las platoneras presentan un producto exclusivo de comercialización, como lo es la venta de jaiba y piangua, las cuales venden en fresco, ya sea empacado en bolsa o algunas veces en pinchos.

Tabla 4.1. Procesos tecnológicos por nivel de agro industrialización y tipo de pesca.

| Nivel de agro industrialización | Tipo de pesca  |                     |          |
|---------------------------------|--|---------------------|----------|
|                                 | Pesca Blanca   | Crustáceos          | Moluscos |
| Agro 0                          | Pescado fresco   | Jaiba               | Piangua  |
| Agro 1                          | Fileteado<br>Pescado seco<br>Pescado ahumado                 | Camarón descabezado | -        |
| Agro 2                          | Harina de pescado<br>Aceite de pescado<br>Chorizo de pescado | -                   | -        |

Fuente: Autores

## 4.2 BALANCES DE MASA EN PROCESOS AGROINDUSTRIALES PESQUEROS

### 4.2.1 Proceso de Fileteado de Pescado

Las condiciones de higiene y métodos técnicos de preparación son similares para las distintas especies de pescado, y el fin a que estos se destinan no causa variaciones significativas en ellos. Sin embargo, se observan variaciones entre las formas en que se presenta la carne del pescado fresco: en canal, filetes, rodajas o postas, entre otras.

Las operaciones que tienen lugar en el procesamiento de filetes de pescado son:

- **Captura.** El procesamiento del pescado inicia desde la captura. Una vez capturado el pescado debe ser lavado y enfriado (refrigerado 0°C) con hielo, el cual debe ser elaborado con agua potable. La cantidad de hielo a ser utilizada depende de la temperatura ambiente y de la cantidad de pescado a refrigerar; se recomienda utilizar entre un 50 a un 100% de hielo (en escamas, hielo, molido, en barra, etc.), asegurando contacto con el pescado.
- **Recepción del pescado crudo fresco o congelado.** Consiste en realizar una inspección de la calidad del pescado, a partir de la evaluación de las características organolépticas (aspecto, olor, textura, etc.), materias extrañas, características físicas como el tamaño del pescado y homogeneidad de las especies.
- **Almacenamiento en refrigeración.** El pescado se lleva a las instalaciones de refrigeración en el menor tiempo posible; las instalaciones deben ser capaces de mantener el pescado a una temperatura comprendida entre 0°C y +4°C.

El pescado es almacenado en bandejas poco profundas y se rodea de cantidades suficientes de hielo picado o de una mezcla de hielo y agua antes de su elaboración, de manera que se eviten daños a causa del apilamiento o llenado excesivos de las cajas. Cuando sea necesario, se debe reponer el hielo que cubre el pescado o se modificará la temperatura del local.

- **Almacenamiento en congelador.** Cuando el pescado no se procesa de forma inmediata, el producto debe de ser congelado con el fin de conservarlo la mayor cantidad de tiempo posible a una temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  o a temperaturas inferiores, con oscilaciones mínimas.
- **Descongelación.** El proceso de descongelar el producto se realiza cuando éste no se procesa tan pronto llega, sino que ha sido congelado. Para ello se requiere aumentar su temperatura a aproximadamente  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con el fin de facilitar su manejo; el método consiste en sumergir el pescado en agua potable a temperatura ambiente.
- **Eviscerado y lavado.** El eviscerado consiste en retirar el tubo intestinal y los órganos internos, para lo cual se dispone de un suministro suficiente de agua de mar limpia o agua potable que se utiliza para lavar el pescado entero antes de realizar el corte para el eviscerado, con el fin de eliminar materias extrañas y reducir la carga bacteriana. Una vez eviscerado, el pescado también es lavado con el fin de eliminar la sangre y las vísceras de la cavidad ventral, al igual que en su superficie, con el fin de eliminar escamas sueltas.
- **Fileteado.** Consiste en retirar la cabeza y el hueso del pescado y, para el presente caso de estudio, se realiza de forma manual. Durante esta operación se realiza un lavado con agua potable, con el fin de eliminar cualquier rastro de sangre, escamas o vísceras. El equipo y los utensilios utilizados en el fileteado también son lavados cuidadosamente para reducir al mínimo la acumulación de baba, sangre y despojos.
- **Descuerado.** Consiste en retirar la piel del filete y se realiza de forma manual.
- **Maquillaje.** Es una operación que consiste en retirar las espinas que siguen adheridas al filete y limpiar otros residuos. Al igual que el fileteado y descuerado, el maquillaje se realiza de forma manual.
- **Refrigeración.** Es una operación que consiste en reducir y mantener la temperatura (a un valor menor a la del medio ambiente) del producto. La reducción de temperatura se realiza extrayendo energía del cuerpo, generalmente reduciendo su energía térmica, lo que contribuye a reducir la temperatura de este cuerpo.
- **Empaque.** Se empaqueta en cajas de cartón, las cuales están revestidas internamente con icopor con el fin de aislar el producto del medio y conservar su temperatura.

Alternando al proceso de transformación se realiza la recepción y adecuación de insumos de limpieza y desinfección de la planta, al igual que de los empaques del producto. La figura 4.3 ilustra el proceso general de fileteado de pescado anteriormente descrito; las figuras 4.4 y 4.5 son representaciones de los balances de masa para el proceso de fileteado de especies comunes en la industria pesquera de Buenaventura.

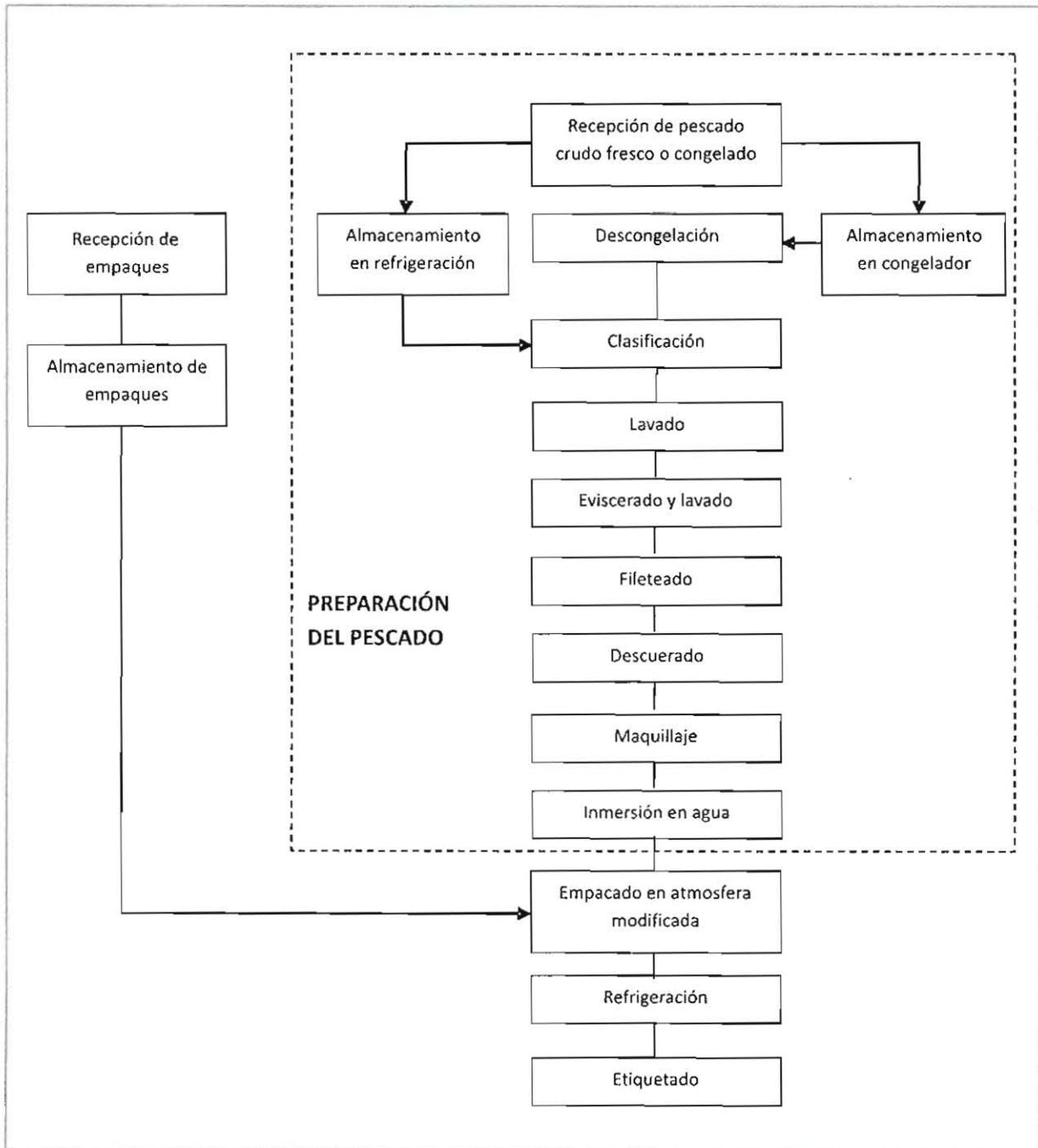


Figura 4.3. Diagrama de flujo del proceso de fileteado de pescado.

Fuente: Autores

En el marco del presente estudio, la elaboración de los balances de masa para el proceso de fileteado de algunas especies de pesca blanca, permitió estimar que este proceso genera en promedio  $538,3g.residuo/kg.de\ pescado$ . Durante la etapa de fileteado se genera la mayor cantidad de residuos (Tabla 4.2) tales como la cabeza y hueso del pescado, los cuales pueden ser comercializados para consumo directo, como ocurre con los residuos del fileteado de dorado.

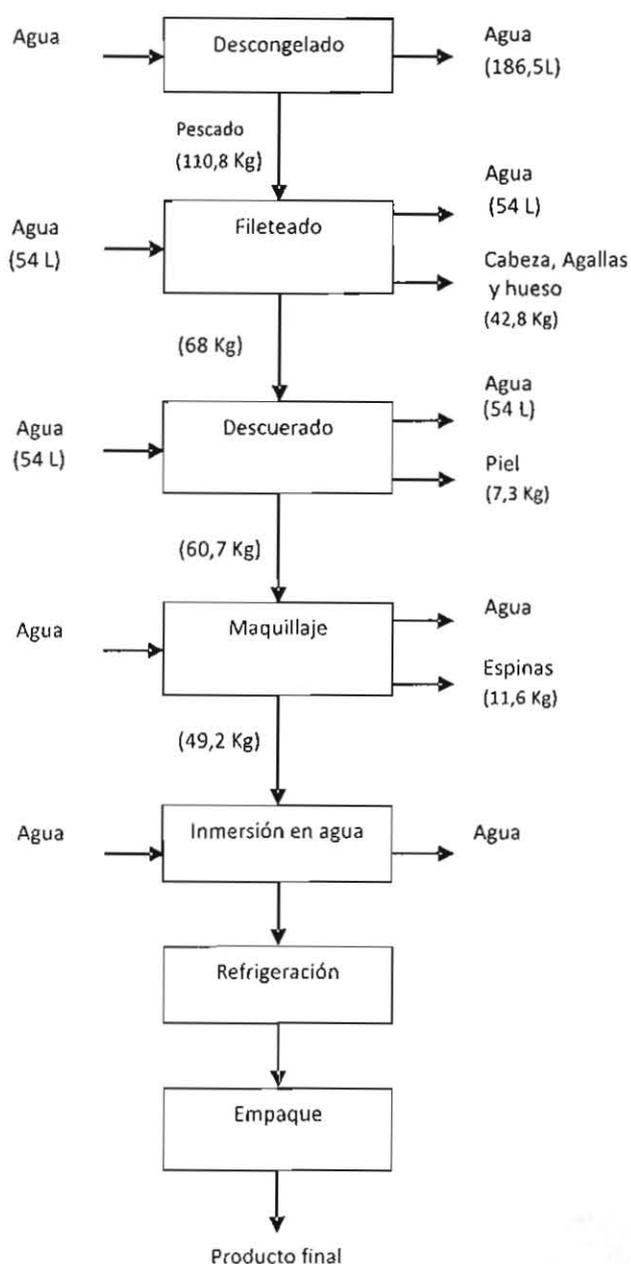


Figura 4.4. Balance de masa del proceso de fileteado de pescado dorado (*Coryphaena hippurus*)

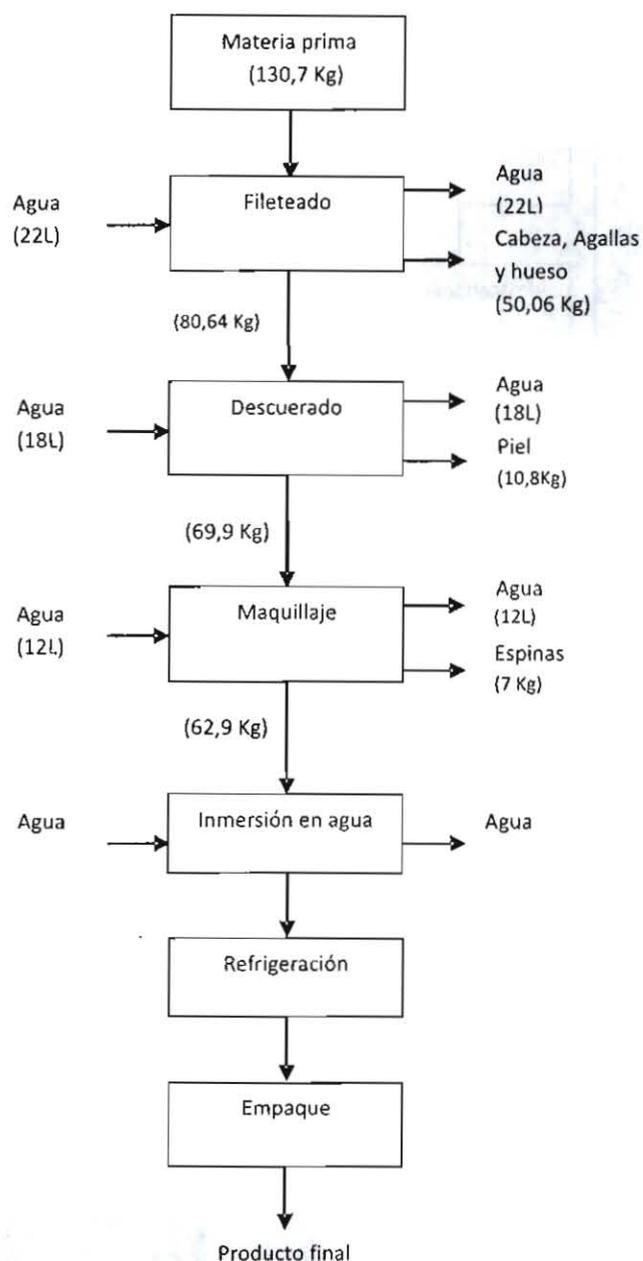


Figura 4.5. Balance de masa del proceso de fileteado de pescado mero (*Epinephelus marginatus*)

Tabla 4.2. Cantidad de residuos en porcentaje durante la producción de filete de pesca blanca.

| Residuos del proceso | Porcentaje (%) |
|----------------------|----------------|
| Cabeza y hueso       | 38,45          |
| Piel                 | 7,43           |
| Espinas y otros      | 7,95           |

Todas las etapas de la producción de filetes de pesca blanca van acompañados de un lavado, haciendo un uso mínimo del agua para esta actividad (Tabla 4.3); no obstante, se identificaron actividades con elevados consumos de agua, tales como la producción de hielo y la limpieza y desinfección de las áreas de trabajo, equipos, herramientas y utensilios de proceso. De acuerdo a los balances de masa realizados, la cantidad de hielo utilizado por una tonelada de pescado equivale a 0,91 m<sup>3</sup> y tomando como referencia que la densidad del hielo es aproximadamente 916,8 Kg/m<sup>3</sup>, esto se traduce en una utilización del 83,42% de hielo en relación al pescado. Según el Manual para trabajadores de la Industria Pesquera (Avdalov, 2003) en términos generales se recomienda utilizar entre el 50-100% de hielo en relación al pescado, lo cual indica que la cantidad de hielo utilizado para la producción de filetes en la agroindustria pesquera de Buenaventura se encuentra dentro del rango recomendado.

Tabla 4.3. Cantidad de agua utilizada por tonelada de materia prima durante la producción de filetes de pesca blanca.

| Utilización del agua                                       | m <sup>3</sup> /ton | %    |
|--|---------------------|------|
| Contacto directo con el producto                           | 0,8                 | 16   |
| Producción de Hielo  | 0,91                | 18,2 |
| Lavado de utensilios durante el proceso                    | 0,11                | 2,2  |
| Uso personal   | 0,9                 | 18   |
| Limpieza y Desinfección de equipos, herramientas y planta. | 2,28                | 45,6 |

#### 4.2.2 Proceso de Beneficio de Camarón

Las operaciones que tienen lugar en el proceso de beneficio de camarón son las siguientes:

- **Recepción.** Al llegar a la sala de proceso, al camarón se le ha retirado la cabeza y está enhielado (cuando es traído en lanchas artesanales) o congelado (cuando es traído en barcos industriales). En este punto se realiza una inspección de la calidad del producto basada en criterios sensoriales como el olor, apariencia y textura.
- **Almacenamiento.** El producto se introduce en bultos de polietileno de 30 Kg y es congelado hasta que llegue el día de ser procesado. La temperatura del cuarto de almacenamiento de camarón es de alrededor -20°C.

- **Des-hielado.** Cuando va a ser procesado, el camarón congelado en bloques se introduce en un tanque con agua a temperatura ambiente. Este procedimiento se puede realizar desde el día anterior al proceso.
- **Pelado.** Consiste en retirar la cascara al camarón. En todas las empresas procesadoras de camarón en Buenaventura, esta es una operación manual realizada casi en el 100% de los casos por mujeres, las cuales son contratadas específicamente para ese fin y su pago depende directamente de la cantidad de camarón pelado.
- **Lavado 1.** Este proceso consiste en quitarle los restos de cáscara al camarón y todas aquellas impurezas que permanecen en el producto después del pelado.
- **Pesado.** Constituye un punto de control del proceso, donde se calcula la paga a cada operaria de acuerdo con la cantidad de camarón pelado. Por esta razón, el pesado es realizado en presencia del encargado del proceso.
- **Selección.** En esta operación, cada mujer le hace una limpieza extra al producto, donde se retiran manualmente pequeñas impurezas restantes en éste, utilizando agua potable para facilitar la labor. Se estimó que las impurezas (partes de cascara, patas, antenas, etc.) son del 2% de lo pesado.
- **Lavado 2.** Se realiza en un tanque diferente al del primer lavado y tiene como objetivo retirar las impurezas que hayan quedado del proceso de selección. El agua de este lavado es cambiada en promedio a una tasa de 270 L cada 30 min.
- **Enhielado 1.** El camarón es introducido en un tanque, el cual tiene agua, hielo y se le adiciona polifosfatos para mejorar el color. La tasa de uso de hielo se estima en 250 kg de hielo, por cada 3,5–4 horas, reemplazando parte del agua que se va fusionando en el fondo del tanque.
- **Pre-cocido.** Consiste en colocar el camarón durante 3 min a una temperatura de 80-90 °C, en un equipo de cocción que generalmente utiliza gas natural como combustible. Previo a este proceso, el camarón se saca del tanque de enhielado en unas canastillas que permiten el escurrimiento parcial del producto. El equipo de cocción utiliza como medio de inmersión agua potable, que es cambiada de 3 a 4 veces en el día dependiendo de las características del proceso, y se realiza cuando comienza a absorber olores. Se estima que en esta operación se generan 200 g de sólidos por cada 7,5 L de agua de cocción.
- **Enhielado 2 / Lavado 3.** Después del pre-cocido el producto es depositado en un tanque con agua y hielo, produciéndose un choque térmico mientras se retiran subproductos generados en la cocción. Por ello, esta operación se considera como de doble propósito.
- **Empaque.** Los equipos utilizados en esta operación incluyen balanzas electrónicas, selladores eléctricos y cámara de vacío. Para el caso de Buenaventura, los camarones se empacan en bolsas de 2kg, luego se organizan en una bandeja de 4 bolsas. Después son llevados al túnel de congelación a una temperatura de -18°C.

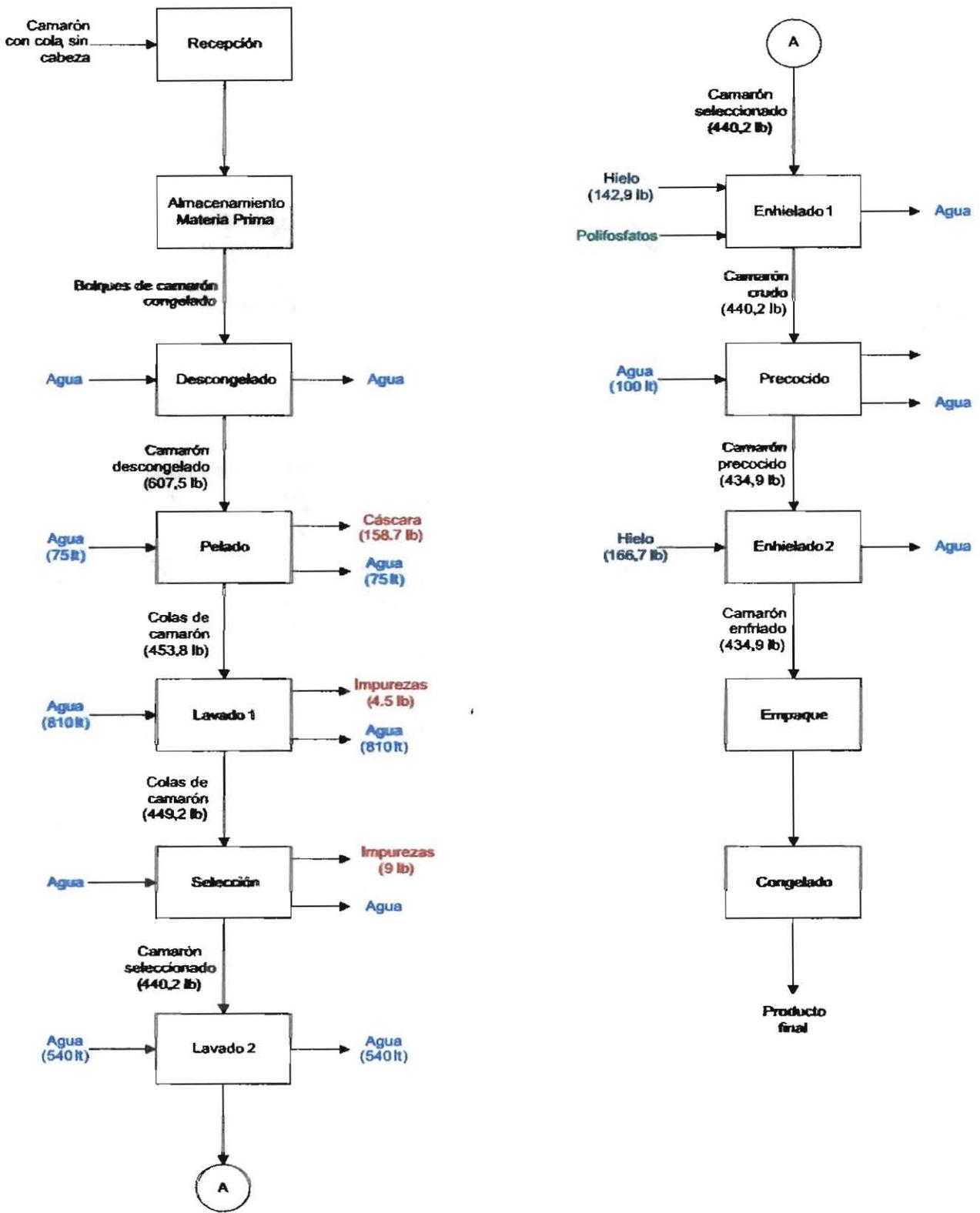


Figura 4.6. Diagrama de Flujo del Proceso de Camarón en una hora.

Notas:

- El diagrama presentado corresponde a un proceso de pelado y cocción, no obstante, existen ocasiones donde el producto ya llega pelado, donde las pérdidas son solo del 1 al 3 %; pero también existen procesos donde puede haber incluso desvenado, en los cuales las pérdidas son del orden del 30 al 33%.
- Dependiendo de la especie, la eficiencia del pelado puede variar entre el 70 y 80 % (puede ser por la profundidad a la que habitan, sus hábitos alimenticios, el tipo de arte utilizado para capturarlos).
- La producción diaria depende directamente de la cantidad de operarias involucradas en el proceso. Para la realización de este balance de masa se tomó como base de cálculo 50 mujeres operarias.
- Existen otros factores relacionados con las operarias como son la experiencia y destreza individual, de manera que una operaria con mucha destreza o experiencia (más de 10 años) puede pelar un balde de camarón (de 7 a 9 kg.) en una hora, mientras que una con poca destreza o experiencia (menos de 1 año) lo puede hacer en dos horas. Para hacer el balance se utilizó un factor de capacidad de 0,75 baldes/mujer/hora.
- Los residuos recuperados son recogidos y almacenados en tinas hasta que el servicio de aseo los recoge. Los residuos no recuperados son los que se caen al piso y son evacuados de la planta por el desagüe.

La tabla 4.4 resume los residuos generados durante el proceso de beneficio de camarón. La tabla 4.5 resume el balance de masa del proceso, mediante indicadores de eficiencia.

**Tabla 4.4. Porcentaje de residuos sólidos generados por proceso camarón.**

| Proceso   | Porcentaje (%) |
|-----------|----------------|
| Pelado    | 26,12          |
| Lavado 1  | 0,74           |
| Selección | 1,48           |

**Tabla 4.5. Indicadores de eficiencia másica del proceso.**

| Indicador   | Valor |
|---|-------|
| Litros de agua utilizados por libra de producto procesado         | 2,51  |
| Kilogramos de hielo utilizado por libra de producto procesado     | 0,51  |
| Libras de residuos recuperados por libra de producto procesado    | 0,25  |
| Libras de residuos no recuperados por libra de producto procesado | 0,01  |
| Libras de producto final por libra de producto de entrada         | 0,72  |
| Eficiencia del pelado   | 0,75  |

El proceso de camarón genera aproximadamente 283,4 g. residuos/ Kg. camarón. La operación con mayores pérdidas durante este proceso es el pelado, el cual genera como residuo cáscara de camarón, el cual es un residuo con potencialidad, debido a su alto contenido de quitina.

### 4.3 PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA COMO HERRAMIENTA DE COMPETITIVIDAD

Según el PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente-UNEP en inglés), la Producción Más Limpia (PML) es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada aplicada a los procesos, a los productos y a los servicios, para aumentar la eficiencia total y reducir riesgos a los seres humanos y al ambiente.

La Producción Más Limpia tuvo sus inicios en la cumbre de Río sobre medio ambiente y sostenibilidad, la denominada Agenda 21. Ésta contiene un conjunto de programas destinados a alcanzar una guía para lograr el desarrollo sostenible; entendiendo el desarrollo sostenible como un concepto universal para *satisfacer las necesidades de la generación presente sin afectar la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades* (UNEP, 2000).

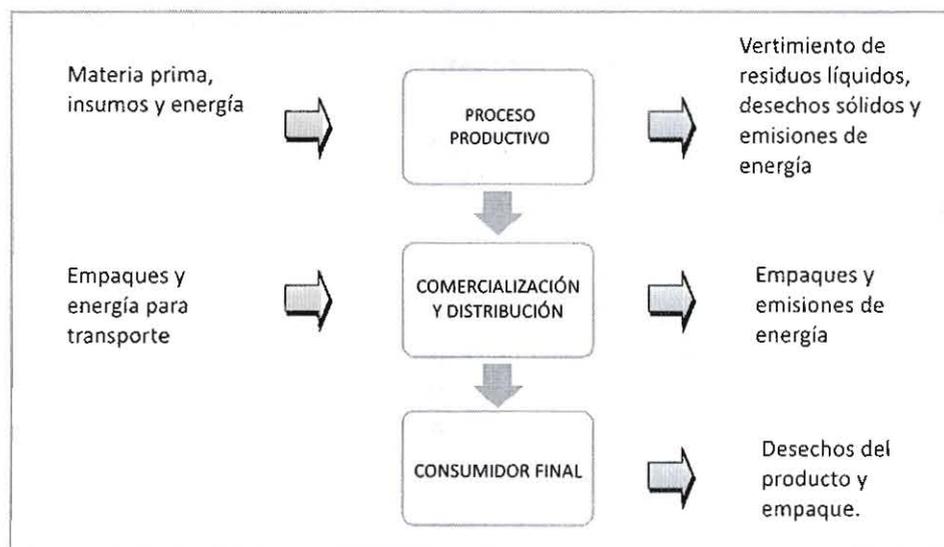
A diferencia de las estrategias ambientales convencionales de priorizar la caracterización y el tratamiento de los residuos para cumplir con las metas ambientales establecidas por los gobiernos, la aplicación de Programas de PML incluye estudios y proyectos para optimizar el uso de las materias primas, agua y energía, la eliminación de materias primas tóxicas o que puedan generar residuos peligrosos, siempre que esto sea posible, y la reducción de las cantidades de residuos y desperdicios de los procesos. La producción más limpia también considera el ciclo de vida de los productos, esto es la evaluación de los impactos ambientales que generan, desde la obtención de las materias primas hasta su disposición final, cuando éste ya no cumple con los requerimientos del usuario (OESTREICH, SANTOS, & ROCCO, 2006).

La PML consiste entonces en disminuir los residuos antes de ser generados, para lo cual busca focalizar los puntos generadores de residuos y trabajar sobre ellos, en acciones que contribuyan a mitigar los residuos y de este modo contribuir al aumento de la eficiencia en el proceso; un proceso se hace cada vez más eficiente no solo cuando se logra producir en un menor tiempo, sino cuando logra producir con la mínima cantidad de materia prima, insumos y servicios.

La Producción más Limpia puede ser aplicada a procesos usados en cualquier industria, a los productos y los servicios (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE REPUBLICA DE COLOMBIA, 1997).

- En los procesos de producción. La PML se orienta hacia la conservación de materia prima y energía, la eliminación de materias primas tóxicas, la disminución de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones contaminantes y los desechos.
- En los productos. La estrategia se enfoca en la reducción de los impactos negativos que acompañan su ciclo de vida, desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final del producto.
- En los servicios. La PML reduce el impacto ambiental del servicio durante todo el ciclo de vida, desde el diseño y uso de sistemas, hasta el consumo total de los recursos requeridos para la prestación del servicio.

Los impactos ambientales de los productos, procesos y servicios, además de estar relacionados con varios problemas ambientales, también ocurren en diferentes fases del ciclo de vida, por ello el impacto ambiental del producto es la sumatoria de todos los impactos ambientales que ocurren durante todo el ciclo de vida. La figura 4.7 esquematiza el concepto del ciclo de vida de un producto.



**Figura 4.7. Ciclo de vida del producto.**

Fuente: Autores.

En la figura 4.7, se muestran las etapas del ciclo de vida de servicio del producto. Los impactos generados durante cada una de las fases se relacionan con las materias primas e insumos de la etapa productiva, por tal motivo a esta etapa se le debe prestar mayor atención. Las entradas y salidas consideradas en los balances del ciclo de vida de servicio del producto son (HOOF, y otros, 2008):

- **MATERIAS PRIMAS.** Son las materias que se transforman en el producto final del proceso y llegan al consumidor final.
- **INSUMOS.** Son los productos y materiales utilizados para los procesos de transformación y acondicionamiento del producto durante una de las etapas del proceso productivo; generalmente estos no hacen parte del producto final.
- **SERVICIOS.** Son los servicios de agua y energía utilizados desde la transformación de la materia prima en producto, como la utilizada en la distribución y comercialización de este. Generalmente el tipo de energía utilizada en las plantas de transformación suele ser eléctrica y en la distribución, combustibles fósiles.
- **RESIDUOS SÓLIDOS.** Los residuos sólidos se categorizan de acuerdo con su origen en: 1) residuo de proceso, como lo es la materia prima e insumos sobrantes y productos por fuera de las especificaciones, 2) residuos de productos o productos en el fin de su ciclo de vida útil, 3) residuos de empaque, tanto de materias primas o de componentes, como los utilizados para empaquetar el producto, clasificando estos últimos en primarios (utilizados para proteger y evitar contacto del producto con el medio) o secundarios y/o terciarios (utilizados para proteger el producto por daños mecánicos durante la distribución).
- **RESIDUOS LÍQUIDOS.** Todo proceso productivo hace uso del recurso hídrico para las actividades de limpieza y desinfección de personal de planta, materias primas e insumos y de las instalaciones de la planta. Algunos procesos también presentan residuos líquidos provenientes de la materia prima, por ejemplo los procesos de deshidratación y/o secado de las materias primas.

- **EMISIONES GASEOSAS.** La mayor parte de las emisiones ocurren como resultado de procesos como la combustión de combustibles fósiles para la producción de energía, el uso de solventes y el uso o la producción de productos volátiles.

El tipo de acción a tomar para mitigar el impacto ambiental debe ser realizada a partir del estudio y análisis del balance del ciclo de vida de cada producto, ya que cada producto impacta de manera diferente y con mayor o menor fuerza. Igualmente, el conocimiento y estudio de los diferentes residuos en cada una de las etapas del ciclo de vida contribuye a que las empresas den soluciones acertadas de mitigación de impactos, a partir de la focalización de puntos donde se debe trabajar para la mitigación de estos, es decir que el conocer el ciclo de vida del producto es una herramienta clave para implementar estrategias de producción más limpia.

Actualmente, la PML en la mayoría de empresas no es vista como una estrategia viable económicamente, por tal motivo optan por la adopción de estrategias ambientales correctivas (tratamiento al final de proceso). Sin embargo, al comparar los cambios que se generan en la estructura de costos totales, cuando se decide invertir en producción más limpia y cuando no, se tiene que con el tiempo los costos disminuyen significativamente, debido a los beneficios generados a partir del aumento en la eficiencia de los procesos, los ahorros en el consumo de materias primas y energía, y la disminución de residuos y emisiones contaminantes.

Lo anterior se observa la figura 4.8. Sin inversión en producción más limpia, la estructura de costos totales no presenta cambios en el tiempo, comportamiento representado por la línea horizontal; con PML la inversión es baja, ya que consiste en la inspección, control y ejecución en la eficiencia de los procesos de la empresa, esta acción generalmente no incurre en una inversión pero si en una ganancia y finalmente cuando se toma la decisión no solo en producción más limpia sino en invertir en tecnología limpia, inicialmente, las inversiones son significativas producto de las adaptaciones de estas nuevas tecnologías limpias al proceso productivo (que van desde el mismo costo del capital de inversión hasta disponer del 'saber hacer' técnico y gerencial), incrementando los costos totales. Gráficamente esto corresponde a la diferencia entre las curvas de costos totales sin inversión en producción más limpia y con inversión en producción y tecnología más limpia, en el primer segmento. En el tiempo, el período de retorno de esta inversión varía y sólo a partir de la generación de los beneficios mencionados arriba, los costos totales disminuyen, obteniendo así los rendimientos esperados de esta inversión.

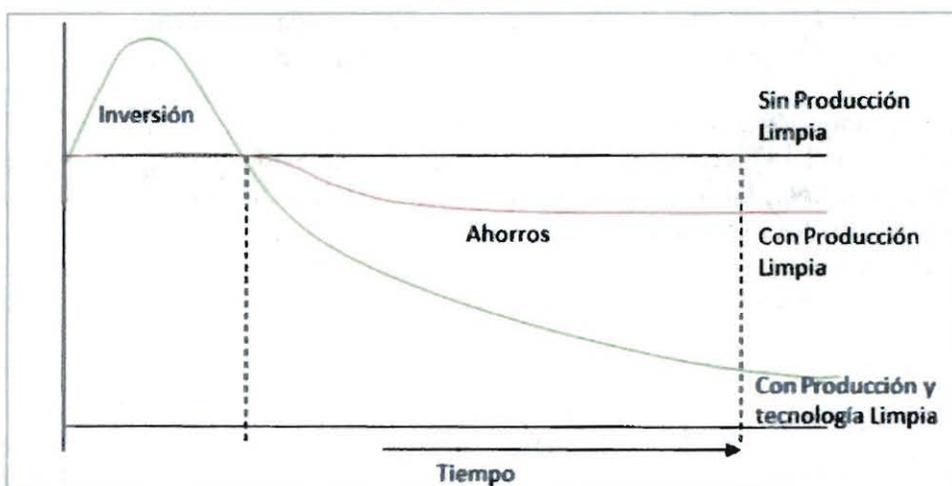


Figura 4.8. Costos Vs. beneficios de Producción Más Limpia.

Fuente: Autor, con base en BKH: Policies and policy instruments to promote cleaner

Gráficamente estos ahorros en la estructura de costos se representan como la diferencia entre las dos curvas, en el segundo segmento de la figura.

Por ello la producción más limpia debe ser vista como una estrategia empresarial orientada hacia procesos productivos, productos y servicios, para fortalecer la competitividad empresarial mediante innovaciones tecnológicas, reducción de costos, y disminución de riesgos en aspectos de seguridad, salud humana y medio ambiente. La esencia de esta estrategia es el carácter preventivo de sus proyectos, los cuales buscan el uso eficiente de energía, agua e insumos, así como el aprovechamiento de residuos, integrando al mismo tiempo beneficios económicos, ambientales y sociales. (HOOF, y otros, 2008)

La generación de propuestas de PML de productos alimenticios inicia con la inspección del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), las cuales son normas establecidas oficialmente que actualmente regulan a los manipuladores de alimentos, en cuanto a los procedimientos de fabricación e higiene personal, con el fin de proporcionar productos de la más alta calidad que garantizan la salud del consumidor. Las BPM abarcan la planta y sus alrededores, los equipos, los almacenes, los procesos productivos y por supuesto, el personal. Estas acciones, por ser sencillas y de carácter preventivo, generalmente producen ahorros inmediatos asociados con inversiones pequeñas e inexistentes.

La PML continúa con la determinación de la eficiencia de cada una de las etapas del proceso productivo, con el fin de evaluar la eficiencia del proceso y de ser necesaria una reorganización del proceso. La metodología para la obtención de los datos necesarios para determinar la eficiencia, consiste en la realización del balance de masa y energía de cada una de las etapas del proceso, para ello es necesario:

- Realizar un plano de la empresa y su entorno. Con el fin de reconocer cada una de las etapas del proceso y el espacio que ocupan dentro de la empresa; esta información facilita la redistribución de planta de ser necesario.
- Toma de información. La información primaria se toma a partir del muestreo realizado durante el proceso, en el cual se cuantifica la materia prima o insumo utilizado y los residuos por operación; la información secundaria, se toma a partir de recibos de consumo, permisos de descargas de desechos, métodos de tratamientos de agua, entre otros.
- Organizar la información. De acuerdo con la información obtenida se realizan consumos de agua (litros, m<sup>3</sup>), energía (kwh) y producto final, por unidad de materia prima.

Las estrategias de producción más limpia inicialmente solo requieren un cambio en las prácticas culturales o pequeños cambios instrumentales (BPM, BPA, entre otras) hasta que llega un momento en el que se agotan estas opciones, haciéndose necesario invertir en nuevas tecnologías, conocidas como "tecnologías limpias". Las tecnologías limpias contribuyen a la mejora de la eficiencia del proceso en cuanto que disminuye el tiempo de operación, haciendo un menor uso de materia prima, insumos y servicio; aunque requiere de un elevado costo de inversión.

El éxito de la efectividad de la estrategia de PML, radica en su correcta ejecución; la cual debe ser llevada a cabo a partir de un seguimiento ambiental y de calidad del producto. El seguimiento y control ambiental son realizados por los Sistema de Gestión Ambiental (SGA), según el PNUMA, la Cámara de Comercio Internacional (CCI) y la Federación Internacional de Ingenieros Consultores (FIDIC) definen los SGA como: " un conjunto planeado y coordinado de acciones administrativas, procedimientos operativos, documentación y registros, implementados por una estructura organizacional específica con

competencias, responsabilidad y recursos definidos, con el fin de prevenir efectos ambientales adversos, así como promover acciones y actividades que preservan y/o mejoran la calidad ambiental" (UNEP; CCI; FIDIC, 1995). Mientras que el seguimiento y control de calidad del producto son realizados a partir del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) los cuales buscan la estandarización de procesos, para la obtención de productos inocuos y de buena calidad. Dentro de las herramientas utilizadas por el SGC se encuentra la implementación de normas HACCP; el sistema de HACCP, que tiene fundamentos científicos y carácter sistemático, permite identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final. Todo sistema de HACCP es susceptible de cambios que pueden derivar de los avances en el diseño del equipo, los procedimientos de elaboración o el sector tecnológico.

El sistema de HACCP debe aplicarse a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde el productor primario hasta el consumidor final, y su aplicación deberá basarse en pruebas científicas de peligros para la salud humana, además de mejorar la inocuidad de los alimentos; la aplicación del sistema de HACCP puede ofrecer otras ventajas significativas, facilitar asimismo la inspección por parte de las autoridades de reglamentación, y promover el comercio internacional al aumentar la confianza en la inocuidad de los alimentos.

Para que la aplicación del sistema de HACCP de buenos resultados, es necesario que tanto la dirección como el personal se comprometan y participen plenamente. También se requiere un enfoque multidisciplinario en el cual se deberá incluir, cuando proceda, a expertos profesionales, según el estudio de que se trate. La aplicación del sistema de HACCP es compatible con la aplicación de sistemas de gestión de calidad, como la serie ISO 9000 y la ISO 22000, y es el método utilizado de preferencia para controlar la inocuidad de los alimentos en el marco de tales sistemas.

Entonces, la Producción Más Limpia es una estrategia ambiental preventiva cuya finalidad es mitigar los efectos sobre el medio ambiente de las operaciones de la empresa y sus productos, que contribuye a la obtención de productos sanos, seguros y de alta calidad.

Actualmente más países están interesados en la implementación de tecnologías limpias y prácticas sostenibles con el ambiente, debido a que la conciencia sobre la problemática ambiental ha crecido en los últimos años; aunque el proceso es lento, cada vez más las empresas adoptan procesos y tecnologías eficientes, sujetos a producción más limpia, lo que les contribuye, no solo al cumplimiento de la normatividad, sino, a las exigencias del mercado y aumento la productividad y competitividad.

En general, los beneficios derivados de la Producción Más Limpia incluyen (BURGOS, 2008):

- Optimización del proceso y ahorro de costos mediante la reducción y el uso eficiente de materias primas e insumos en general.
- Mejoramiento de la eficiencia operativa de la planta
- Mejoramiento de la calidad de los productos y consistencia porque la operación de la planta es controlada y por ende más predecible.
- La recuperación de algunos materiales de los subproductos.

- Reducción de residuos y, por ende, reducción de costos asociados a su correcta disposición.
- Mejoramiento de la imagen de la empresa ante clientes, proveedores, socios, comunidad, entidades financieras, etc.

De acuerdo a lo anterior, la PML además de pensar en “qué hacer con los residuos”, piensa en “qué hacer para no generarlos”.

La ejecución de la puesta en marcha de la Producción más Limpia en las empresas debe llevar consigo cuatro políticas:

Voluntariedad: adoptar un conjunto de condiciones para desarrollar producción más limpia, las que una vez aceptadas se convierten en compromisos y responsabilidades verificables entre las partes.

Gradualidad: aplicación de acciones y metas en la producción más limpia, establecidas cronológica y progresivamente bajo un enfoque de mejoras continuas, a fin de lograr la sostenibilidad de los procesos de producción.

Prevención: ejecutar un proceso de PML, en el que se previenen acciones que puedan deteriorar o degradar los recursos naturales y el medio ambiente.

Concertación: forma de integrar el diálogo, la coordinación y los acuerdos entre el sector público y privado, que facilita la introducción, el desarrollo e impacto de la PML en el sector productivo.

Dentro del marco de producción más limpia los trabajadores hacen parte de la implementación y desarrollo de estas políticas, no solo porque se deben disminuir los riesgos a los seres humanos, sino porque son ellos los actores principales de la implementación de dichas políticas.

Por esta razón, la PML es una estrategia eficaz y eficiente para reducir los impactos ambientales de una empresa, pues promueve la sustentabilidad de los negocios y de la sociedad (OESTREICH, y otros, 2006).

#### 4.3.1 Experiencia de producción más limpia en Colombia a nivel micro

Colombia es un país en desarrollo que todavía no adopta totalmente las políticas de PML, debido principalmente a la resistencia al cambio como un problema cultural y por la dificultad de acceso a información y a financiación. Igualmente, el enfoque hacia mercados locales reduce las exigencias ambientales que pueden presentarse en las exportaciones hacia mercados globales (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE REPUBLICA DE COLOMBIA, 1997).

Según el Centro Nacional de Producción Más Limpia en Colombia, “el principal riesgo en este campo, que ha motivado la inversión en muchas empresas, es el riesgo que conlleva el incumplimiento de la Ley. En Colombia, la legislación ambiental no es clara y la actividad de las autoridades no ha sido consistente. La confusión de competencias entre diversas autoridades, la presión de las normas y las exigencias ambientales que apuntan hacia tecnologías “al final del tubo” más que hacia la prevención, la poca claridad de las tendencias legales a futuro y, sobretudo, la falta de capacidad de las autoridades y el escaso seguimiento a la acción empresarial, hacen muy difícil la monetización del riesgo” (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE REPUBLICA DE COLOMBIA, 1997).

A continuación se presentan algunas ideas sobre la experiencia en PML en Colombia a nivel micro, obtenidas por el Centro Nacional de Producción Más Limpia (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE REPUBLICA DE COLOMBIA, 1997).

- **CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD.** Independientemente del tamaño de las empresas, actualmente estas invierten en producción más limpia por el cumplimiento de la normatividad; las empresas grandes y las multinacionales no quieren asumir riesgos por incumplir la ley en cualquier campo: ambiental, tributario, de seguridad social, etc., mientras que las empresas pequeñas y medianas, las inversiones se han hecho por requerimientos de las diferentes autoridades ambientales, por presión de la comunidad local o de la sociedad civil internacional.

De igual forma, es importante resaltar que la exigencia del cumplimiento de la normatividad por parte de las autoridades ambientales en Colombia aún es insuficiente y en muchos casos, se cruza con conflictos económicos y sociales que limitan la actuación de las autoridades hacia medidas drásticas represivas encaminadas a penalizaciones y cierres de empresas, que conducen a mayor desempleo y menor desarrollo económico.

- **AUMENTO DE PRODUCTIVIDAD, INVERSIONES Y FINANCIACIÓN.** Las tecnologías ambientalmente más limpias son consecuencia de la búsqueda de aumento de la productividad, es decir, los beneficios ambientales son entonces consecuencia de procesos de reconversión industrial con tecnologías de punta.
- **EXIGENCIAS DEL MERCADO.** Las expectativas de los clientes respecto a condiciones de calidad del producto y desempeño ambiental en los procesos de producción de bienes y servicios requieren procesos de transformación cada vez más eficientes y ambientalmente seguros, pues los clientes no quieren asumir la responsabilidad por las fallas de sus proveedores.

Colombia actualmente no tiene de manera representativa “consumidores verdes” que motiven a las empresas colombianas a desarrollar estrategias de producción y mercados orientadas a “productos o procesos verdes”. De este modo, los Sistemas de Gestión Ambiental (ej. ISO 14001) van lentamente ganando espacio en Colombia.

- **FACTORES ECONÓMICOS EXTERNOS.** Reducción en el pago de impuestos, aumento de los servicios, tasas de uso, retributivas por vertimientos y disposición por residuos sólidos.
- **POLÍTICAS CORPORATIVAS.** Las políticas corporativas incentivan las diferentes empresas que la integran a tener dentro de sus objetivos la implementación y divulgación de producción más limpia.

Actualmente, la estrategia para la implementación del programa de PML se ha centrado en la elaboración de convenios de concertación, a partir de la firma del **Convenio Marco de Concertación para una Producción Limpia**, que se resume en la tabla 4.6. En este Convenio se establecen las directrices para la elaboración de convenios sectoriales y regionales.

Como resultado de este trabajo se han firmado los siguientes Convenios:

- Regionales: corredores industriales de Mamonal-Cartagena y del oriente antioqueño.
- Sectoriales: cultivadores y productores de caña de Azúcar, hidrocarburos, subsector carbonífero, flores y porcicultores.

Según el Ministerio del Medio Ambiente de la República de Colombia, “los convenios en particular, han facilitado el camino hacia el cumplimiento de la normatividad ambiental, en la medida en que se han definido responsabilidades de las partes y comprometido recursos. Sin embargo, se han encontrado obstáculos en la definición de algunas acciones requeridas para el cumplimiento de los objetivos y su cronograma de ejecución, principalmente por los siguientes factores:

- Parte de la regulación y los estándares ambientales no son consistentes ni coherentes.
- No se han establecido metas de calidad ambiental.
- En la mayoría de los sectores productivos y corredores industriales, se desconoce la situación tecnológica y ambiental actual.
- Es escaso el conocimiento de alternativas de producciones más limpias disponibles y aplicables en cada actividad productiva.
- Persisten debilidades en la capacidad institucional de las autoridades ambientales.
- Aún se está en el proceso de crear las condiciones para incentivar la adopción de procesos de operación y producción más limpios.

**Tabla 4.6. Convenio Marco de Concertación para una Producción Limpia.**

|   |
|---|
| <p><b>ACTORES</b></p> <p><u>Sector Público</u><br/> Ministerio del Medio Ambiente, como coordinador del Sistema Nacional Ambiental (SINA)<br/> Ministerio de Minas y Energía<br/> Empresas Productivas del Estado: Ecopetrol, Mineralco, Ecocarboón, ISA, ISAGEN, CORELCA, Empresas Públicas de Medellín, Empresas Públicas de Cali, EEB, EPSA, CHEC, ICEL, CHB, EBSA, Electrificadora de Santander y Electrificadora del Norte de Santander.</p> <p><b>Gremios Empresariales:</b><br/> ACIL, ACOFLA, ACOPLASTICOS, ACOPI, ACP, ANALDEX, ANDI, ANDIGRAF, ASOCAÑA, ASOCOLFLORES, ASCONFECIONES, ASOCRETO, ASOCUEROS, ASOGRAVAS, ASOMINEROS, ASOTEXTIL, CAMACOL, CORNICAL, FEDECARBON, FEDEGAN, FEDEMETAL, FEDECAFE, FENALCO, ICPC Y SAC.</p> <p><b>OBJETIVO</b></p> <p>Apoyar acciones sectoriales e intersectoriales que conduzcan al mejoramiento de la gestión pública y al control y reducción de contaminantes, mediante la adopción de métodos de producción y operación sostenibles.</p> <p><b>COMPROMISOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico ambiental</li> <li>• Procesos productivos</li> <li>• Normas legales y técnicas ambientales</li> <li>• Capacitación, educación e investigación</li> <li>• Cooperación internacional</li> <li>• Recuperación de ecosistemas</li> <li>• Incentivos y recursos financieros</li> <li>• Procesos de seguimiento y evaluación</li> </ul> |
|---|

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente, 1997.

Se están definiendo los mecanismos y herramientas para el seguimiento y evaluación de los convenios" (MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE REPUBLICA DE COLOMBIA, 1997).

La industria alimentaria es uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente, bien sea por sus procesos productivos o por los diferentes productos que salen al mercado. Cada sector en particular genera residuos en diferentes porcentajes de acuerdo con los tipos de productos que fabrican. En la tabla 4.7, se encuentra la cantidad de residuos generados por las diferentes industrias en Europa.

**Tabla 4.7. Porcentaje de subproductos generados en diferentes sectores de la industria alimentaria en la Comunidad Económica Europea.**

| Industria           | Residuo   | Porcentaje total |
|---------------------|---|------------------|
| Cárnica (mataderos) | Sangre, vísceras, huesos, intestinos, piel, grasas, pelo y plumas | 30-52            |
| Pesquera            | Cabezas, vísceras, colas, piel, espinas y conchas                 | 30-75            |
| Vegetales           | Hojas, semillas, pieles, tallos y pulpa                           | 5-50             |
| Láctea              | Lactosuero  | 90               |
| Oleaginosa          | Hojas, orujo, goma y jabones                                      | 40-70            |
| Azucarera           | Pulpa, melazas y levaduras  | 88               |

Fuente: Producción Más Limpia en la Industria Alimentaria, 2006.

#### 4.3.2 Caso de estudio: Industria Pesquera de Buenaventura

En la actualidad, el sector pesquero de Buenaventura se encuentra afectado por la drástica disminución de la materia prima (peces, crustáceos y moluscos, de interés comercial) generando como consecuencia una recesión económica en el sector y el cierre de varias procesadoras y comercializadoras. Actualmente, se encuentran operando 47 empresas a media capacidad, las cuales no poseen sistema de tratamiento para sus residuos líquidos, por lo cual los vierten directamente al mar contribuyendo al deterioro de la calidad del agua alrededor de la zona insular.

La industria pesquera actualmente se encuentra solucionando un problema de manera pasiva, lo cual ya comienza a presentar un desequilibrio socio-económico y ambiental; se afirma que existe una disminución del recurso pesquero trayendo consigo pobreza, para el 20% conformado por pescadores, la contaminación ha conllevado a la disminución de moluscos y crustáceos en la zona y el 12% de la población conformada por comerciantes la falta de turismo como un efecto de la contaminación. No obstante, a partir de la interacción con la comunidad del área a través de esta cuantificación no es clara la disminución de ingresos de recursos naturales que se explotan y el cambio en el nivel de la calidad ambiental por causa del deterioro del área (CASTRO A., 1996).

La industria pesquera de Buenaventura se caracteriza por ser una industria poco tecnificada en sus procesos, haciendo uso de mano de obra generalmente femenina. Dentro de su proceso productivo ha implementado algunas estrategias de producción más limpia, como el uso de cortinas plásticas en la entrada al área de producción y en los cuartos fríos (Figura 4.9) que funcionan como una barrera térmica, manteniendo la temperatura óptima dentro de los refrigeradores abiertos. Estas cortinas bloquean el calor y la radiación UV, extendiendo la vida de los productos perecederos.

El uso de estas cortinas ahorra energía al reducir sustancialmente la energía consumida por el compresor del refrigerador. Los ahorros de energía pueden ser tan grandes como un 50%; igualmente las cortinas plásticas también pueden utilizarse para proteger contra el polvo, humo, spray, pesticidas y ruido.

Dentro de las falencias encontradas en el uso de las cortinas, se encuentra que en algunos casos las cortinas se encontraban recogidas y perdían funcionalidad, lo cual se debe a la falta de capacitación a los trabajadores sobre el beneficio, con el fin de mejorar la utilización y funcionalidad de esta, ya que las capacitaciones son poco frecuentes en las diferentes empresas.

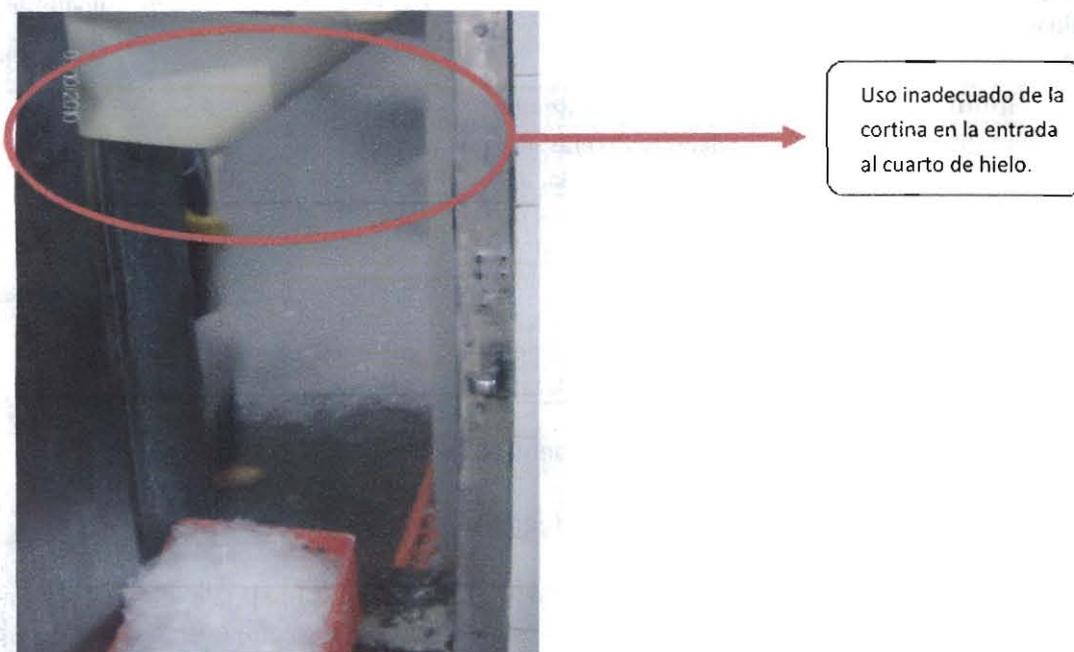


Figura 4.9. Uso de cortinas plásticas en la industria pesquera.

Otra de las estrategias de producción más limpia implementadas es el uso de mangueras, las cuales contribuyen a disminuir la movilización de la materia prima y facilitar la limpieza tanto de equipos y herramientas lejanos a la llave de suministro de agua, como la de la planta (Figura 4.10).

Algunas empresas cuentan con sistemas automatizados de limpieza y desinfección del personal de la planta (Figura 4.11). La limpieza y desinfección debe ser la prioridad del personal que está en contacto directo con el producto, el cual debe lavar las manos después de: toser o estornudar, usar el baño, fumar, periodos de descanso, manipular contenedores sucios, materiales de desechos o productos de origen animal, usar el teléfono, entre otras, evitando la contaminación de patógenos al producto como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 y *Salmonella*. La automatización de los equipos utilizados para la limpieza y desinfección de personal mejora la eficiencia de esta actividad y contribuye al uso racional y eficiente del agua.

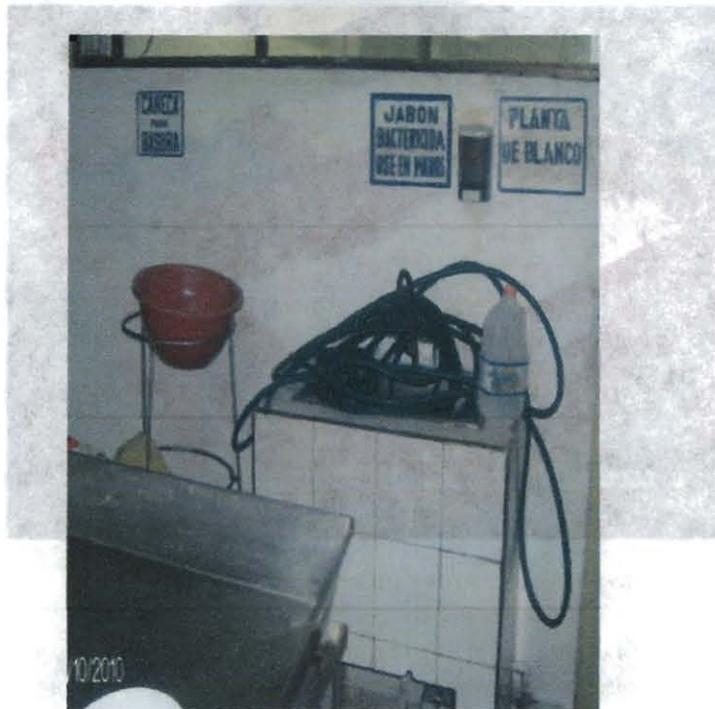


Figura 4.10. Uso de mangueras en la industria pesquera.



Sistema controlado de consumo de agua, jabón y otros insumos

Figura 4.11. Sistema automatizado de limpieza y desinfección para personal de la planta.

Otra de las estrategias de PML, es la utilización de canastillas que se ajustan a las tallas de camarón, con el fin de evitar pérdidas de este por los orificios de las canastillas (Figura 4.12).

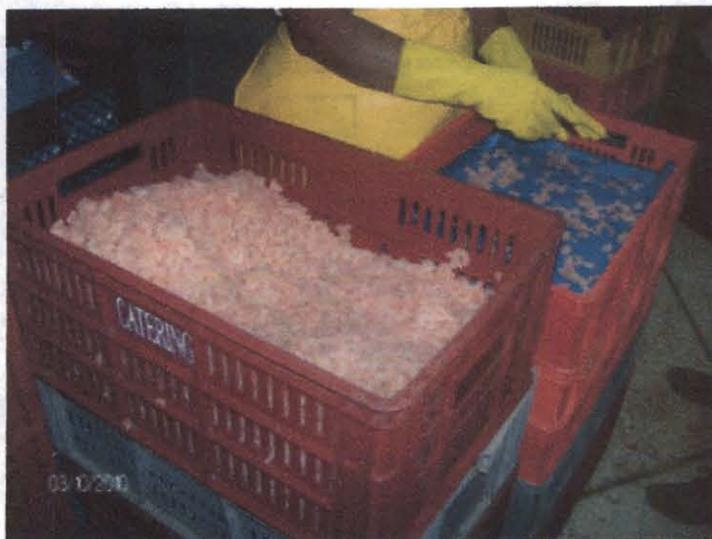


Figura 4.12. Uso de canastillas en el proceso de camarón.

Otra estrategia de producción más limpia, que la mayoría de las industrias pesqueras ha implementado es el cambio de las bombillas incandescentes, por fluorescentes, como se muestra en la figura 4.13. Los bombillos fluorescentes son ahorradores, debido a que a diferencia de los incandescentes, estos no pierden electricidad por calentamiento, disminuyendo de esta forma el gasto energético. Igualmente las lámparas y accesorios de iluminación ubicados por encima de las líneas de elaboración y envasado de los alimentos expuestos al ambiente, son seguras y están protegidas para evitar la contaminación en caso de ruptura.



Figura 4.13. Uso de bombillas fluorescentes en salas de proceso.

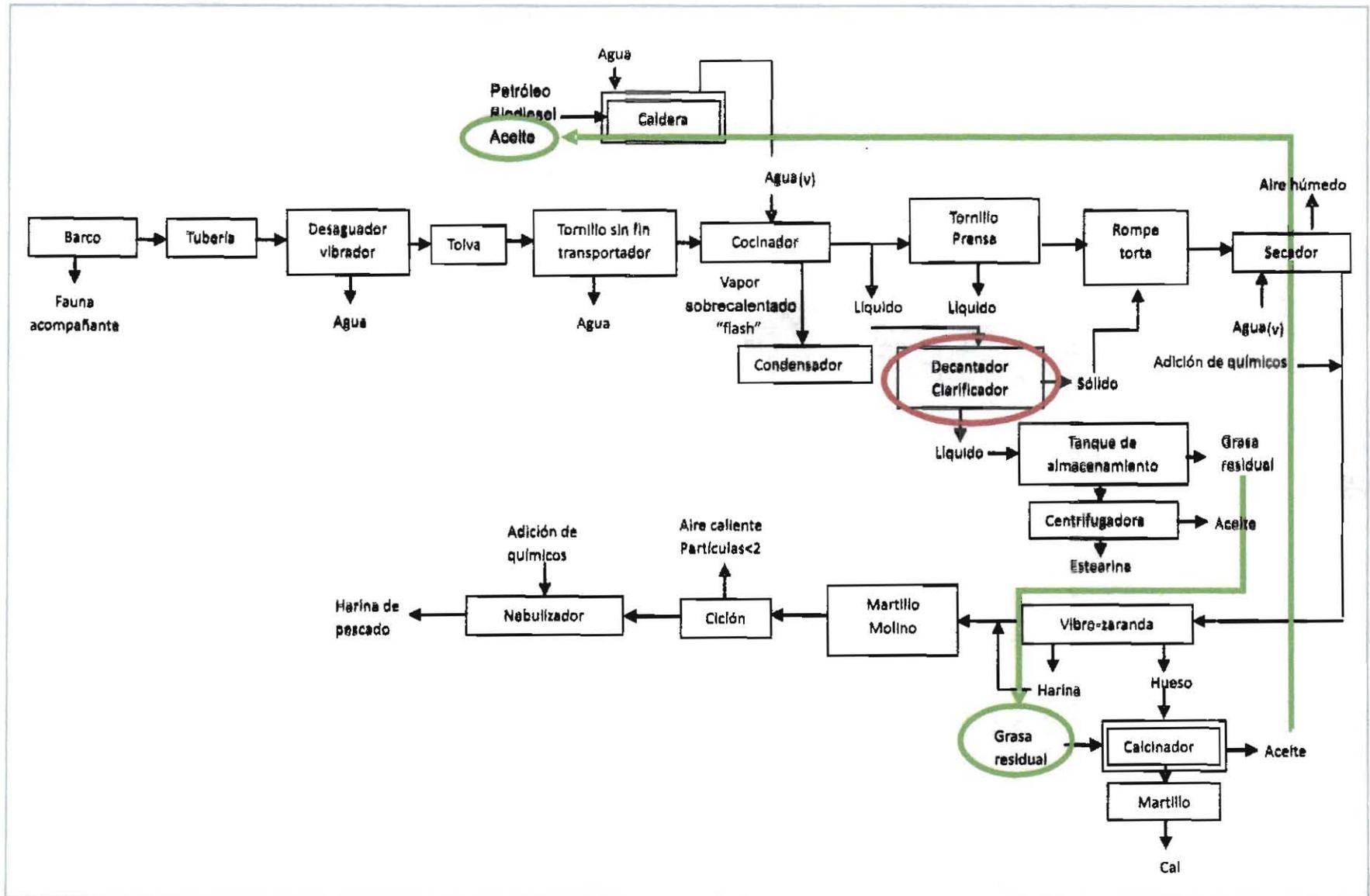


Figura 4.14. Diagrama de flujo producción de harina y aceite de pescado

Finalmente, se encontró que una de las empresa dedicada a la producción y comercialización de harina y aceite de pescado, ha implementado el reciclaje IN-SITU, a partir de la adquisición de un decantador-clarificador, equipo utilizado para la recuperación de sólidos que se perdían en la fase líquida de la prensa; y la quema de la grasa residual en el clarificador, el cual al ser quemado genera como subproducto aceite el cual puede ser utilizado como fuente de combustible para la caldera (el porcentaje de aceite producido es mínimo). El esquema de este proceso se muestra en la figura 4.14.

Actualmente la mayoría de las industrias pesqueras presenta un elevado consumo energético en relación a un bajo nivel de productividad, ocasionado principalmente por la operación de los equipos a niveles inferiores de capacidad instalada (generalmente de refrigeración) por falta de recurso pesquero a procesar; siendo probablemente esta una razón por la cual la industria se ha visto frenada a invertir en tecnología que mejore la eficiencia de sus procesos. De igual forma esto repercute en la disminución del margen de ganancia, ya que los equipos se encuentran sobredimensionados, es decir, se encuentran realizando un trabajo para un volumen que está por encima del volumen real operado.

Dentro de la metodología se trazó el objetivo de realizar un diagnóstico de la eficiencia operativa de los equipos de frío, pero esto no fue posible debido a que el acceso a esta información por parte de las industrias pesqueras no fue proporcionada, pero si se pudo conocer que las acciones de mantenimiento de los equipos es correctiva, mas no preventiva.

De acuerdo con el acercamiento y el diagnóstico realizado en la industria pesquera, se encontró que el elevado consumo de servicios de agua y energía, y la generación de residuos líquidos se debe principalmente a la ineficiencia en los procesos, a causa de la falta de capacitación de los operarios, al igual que la falta de ejecución y control en las estrategias de prevención ya implementadas. Igualmente, se identificó que los residuos sólidos generados que no se pueden evitar en el proceso, presentan potencial de aprovechamiento.

En la tabla 4.8 se muestra la caracterización y cuantificación de los consumos de agua de los diferentes procesos. La actividad que mayor consumo de agua presenta es la limpieza y desinfección de equipos, herramientas y planta, la cual consume el 45,6% de agua durante el proceso; con el fin de aumentar la eficiencia de ésta actividad, a continuación se plantean las siguientes estrategias.

**Tabla 4.8. Cuantificación del consumo de agua durante los procesos de la agroindustria pesquera-Buenaventura.**

| Utilización del agua                                       | Fileteado de pescado |      | Camarón             |   |
|--|----------------------|------|---------------------|---|
|  | m <sup>3</sup> /ton  | %    | m <sup>3</sup> /ton | % |
| Contacto directo con el producto                           | 0,8                  | 16   | 5,02                | - |
| Hielo  | 0,91                 | 18,2 | 0,33                | - |
| Lavado de utensilios durante el proceso                    | 0,11                 | 2,2  | -                   | - |
| Uso personal   | 0,9                  | 18   | -                   | - |
| Limpieza y Desinfección de equipos, herramientas y planta. | 2,28                 | 45,6 | -                   | - |

### 4.3.3 Estrategias de Producción más Limpia

#### • *Pistola de presión en mangueras*

La implementación de mangueras con el fin de acortar distancias entre la llave del agua y las diferentes áreas de producción, es una estrategia que podría mejorar, implementándole la pistola de presión (Figura 4.15), debido a que la presión podría reducir los tiempos de operación de lavado de equipos, utensilios y planta en general, evitaría que por olvidos del operario las llaves permanezcan abiertas y como funciona a medio caudal ahorraría gran cantidad de dinero mediante la minimización del consumo de agua.

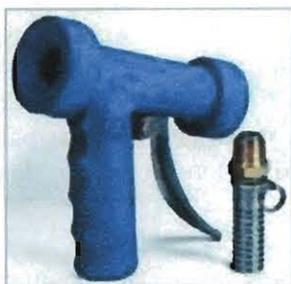


Figura 4.15. Pistola de presión para implementar en la manguera de agua.

#### *Instalación de medidores de agua.*

El objetivo de instalar medidores de agua es iniciar un programa de monitoreo continuo, el cual consiste en calcular el uso de agua por actividad en la empresa, de tal forma que se puedan establecer metas de uso eficiente de agua para la empresa. La figura 4.16 muestra un dispositivo medidor del caudal de agua.



Figura 4.16. Medidor de flujo de agua.

#### *Mantenimiento preventivo a los equipos de proceso.*

Por falta de información sobre las características de los cuartos de frío, no fue posible determinar la eficiencia energética de los equipos, pero de acuerdo a la información suministrada por personal de las empresas, se pudo conocer que el mantenimiento de los equipos se realiza por acción correctiva.

Los equipos que mayor consumo energético presentan, son los sistemas de refrigeración y a su vez son

los que deben de presentar más atención debido a que la falta de mantenimiento continuo, ocasiona ineficiencias energéticas difíciles de reconocer.

En los evaporadores y en las cámaras de refrigeración es posible obtener grandes ahorros, al mantener las puertas cerradas aun cuando su uso sea intensivo, operar los difusores en función de la carga térmica, empacar los productos adecuadamente para evitar la evaporación del agua contenida en ellos, estibar adecuadamente los productos para que se permita la buena circulación del aire y mejorar la transferencia de calor entre el producto y el aire, así disminuirán las mermas y en consecuencia aumenta la productividad.

Dentro del diagnóstico se encontró que es necesario implementar estrategias en pro de la mejora continua del producto, para ello se plantean como estrategias:

### ***Implementación de medios de transporte limpios para el producto.***

Las canastillas son las herramientas utilizadas por las empresas para movilizar el producto durante su etapa de transformación y almacenamiento. Al tener contacto directo con éste, se debe garantizar la inocuidad de esta herramienta.

Actualmente, la mayoría de las empresas pesqueras de Buenaventura no poseen herramientas para aislar las canastillas del piso y movilizan las canastillas de forma inadecuada, arrastrándola por el piso. Este modo de uso y cuidado que se le está dando a las canastillas, como se puede ver en la figura 4.17, genera dos problemas: 1) se corre el riesgo de que el producto se contamine al ser salpicado con el agua regada en el piso, y 2) causa el deterioro acelerado de las canastillas.



**Figura 4.17. Forma tradicional de movilización y almacenamiento de las canastillas.**

Según el artículo 7, de la Resolución No. 776 de 2008 del Ministerio de la protección social, un alimento se considera de buena calidad con un índice máximo permisible de *Escherichia Coli* de 10 ufc/mL y de calidad aceptable con un máximo permisible de 400 ufc/mL. De acuerdo a esto y con los resultados de coliformes totales del agua de proceso de algunas empresas pesqueras (Tabla 4.9), se observó que la mayoría de las empresas presentan niveles superiores a los permisibles, a partir de lo cual se concluyó que aunque todo el sistema de procesado haya sido de forma aséptica, el uso inapropiado de transporte,

conduce a la pérdida de calidad del producto al entrar en contacto con el agua o con algún utensilio que este en contacto directo con el producto y éste no esté aislado del piso.

Tabla 4.9. Recuento de coliformes totales del agua de proceso algunas empresas del sector pesquero.

| Empresa | Muestra  | Diluciones       | Resultados | Resultado final |
|---------|--|------------------|------------|-----------------|
| 1       | H <sub>2</sub> O almacenamiento después de cocción | 10 <sup>-1</sup> | 5          | 50              |
|         |  | 10 <sup>-2</sup> | Nada       |                 |
|         |  | 10 <sup>-3</sup> | Nada       |                 |
| 1       | H <sub>2</sub> O tratada                           | 10 <sup>-1</sup> | Nada       |                 |
|         |  | 10 <sup>-2</sup> | 2          | 2               |
|         |  | 10 <sup>1</sup>  | Nada       |                 |
| 2       | H <sub>2</sub> O descuerado y fileteado            | 10 <sup>-1</sup> | X          |                 |
|         |  | 10 <sup>-2</sup> | X          |                 |
|         |  | 10 <sup>-3</sup> | 116        | 116.000         |
| 2       | H <sub>2</sub> O Final de proceso                  | 10 <sup>-1</sup> | 17         | 170             |
|         |  | 10 <sup>-2</sup> | X          |                 |
|         |  | 10 <sup>1</sup>  | X          |                 |
| 3       | H <sub>2</sub> O proceso                           | 10 <sup>-2</sup> | X          |                 |
|         |  | 10 <sup>-3</sup> | 103-99     | 1.036.500       |
|         |  | 10 <sup>-4</sup> | X          |                 |

Con el fin de reducir el riesgo de pérdida de calidad del producto por la falta de inocuidad y asepsia de las canastillas que almacenan materia prima, insumos y/o materiales, se propone la implementación de estibas plásticas para almacenar las canastillas y un carro en acero inoxidable para movilizar las canastillas (Figura 4.18).



Figura 4.18. Herramientas alternativas para movilizar y almacenar las canastillas.

### Asesoramiento a las empresas en la implementación y ejecución de procedimientos de autocontrol basados en el sistema HACCP.

Dentro de los principales problemas encontrados durante las visitas a las empresas pesqueras, se observó que la ineficiencia en los procesos y ejecución de estrategias ya implementadas, se debe a la falta de conocimiento de los empleados, como jefes de planta de la importancia de continuar con la ejecución de estas medidas. Igualmente las empresas no poseen control sobre cada una de las etapas del proceso, por lo cual les es difícil encontrar fallas dentro del ciclo productivo. Por eso se planea como estrategia principal a implementar adoptar el Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) de forma integral con el sistema de gestión de la calidad, asegurando la mejora continua del proceso y generando mayor confiabilidad en el eslabón de transformación del producto dentro de la cadena productiva.

#### 4.4 DIAGNOSTICO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS PESQUEROS EN BUENAVENTURA

##### 4.4.1 Estimación del volumen y potencial de los residuos generados

Como se mostró en la sección anterior, los procesos de transformación del producto pesquero son generadores de gran cantidad de residuos sólidos y líquidos; los residuos líquidos son generados principalmente por el uso inadecuado y descontrolado del recurso, por lo que implementar y ejecutar acciones para contribuir a la disminución de este recurso se hace necesario, con el fin de mejorar la eficiencia del proceso. Los residuos sólidos, por su parte, no se pueden disminuir antes ni durante el proceso, por ello es necesario crear nuevos productos a partir de éstos, ya que equivalen a un gran porcentaje del producto pesquero no utilizable. Como se vio en el capítulo anterior el proceso de fileteado genera 538,3g. residuo/Kg. de pescado, el proceso de pescado fresco genera 108g. residuo/Kg. de pescado y el proceso de beneficio de camarón genera 283,4g. residuos/Kg. camarón.

Según datos obtenidos de la Corporación Colombia Internacional (CCI), para el año 2009 en Buenaventura se descargaron 9.994.891,00 Kg de productos pesqueros de origen industrial y artesanal (Tabla 4.10), los cuales son procesados y comercializados a nivel local, nacional e internacional.

Tabla 4.10. Pesca artesanal e industrial desembarcada (Kg) en Buenaventura (año 2009).

| Desembarco          | Cantidad (Kg)       | Porcentaje (%) |
|---------------------|---------------------|----------------|
| <b>PESCA BLANCA</b> |                     |                |
| Artesanal           | 1.555.674,61        | 15,56          |
| Industrial          | 7.346.463,54        | 73,50          |
| <b>SUB TOTAL</b>    | <b>8.902.138,15</b> |                |
| <b>CRUSTACEOS</b>   |                     |                |
| Artesanal           | 566.828,97          | 5,67           |
| Industrial          | 494.723,05          | 4,95           |
| <b>SUB TOTAL</b>    | <b>1.061.552,01</b> |                |
| <b>MOLUSCOS</b>     |                     |                |
| Artesanal           | 27.704,03           | 0,27           |
| Industrial          | 3.496,81            | 0,03           |
| <b>SUB TOTAL</b>    | <b>31.200,84</b>    |                |
| <b>TOTAL</b>        | <b>9.994.891,00</b> |                |

Fuente: CCI, 2009

En el 2009 se descargaron 1.061.552,01 Kg. de crustáceos (Tabla 4.10), de los cuales el camarón y el langostino son los más representativos; teniendo en cuenta los indicadores de residuos del proceso de camarón que equivalen aproximadamente al 28,3%, la cantidad de residuos generados se estima en 300.419,22 Kg./año, para el año de estudio.

Todas las especies de pesca blanca se pueden filetear, pero según sus características morfológicas (espesor, contenido muscular, etc.) algunas se filetean más que otras; en el caso de los atunes, es difícil estimar cuanto se enlata y cuanto se filetea. La carduma y la plumuda son especies utilizadas principalmente para la elaboración de harina y aceite de pescado. En promedio, se filetea el 50% del volumen capturado de especies fileteables. Las especies que se filetean principalmente para el mercado local y nacional sin piel, son merluza y dorado; mientras que con piel, son corvina y cherna. Otras especies que también se filetean, pero en menor medida, ya que se venden principalmente en canal, son berrugate, caspirillo, gualajo y pargo. En la tabla 4.11 se presentan las especies que se filetean comúnmente en la industria pesquera en Buenaventura.

**Tabla 4.11. Principales especies que se filetean en la Industria Pesquera de Buenaventura.**

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Especies fileteables</b>    | Atún barrilete, atún aleta amarilla, atún ojo gordo, dorado, pargo rojo, jurel, sierra, pargo lunarejo, atún albacora, atún patiseca, alguacil, merluza, corvina, meros, cabrillas, chernas y berrugate. |
| <b>Especies no fileteables</b> | Carduma, tiburón, marlín, lenguado, bravo, buri que, arbinche, pelada, ñato, gualajo, zafiro, picúa y otros peces.   |

Fuente: Autores.

**Tabla 4.12. Cantidad estimada (Kg) de pescado fileteado en Buenaventura por especie (año 2009).**

| <b>Especies Fileteables</b> | <b>Kg. Desembarcados en Buenaventura</b> | <b>Kg. de producto fileteado estimado</b> |
|-----------------------------|--|---|
| Atún barrilete              | 1.619.482,30                             | 809.741,15                                |
| Atún aleta amarilla         | 2.183.786,89                             | 1.091.893,44                              |
| Atún ojo gordo              | 266.234,92                               | 133.117,46                                |
| Dorado                      | 176.012,82                               | 88.006,41                                 |
| Pargo rojo                  | 26.415,55                                | 13.207,78                                 |
| Jurel                       | 20.612,28                                | 10.306,14                                 |
| Sierra                      | 307.085,15                               | 153.542,57                                |
| Pargo lunarejo              | 138.840,96                               | 69.420,48                                 |
| Atún albacora               | 41.546,64                                | 20.773,32                                 |
| Atún patiseca               | 78.669,56                                | 39.334,78                                 |
| Alguacil                    | 129.661,16                               | 64.830,58                                 |
| Merluza                     | 112.908,15                               | 56.454,08                                 |
| Corvina                     | 68.167,17                                | 34.083,59                                 |
| Meros, cabrillas y chernas  | 81.409,33                                | 40.704,66                                 |
| Berrugate                   | 49.987,09                                | 24.993,54                                 |
| <b>TOTAL</b>                |  | <b>2.650.409,98</b>                       |

Fuente: Adaptado de CCI, 2009

De acuerdo a la información obtenida en la tabla anterior y a la información de los desembarcos de pesca blanca en Buenaventura se estima que en Buenaventura se filetean aproximadamente 2.650.409,98 Kg. de pescado, de acuerdo a los indicadores de residuos de fileteado de pesca blanca y pescado fresco, los residuos sólidos equivalen al 53,8% y 10,8%, respectivamente; es decir, que la cantidad de residuo sólido producido durante el fileteado equivale a 1.425.920 Kg/año y el de pescado en fresco equivale a 675.186,64 Kg./año, para el año 2009. Este cálculo se presenta en la tabla 4.12.

De acuerdo a la información anterior, sumando los estimativos de residuos generados en el procesamiento de crustáceos, pescado fileteado y pescado fresco, en Buenaventura la actividad generó un estimado de 2.366.494,64 Kg. de residuos en el año 2009, los cuales no están siendo aprovechados, sino que se mezclan con los residuos domésticos y otros, para finalmente ser trasladados a un sitio de disposición final.

Con el objetivo de caracterizar los residuos de la agroindustria pesquera y evaluar su potencial de aprovechamiento, se realizó un análisis proximal en el cual se encontraron contenidos importantes de minerales y proteínas (Tabla 4.13).

**Tabla 4.13. Análisis proximal de algunos residuos de la agroindustria pesquera.**

| Determinación (%)       | Exoesqueleto camarón tití | Hueso de pescado dorado fileteado | Piel de pescado dorado | Vísceras y agallas de pescado jurel | Hueso de pescado dorado |
|-------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Materia seca            | 17,74                     | 32,74                             | 29,58                  | 27,99                               | 38,79                   |
| Ceniza                  | 40,25                     | 39,59                             | 16,75                  | 27,86                               | 54,00                   |
| Proteína                | 39,52                     | 39,60                             | 74,66                  | 54,88                               | 34,62                   |
| Extracto etéreo         | 2,23                      | 14,86                             | 2,20                   | 3,50                                | 1,25                    |
| Carbohidratos           | 18,00                     | 5,95                              | 6,39                   | 13,76                               | 10,13                   |
| Energía Bruta (cal/gMS) | 3058,60                   | 3019,60                           | 4380,30                | 3967,50                             | 2224,90                 |

Fuente: Autores

De acuerdo a esta caracterización, se estimó que la cantidad de materia prima aprovechable que puede ser utilizada a partir de los residuos pesqueros es 255.473,75 Kg./año de minerales, 78.652,66 Kg/año de grasa y 499.777,37 Kg/año de proteína.

Frente al potencial nutricional que presentan los residuos pesqueros, se propone para el aprovechamiento de estos, un proceso de recolección de los residuos pesqueros de forma aséptica y controlada, los cuales pueden ser entregados y procesados por una planta de concentrados ya existente o la creación de un planta encargada de recibir, adecuar y separar los residuos, para ser utilizados como materia prima en otros procesos. Según las estimaciones de la cantidad de residuos generados y su caracterización nutricional, se plantea la obtención de subproductos como proteínas (utilizadas para producir alimentos para consumo animal, principalmente harinas), biodiesel y minerales, tal como se muestra en la figura 4.19. Los procesos propuestos para este fin y su viabilidad, se encuentran en las secciones 4,6 y 4,7.

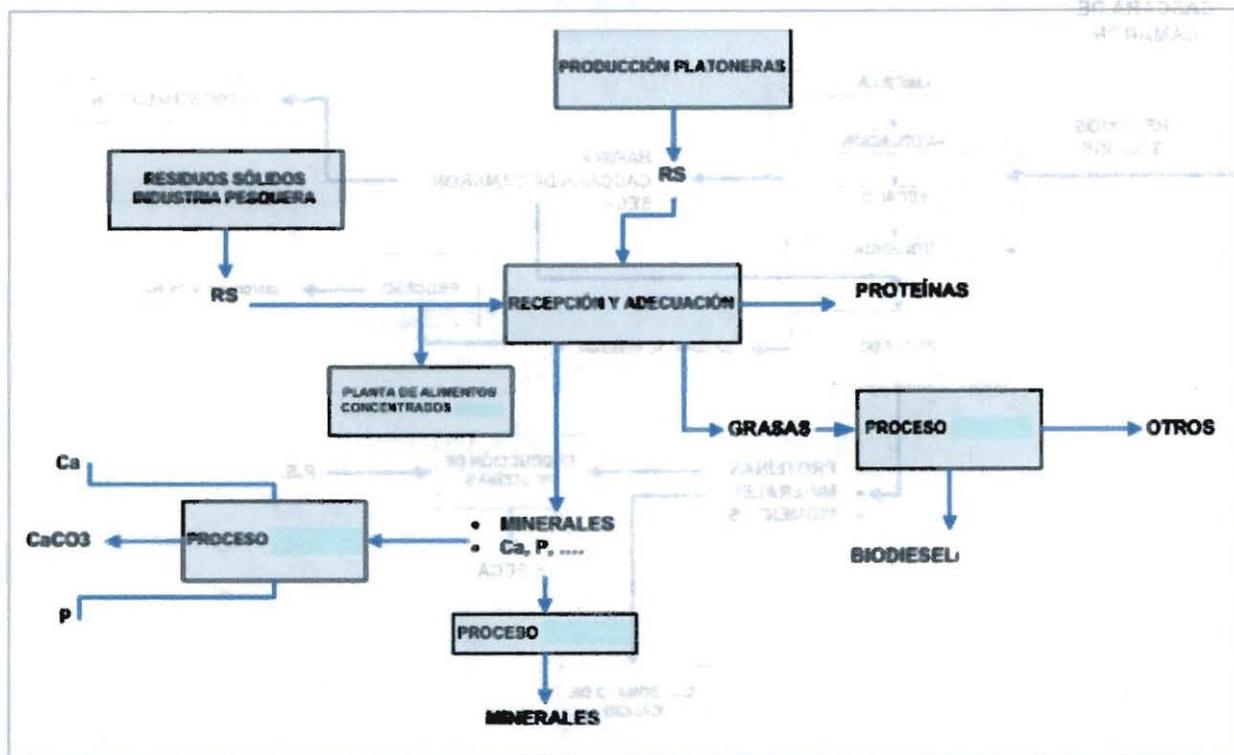


Figura 4.19. Alternativas de aprovechamiento de residuos generados durante el procesamiento de pesca blanca.

Fuente: Autores

Igualmente el proceso de camarón es generador de gran cantidad de cáscara la cual contiene un polímero de gran utilidad llamado quitina; la quitina es un polímero, es decir, una molécula de gran tamaño constituida esencialmente de azúcares (es un polisacárido) y oxígeno. Sus moléculas son fibrosas, y logran un material de gran resistencia química y mecánica. Actualmente es utilizado para la elaboración de resinas de intercambio iónico, membranas de diálisis, cromatografía, cicatrizante, espesante, lentes de contacto y clarificante, entre otros.

Por ello se plantea para su aprovechamiento la recolección de la cascara de manera aséptica y controla para ser llevada a una planta procesadora y convertirla en harina, la cual puede ser comercializada o continuar con un proceso alterno para la producción de Quitosano y subproductos como proteínas y minerales (Figura 4.20). Cabe señalar que es importante continuar investigando sobre la forma de obtener este polímero.

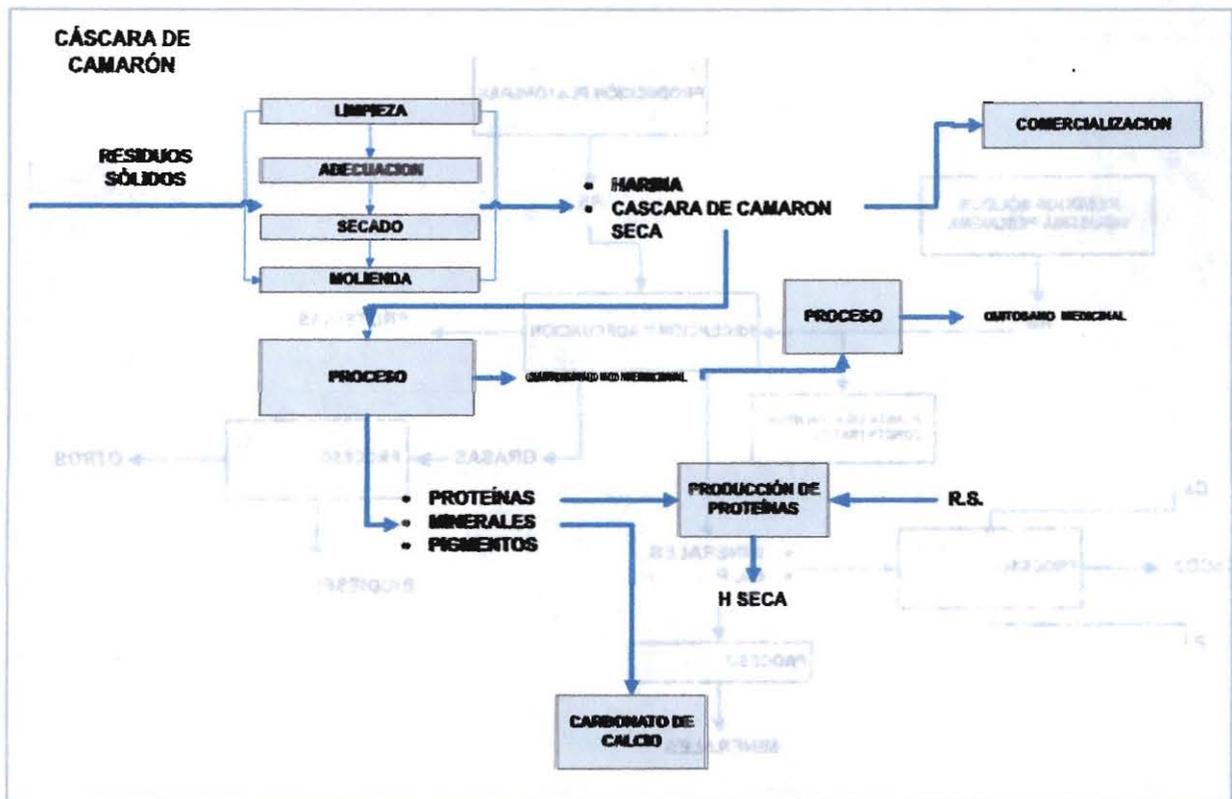


Figura 4.20. Alternativas de aprovechamiento de cáscara de camarón.

Fuente: Autores

#### 4.4.2 Manejo de Residuos Pesqueros en Buenaventura

##### Antecedentes

En los años 90, el lugar utilizado para la disposición final de los residuos sólidos del municipio de Buenaventura consistía en un botadero a cielo abierto ubicado en el corregimiento de Córdoba (Km 20.8 vía Buenaventura-Cali), el cual fue creado hace más de una década como respuesta a una emergencia sanitaria municipal que hubo en la época.

Este botadero se fue convirtiendo paulatinamente en un punto de actividades de muchos recicladores, los cuales instalaron sus viviendas en ese mismo lugar y empezaron a hacer del reciclaje su sustento (Figura 4.21).

En febrero del año 2005, inició actividades la que es hoy la empresa contratista encargada de prestar el servicio de recolección y disposición final de los residuos sólidos del distrito: la empresa Buenaventura Medio Ambiente (BMA). Como una de sus primeras actividades, BMA acompañó el proceso de conformación de una cooperativa de recicladores que moraban en el botadero, con lo que se logró dar un paso significativo en cuanto al manejo de los residuos sólidos del distrito y alrededor de 120 familias se vieron beneficiadas. En el 2006 la Caja de Compensación Familiar le otorgó a BMA el Premio a la Responsabilidad Social Empresarial por esta gestión.



**Figura 4.21. Recicladores asentados en el botadero de Córdoba**

Fuente: BMA, 2009

Dado que este relleno estaba llegando al fin de su vida útil, ya se necesitaba construir uno nuevo; pero como no era factible en el momento, BMA lo adecuó para alargar su vida útil, acondicionando un área de 25.900 m<sup>2</sup>.

En esa época fue aprobada la Resolución 1390 del 2005, la cual estipulaba que las poblaciones con más de 100.000 habitantes no podían tener más botaderos, si no rellenos técnicamente dotados. Pero al mismo tiempo creó el concepto de celda transitoria, que a diferencia del botadero a cielo abierto, incorpora un manejo técnico de los residuos con sistemas de canales para lixiviados y chimeneas para el escape de gases. Con este sustento legal, BMA comenzó la gestión de la celda transitoria, la cual, según la Resolución 1390, tenía que estar operando para el 30 de septiembre de 2008, pero para esa fecha ni siquiera la habían terminado.

Poco antes de cumplir ese plazo, fue aprobada la Resolución 1684 de 2008, que establecía que las celdas transitorias podían operar hasta el 30 de septiembre de 2009. No obstante, la celda sólo empezó a operar cinco meses antes, el 12 de mayo del 2009, y cinco días antes del cumplimiento del nuevo plazo, fue aprobada la Resolución 1822 de 2009, que estableció el 30 de septiembre de 2010 como tiempo máximo de operación para las celdas transitorias.

Dado que la celda transitoria es, como su nombre lo indica, algo provisional, se formularon iniciativas para solucionar el problema de los residuos de Buenaventura en el largo plazo. Dos de estas iniciativas eran proyectos en el Alto Potedó y en Zacarías (este último estaba diseñado para recibir más de 20 años de basura), pero hubo inconvenientes con la Aeronáutica Civil por la cercanía de los botaderos al aeropuerto (no cumplían con la distancia mínima de 10 Km) y la consecuente presencia de gallinazos, lo que generaba riesgos para el tránsito de aeronaves. Por estas razones no se ha logrado encontrar una solución al problema del manejo de los residuos sólidos.

Actualmente, la celda transitoria está llegando al límite de su vida útil, y se está a la espera de que la Alcaldía Distrital defina lo que va a ser el relleno sanitario. Ante esto, y con el correspondiente sustento

legal, la medida a tomar cuando la población no tiene un lugar adecuado para disponer de sus residuos, es hacerlo en el lugar adecuado más cercano. Para el caso de Buenaventura, ese lugar es Yotoco, que está a unos 150 Km, lo que sería económicamente inviable.

### **Recolección y disposición final de residuos sólidos**

La recolección de residuos sólidos en Buenaventura está diseñada con 21 rutas domiciliarias y los servicios especiales que se prestan a grandes generadores de residuos. Se utilizan 8 compactadoras y 2 volquetas especializadas para escombros y grandes volúmenes de residuos, así como los servicios de 10 conductores y 44 tripulantes, quienes se encargan también de transportar los residuos recogidos en el área urbana hasta el sitio de la disposición final (BMA, 2009).

En Buenaventura se recogen aproximadamente 140 toneladas diarias de desechos, incluyendo los encontrados en focos clandestinos.

El sistema de disposición final de residuos en la celda transitoria tiene el siguiente proceso (BMA, 2009):

- Descargar de los vehículos de recolección en plataforma indicada para ello, luego del control de peso de cada vehículo: Buenaventura produce aproximadamente 140 toneladas diarias de desechos.
- Separación de cartón, aluminio, cobre, plástico, madera, vidrio, etc. Esta es una actividad que realizan los recicladores organizados en el sistema de cooperativa con el apoyo de la empresa Buenaventura Medio Ambiente. Se recicla aproximadamente el 10% de la producción diaria de basuras, calculada en 180 toneladas.
- Extendido: ubicar desechos en capas en las celdas en el área de disposición
- Compactación: quitar volumen y darle densidad a los residuos.
- Cobertura con cal.
- Cobertura con material común (balastro, tierra, arcilla).
- Los residuos pesqueros que se llevan al vertedero no se utilizan, pero los residuos pecuarios de la galería, como los despojos del ganado, huesos, cabezas, si son utilizados por los recicladores.

### **Experiencia con el sector pesquero**

En el distrito de Buenaventura se identifican dos puntos de concentración de la actividad pesquera: la playita y pueblo nuevo. Estos dos puntos a su vez constituían focos de generación de residuos derivados de la misma actividad y que, por su naturaleza biológica, constituían una dificultad en cuanto al manejo por parte de cualquier empresa que estuviera encargada del aseo distrital. Los residuos en general se acumulaban en las calles y en la playa, lo que a su vez traía problemas de salud a la población aledaña y era un factor que iba en detrimento del sector turístico y comercial.

BMA elaboró una propuesta para iniciar la recolección de los residuos pesqueros en el barrio Pueblo Nuevo a las 5 pm, pero no funcionó porque eso implicaba continuar con un recorrido de 3 horas por

toda la ciudad con estos residuos y el olor era muy desagradable.

Para entrar a la galería, lo más viable es hacerlo de noche debido al tráfico que normalmente hay en la zona durante el día. Pero existía el inconveniente de que la comunidad aledaña se quejaba porque a las 5 pm que se cerraba la galería, empezaban a llenar los volcos con residuos, y los olores molestaban a los vecinos. Los administradores y operarios de las pesqueras reconocieron ese problema, pero no sabían que hacer ya que no podían quedarse a esperar a que pasara el carro en la noche.

Entonces se trató de hacer la ruta de día pese a tener que hacer el largo recorrido en horas de plena actividad, pero resultó complicado por la dificultad del acceso del camión compactador a la zona, sumando además el perjuicio causado por los olores en los últimos barrios en el recorrido. Los tiempos de operación se prolongaban y eso traía problemas.

En definitiva, los residuos pesqueros han sido los menos aceptados por la comunidad. Finalmente la empresa recolectora optó por continuar el recorrido en horas de la noche, obligando a que los vecinos del barrio Pueblo Nuevo tengan que aguantar el olor de los residuos pesqueros acumulados hacia el final de la tarde.

#### 4.5 ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS PESQUEROS: PROCESAMIENTO DE LÍPIDOS

##### 4.5.1 Grasas y Aceite de Pescado

###### *Aceite de Pescado*

El aceite de pescado es un líquido claro marrón/amarillento, constituido principalmente por triglicéridos, obtenido por presión del pescado cocido, separando de esta forma el aceite almacenado principalmente en el cuerpo. La mayor parte de los aceites de pescado existentes en el mercado mundial son aceites obtenidos a partir del procesamiento de peces pelágicos en la obtención de harina. Generalmente el tipo de pescado utilizado para realizar estos productos es de bajo consumo humano y también de desechos generados durante el procesamiento de pescado para la alimentación humana. La localización exacta de los principales depósitos de grasa en los pescados grasos varía según las especies e incluso según la estación del año. Existe una producción menor de aceites de hígados de pescados cuya materia prima más importante proviene de las pesquerías de bacalao, carbonero y eglefino (WINDSOR, y otros, 1984).

La especie de pescado generalmente no ejerce un efecto importante sobre la composición del aceite en cuanto al contenido de triglicéridos y humedad, estos factores dependen principalmente del método de almacenamiento del pescado y el sistema de fabricación; sin embargo, la composición en ácidos grasos varía de una especie a otra (Tabla 4.14). El aceite de pescado se utiliza principalmente en piensos para peces de criadero pero también se utiliza para elaborar cápsulas que contienen los ácidos grasos omega-3, como suplemento para la salud humana. Su alta tendencia a la oxidación es la razón por la que este tipo de aceites no se emplean para el consumo humano.

Tabla 4.14. Propiedades y composición del aceite de sardina.

|                                      |              |
|--------------------------------------|--------------|
| Índice de Yodo                       | 170-190      |
| Índice de saponificación             | 191          |
| Índice de refracción a 60°C          | 1,46660      |
| Densidad a 60°C (g/cm <sup>3</sup> ) | 0,905        |
| Materia insaponificable (%)          | 1,0          |
| Ácidos grasos saturados (%)          |              |
| C 16:0                               | 14,6         |
| C 18:0                               | 3,2          |
| Ácidos grasos insaturados (%)        |              |
| C 16:1 n- 7                          | 11,6 (±2)    |
| C 18:4 n-3                           | 17,8 (±3,3)  |
| C20                                  | 18,1 (±4,1)  |
| C22                                  | 14,0 (±8,5)  |
| C24                                  | 15,4 (±10,9) |

Fuente: BAILEY, 1984.

En la tabla 4.14, se observa que el aceite de sardina presenta un índice de yodo alto, es decir, es un aceite con alto contenido de ácidos grasos insaturados, aunque presenta menor cantidad de ácidos grasos saturados, es necesario refinarlos.

*“Las especies de pescado pueden ser clasificadas en magras o grasas dependiendo de cómo almacenan los lípidos de reserva energética. Los pescados magros usan el hígado como su depósito de energía y las especies grasas almacenan lípidos en células grasas en todas partes del cuerpo. Las células grasas -que constituyen los depósitos de lípidos en las especies grasas- están localizadas generalmente en el tejido subcutáneo, en los músculos del vientre y en los músculos que mueven las aletas y la cola. En algunas especies que almacenan cantidades extraordinariamente elevadas de lípidos, la grasa también puede ser depositada en la cavidad ventral. Dependiendo de la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, la mayor parte de las grasas en el pescado son más o menos líquidas a baja temperatura” (HUSS, 1998).*

#### **Importancia nutricional y medicinal del aceite de pescado**

*“En la nutrición del hombre, algunos ácidos como el linoléico y linolénico se consideran esenciales pues no son sintetizados por el organismo. En los peces estos ácidos grasos solamente constituyen alrededor del 2 por ciento del total de lípidos, un porcentaje pequeño comparado con muchos aceites vegetales. Sin embargo, los aceites de pescado contienen otros ácidos grasos poliinsaturados que pueden curar las enfermedades de la piel del mismo modo que el ácido linoléico y el ácido araquidónico. Como miembros de la familia del ácido linolénico (primer doble enlace en la tercera posición  $\omega$ -3, contando desde el grupo metilo terminal), también favorecen el crecimiento de los niños. De estos ácidos grasos, el ácido eicosapentaenoico (C20:5  $\omega$  3) ha sido objeto recientemente de considerable atención por parte de algunos científicos daneses, quienes encontraron este ácido en la sangre y régimen alimenticio de un grupo de esquimales de Groenlandia, virtualmente libres de aterosclerosis. Investigadores ingleses han documentado que el ácido eicosapentaenóico es un factor antitrombótico extremadamente potente (HUSS, 1998).*

Por ser un aceite rico en ácidos grasos mono insaturados (oléico) y sobre todo en ácidos grasos poliinsaturados esenciales, el aceite de pescado ostenta un interés biológico y nutricional. Presenta cantidades adecuadas de ácidos grasos  $\omega$ -3, que disminuyen los niveles de colesterol en sangre, reducen

los niveles de triglicéridos, la agregación plaquetaria y favorecen la respuesta inmunológica mejorando la salud cardiovascular el desarrollo cognitivo de los lactantes y niños pequeños; además, estudios recientes han sugerido que también tienen un papel fundamental en la disminución de riesgos derivados de enfermedades como la diabetes tipo II o la hipertensión (CONCHILLO, 2006).

### Grasa de pescado o estearinas

El aceite de pescado es rico en ácido esteárico (C 18:0), el cual a diferencia del resto de ácidos grasos saturados, tiene poca o ninguna influencia sobre la capacidad de aumentar el nivel de colesterol sérico (CONCHILLO, 2006). Por otro lado, algunas de sus sales principalmente de sodio y potasio tienen propiedades tensoactivas, por lo que es usado en la fabricación de velas, jabones y cosméticos.

El triestearato de glicerilo, denominado ordinariamente estearina, es un gliceril de ácido esteárico procedente de la grasa animal, que se obtiene como subproducto del procesamiento de la carne. Tiene un punto de fusión elevado (72°C) debido a la esterificación de un glicerol con tres ácidos grasos iguales (Figura 4.22), lo que le confiere un grado de saturación mayor y tendencia a solidificarse.

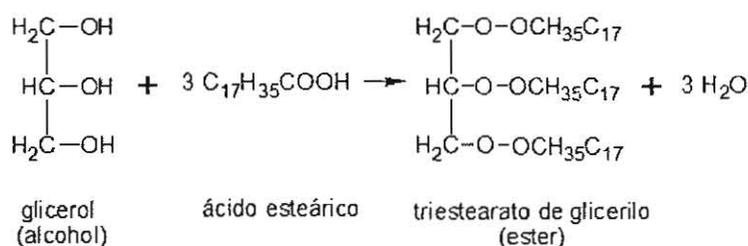


Figura 4.22. Esterificación de ácido esteárico.

La industria procesadora de carduma en Buenaventura, mediante un proceso que consiste en cocción a vapor, prensado, molienda y secado de la materia prima hasta su transformación en harina, genera como subproducto lípidos que pasan por un tratamiento de pre-refinado para la obtención de aceite (oleína) el cual es comercializado; y una fracción saturada (estearinas). Actualmente estas últimas grasas saturadas son desechadas en el estero generando impactos ambientales negativos. En la tabla 4.15, se presenta el análisis de perfil lipídico por cromatografía de gases y en la tabla 4.16 el análisis próximo de este subproducto.

Tabla 4.15. Análisis de perfil lipídico para subproducto del procesamiento de harina de pescado “estearina”

| ESTRUCTURA | NOMBRE COMÚN | %     |
|------------|--------------|-------|
| C 8:0      | Caprílico    | 0,15  |
| C 10:0     | Caprico      | 0,04  |
| C 12:0     | Láurico      | 0,26  |
| C 14:0     | Mirístico    | 17,66 |
| C 16:0     | Palmitico    | 35,24 |
| C 16:1     | Palmitoleico | 0,53  |
| C 17:0     | Heptanóico   | 15,95 |
| C 18:0     | Estéarico    | 6,75  |
| C 18:1     | Oleico       | 7,14  |
| C 18:2     | Linoleico    | 4,73  |
| C 18:3     | Linolenico   | 1,5   |
| C 20:0     | Araquidico   | 0,78  |

Análisis realizado por C.I SIGRA S.A. 2010.

En la tabla se observa que el constituyente principal de este tipo de subproducto de la refinación del aceite de pescado es el ácido graso saturado Palmítico, el cual representa el 35,24%.

**Tabla 4.16. Análisis Weende para subproducto del procesamiento de harina de pescado “estearina”**

| <b>Determinación (%)<br/>WEENDE</b> | <b>Subproductos de<br/>pescado<br/>ESTEARINA</b> |
|-------------------------------------|--|
| Materia Seca                        | 88,70  |
| Ceniza                              | 0,45   |
| Proteína                            | 0,80   |
| Extracto etéreo                     | 97,82  |
| FDN                                 | 0,00   |
| Carbohidratos                       | 0,93   |

Análisis realizado en la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Con el fin de determinar la composición proximal se realizó análisis Weende en el laboratorio de Nutrición animal de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira de una muestra de este tipo de residuo lipídico. De este análisis se deduce que aproximadamente el 98% corresponde a grasas, y que el contenido nutricional es inferior al 3%.

#### **4.5.2 Biodiesel**

El biodiesel es un combustible líquido biológico obtenido a partir de grasas y aceites de origen vegetal o animal (hoy principalmente de aceites vegetales) mediante un proceso llamado transesterificación. Esta se da mediante una serie de reacciones entre los ácidos grasos y un alcohol utilizando un catalizador. La transesterificación reduce la viscosidad del aceite y le otorga características similares al diesel derivado del petróleo. Este proceso también conocido como alcoholisis, dependiendo del tipo de catalizador se puede desarrollar en medio ácido, o básico, incluso utilizando enzimas (CASTRO, COELLO, & CASTILLO, 2007).

Este biocombustible es reconocido porque su uso reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera como el monóxido de carbono (CO) y óxidos de azufre (SOx), y favorece la autosostenibilidad energética por tratarse de un combustible de factible producción y consumo local, aspecto que puede reducir la dependencia de diesel. Sin embargo, unas limitantes para la producción de este combustible hoy día son la extensión de monocultivos, tanto para producir los aceites como el alcohol, y la necesidad de implementar infraestructuras industriales mayores para mejores rendimientos. (RODRIGUEZ y otros, 2008).

#### **Materias primas**

El biodiesel es considerado como un biocombustible líquido autóctono, lo cual hace referencia a la posibilidad de acceder a un combustible de consumo local proveniente de materias primas de origen natural que se consiguen en el sitio de producción. Cada país, en consecuencia, investiga prioritariamente sobre la que tenga disponible. La experiencia internacional indica que en la actualidad se está utilizando el biodiesel de colza principalmente en Europa, pero también se conocen experiencias con aceite de

girasol, aceite de soya y aceite de palma. (OJEDA y otros, 2007).

Existen diferentes mecanismos de obtención de biocombustibles relacionados con el tipo de material empleado. De esta manera se conocen los biocombustibles de primera, segunda y tercera generación de acuerdo con la fuente de donde provienen. Las grasas de origen animal, aunque se mencionan con frecuencia, no se han estudiado en la misma medida que los aceites vegetales; sin embargo, se sabe que los métodos aplicables a los aceites vegetales no son aplicables a las grasas de origen animal debido a las diferencias naturales en sus propiedades (MA y otros, 1999). En la tabla 4.17 se presentan los rendimientos en la producción de biodiesel utilizando algunas materias primas vegetales.

**Tabla 4.17. Rendimiento anual de diferentes materias primas en la producción de Biodiesel**

| CULTIVO    | Rendimiento (l/ha) | Rendimiento (gal/ha) | Empleos (Agrícola+industria/ha) |
|------------|--------------------|----------------------|---------------------------------|
| Palma      | 5.550              | 1.466                | 0,27                            |
| Cocotero   | 4.200              | 1.110                | 5,52                            |
| Higuerilla | 2.600              | 687                  | 0,64                            |
| Aguacate   | 2.460              | 650                  | 0,51                            |
| Jatropha   | 1.559              | 412                  | 0,30                            |
| Colza      | 1.100              | 291                  | 0,40                            |
| Maní       | 990                | 262                  | 0,40                            |
| Soya       | 840                | 222                  | 0,37                            |
| Girasol    | 890                | 235                  | 0,40                            |

Fuente: MADR, 2008.

Colombia no es ajena a la tendencia mundial del uso de biocombustibles derivados de fuentes vegetales y/o animales, los cuales contribuirán a mantener la autosuficiencia energética del país. En la tabla 4.18 se aprecia el aumento potencial en la demanda de biodiesel en el país. Desde 2004 los sectores público y privado del país han venido trabajando en la determinación de las condiciones técnicas, económicas y legales para la producción del biodiesel en Colombia. Fue así como se expidieron las reglamentaciones respectivas sobre calidad, obligatoriedad de mezcla (5% a partir de 2008) y formación de precios en su cadena de producción.

**Tabla 4.18. Pronóstico de la demanda potencial de biodiesel a 5% de mezcla en Colombia 2012-2015**

| Año  | Biodiesel Barriles/día |
|------|------------------------|
| 2012 | 6.048                  |
| 2013 | 6.258                  |
| 2014 | 6.461                  |
| 2015 | 6.661                  |

Fuente: UPME, 2010

### **Química del biodiesel: Transesterificación**

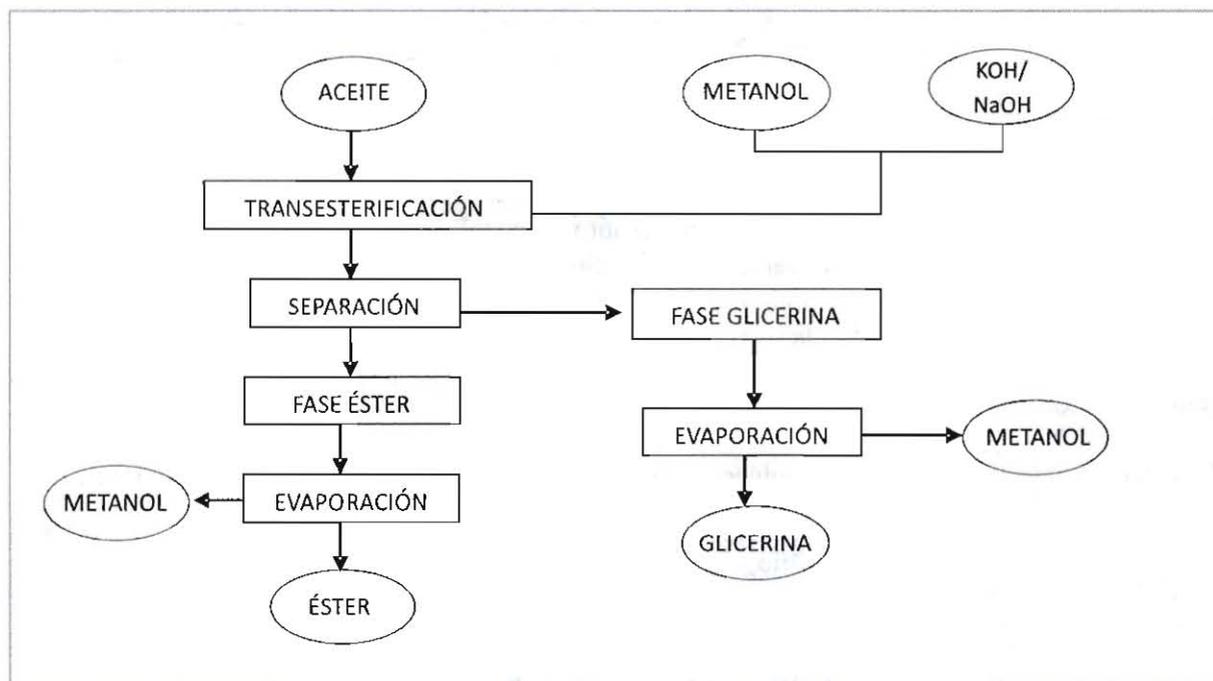
El proceso de transesterificación consiste en una serie de reacciones entre el aceite, con un alcohol de

bajo peso molecular (metanol o etanol) en presencia de un catalizador básico (NaOH ó KOH), a baja presión y temperatura, para transformarlo en un metil alcohol éster o etil alcohol éster (según el alcohol utilizado) y glicerina. Se busca que la reacción vaya de izquierda a derecha, lo cual se logra alimentando un exceso de alcohol o retirando la glicerina o el biodiesel producido. En este proceso se presentan dos fases diferentes (aceite/metanol), debido a la baja solubilidad del aceite en el metanol, por lo tanto es necesario alimentar un exceso alcohol y aplicar agitación para aumentar la probabilidad de encuentro de una molécula de glicérido y una molécula de alcohol. Este exceso de metanol se recupera por destilación, para reutilizarlo y reducir costos de producción.

La transesterificación se puede realizar por diferentes métodos como son: catálisis básica, catálisis ácida, catálisis ácido/básica, catálisis enzimática o alcohol Supercrítico (ROJAS, GIRÓN, & TORRES, 2009).

Este aceite industrial no es el mismo que se usa para el consumo humano; para la industria, no se requiere el refinado ni la eliminación de los olores; importa sin embargo el desgomado, ya que su presencia puede producir problemas. Un rápido estudio indica que 100 Kg de aceite y 11 Kg de metanol (con catalizador) producen en una hora (a 70°C) una cantidad de 100 Kg de diéster (sinónimo de biodiesel, contracción del diesel y éster) y 11 Kg de Glicerina (CAMPS & MARCOS, 2002).

En la figura 4.23 se describe el proceso de producción de biodiesel y en la tabla 4.19 se presentan las principales características de los tratamientos del aceite para la producción de biodiesel



**Figura 4.23. Proceso de producción de biodiesel.**

Fuente: CAMPS & MARCOS, 2002

Tabla 4.19. Principales características de los tratamientos del aceite para la producción de biodiesel

| TRATAMIENTO                                     | TRANSESTERIFICACIÓN ALCALINA  | ESTERIFICACIÓN ÁCIDA Y TRANSESTERIFICACIÓN ALCALINA   | TRANSESTERIFICACIÓN ALCALINA CON ETANOL   |
|---|---|---|---|
| Alcohol   | Metanol   | Metanol   | Etanol  |
| Catalizador                                     | NaOH o KOH  | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>NaOH o KOH  | NaOH, KOH   |
| Relación molar alcohol: aceite                  | 6:1   | 30-50:1 (est. Ácida)<br>6:1 (trans. Alcalina)   | 9:1 - 12:1  |
| Temperatura °C                                  | 50-80   | 50-80   | 30-70   |
| Tiempo (minutos)                                | 60-120  | 60+60   | 60  |
| Sensibilidad a la presencia de H <sub>2</sub> O | Si  | Si  | Alta  |
| Sensibilidad a AGL                              | Si  | No  | Si  |
| Pretratamiento requerido                        | Neutralización del aceite   | Esterificación ácida  | Neutralización y secado de aceite   |
| Remoción de catalizador                         | Neutralización y lavado con agua  | Neutralización y lavado con agua  | Neutralización y lavado con agua  |
| Remoción de jabones                             | Lavado con agua   | Lavado con agua   | Lavado con agua   |
| Rendimiento en Biodiesel                        | 96%   | 97%   | 95%   |
| Calidad de la Glicerina                         | Baja  | Baja  | Baja  |
| Efluentes                                       | Alcalino jabonosos  | Ácidos y Alcalino jabonosos   | Ácidos y Alcalino jabonosos   |
| OBSERVACIONES                                   | Limitado a aceites de buena calidad. Se requiere mayor cantidad de KOH como catalizador pero presenta mayor rendimiento y facilita la separación y purificación de la Glicerina (por la formación de jabones líquidos) y las sales de potasio resultantes son útiles como abonos. | Se requieren equipos resistentes al H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (costosos) y realizar el proceso en dos etapas. La transesterificación ácida consume mayor cantidad de alcohol, es extremadamente lenta y hay formación de agua. | Limitado a aceites de muy buena calidad y Etanol anhidro (pureza de los reactivos). |

Fuente: CASTRO, P. y otros, 2007.

### Planta y equipos en el proceso producción de biodiesel

El diseño y operación de una planta de producción de biodiesel se debe realizar a partir de un estudio detallado, utilizando una serie de principios, como lo son (CAMPS y otros, 2002):

- Localización en el municipio donde se ha de utilizar, teniendo en cuenta el coste del suelo, así como la accesibilidad al sitio por carretera.
- Estar bien abastecida de agua y electricidad, y adecuados sistemas de desagüe y tratamiento de aguas residuales.
- Disponer de espacio suficiente tanto para futuras ampliaciones, como el tránsito vehicular.

- Deberá cumplir con las leyes sobre distancias mínimas viales.
- Adecuada señalización.
- Disponer de una bascula especial para camiones.
- Edificios adjuntos para oficinas y laboratorio de análisis de calidad.
- Sitio de parqueo.

### **Factores que influyen en la rentabilidad del biodiesel**

Los factores que influyen son (CAMPS y otros, 2002):

- El precio mismo del biodiesel, el cual estará en relación directa con el precio del diesel, su competidor directo.
- El rendimiento en la producción del biodiesel, es decir la eficiencia del proceso de transformación del aceite en biodiesel.
- El precio de los aceites, materia prima para producir el biocombustible, teniendo en cuenta los procesos de extracción y refinación.
- El precio de la glicerina subproducto del proceso; los costos de inversión en la planta de producción; el precio del metanol, insumo del proceso; el costo de operación (mano de obra); el costo del catalizador; y el costo de la energía requerida para el proceso de transformación.

### **Calidad –NTC**

La ASTM ha definido los estándares de calidad del biodiesel como se muestra en la tabla 4.20:

**Tabla 4.20. Estándares de calidad para Biodiesel según ASTM.**

| Parámetro                    | Unidad             | Especificación                            |
|------------------------------|--------------------|---|
| Estándar                     |                    | ASTM 6571                                 |
| Composición                  |                    | Metil Ésteres de Ácidos Grasos (C12 -C22) |
| Viscosidad cinemática a 40°C | mm <sup>2</sup> /s | 1.9-6.0                                   |
| Densidad                     | g/ml               | 0.88                                      |
| Punto de Inflamación         | °C                 | 100-170                                   |
| Punto de Nube                | °C                 | -3 hasta 12                               |
| Punto de Fluidez             | °C                 | -15 hasta 16                              |
| Número de Cetano             |                    | 48-60                                     |
| Azúfre                       | % peso             | 0.05                                      |
| Carbón                       | % peso             | 77  |
| Oxígeno                      | % peso             | 11  |

Fuente: OJEDA, Y. y otros, 2007)

### **Biodiesel y Políticas**

En Colombia el marco normativo que promueve el desarrollo de biodiesel comprende, entre otras:

- La Ley 939 de 2004, por medio de la cual se estimula la producción y comercialización de biocombustibles de origen vegetal o animal para uso en motores diesel y se dictan otras disposiciones.

Proyecto de Ley no. 260 de 2004 de Cámara y 193 de 2005, Senado. Por el cual se expiden normas

sobre biocombustibles renovables de origen biológico para motores de ciclo diesel y se crean estímulos para su producción, comercialización y consumo y se dictan otras disposiciones.

- El Decreto 2629 de 2007 del Ministerio de Minas y Energía, donde se establece la utilización en el país, en motores diesel, mezclas entre el 5 y el 20% de biodiesel con diesel fósil.

Hoy en día el sector productivo de aceite de palma, gracias a su alta productividad en el país, constituye un gremio importante en la producción de biodiesel, tema que se ha venido estudiando desde todas las esferas y en todos los campos, legal, técnico y económico (VÉLEZ, ROJAS & MORA, 2008).

En las tablas 4.21 y 4.22 se consignan los proyectos relacionados con plantas de producción de biodiesel a nivel nacional.

### ***Biodiesel a partir de aceites de pescado***

Aunque existe poca experiencia en el mundo en producción de biodiesel a partir de aceite de pescado, asociándose a una necesidad de investigación específica sobre el proceso de producción y la calidad del combustible que se obtendría, una interesante experiencia de producción de biodiesel utilizando aceites de pescado residuales se da en Canadá, donde la empresa Ocean Nutrition Canada, que utiliza aceites locales e importados para la fabricación de productos nutricionales, vende sus aceites residuales a un productor de biocombustibles (CASTRO y otros, 2007).

Otros ejemplos de empresas a nivel mundial que han incursionado en este tema son:

Saint Peter Fish S.A Aquafinca Honduras, la empresa más grande del mundo en la producción y exportación de filete de tilapia, la cual produce 5000 galones de biodiesel por día los cuales suplen toda la demanda energética de sus actividades (calderas, plantas generadoras, motores y vehículos). (ACUAFINCA, 2009).

En Chile la empresa Calormática Ltda., desde hace algún tiempo logró producir el combustible y probarlo en quemadores para calderas con excelentes resultados (AQUA.CL, 2005).

El Centro Tecnológico Nacional de Conservación de Productos de Pesca (Anfaco Cecopesca) en España tienen un grupo de investigación en el tema, actualmente estudian el aprovechamiento de la grasa de pescado presente en las aguas residuales de la industria conservera para la producción de biodiesel. El trabajo comprende la recogida de la grasa, purificación, estudio de rendimiento de la producción de biodiesel y determinación de la influencia que tienen variables como la proporción de alcohol, la temperatura y tiempo de reacción, etc. A su vez estudian las propiedades del biodiesel obtenido para evaluar la adecuación a los requisitos que debe cumplir para su uso (BIODISOL, 2008).

Estudios realizados por el departamento de Ingeniería Marina de la *National Taiwan Ocean, University* en Taiwan, arrojan resultados de la producción de biodiesel a partir de residuos de pescado. Estos residuos incluyen cabezas, vísceras y colas los cuales fueron procesados hasta la separación del aceite y su posterior refinación y transesterificación.

Tabla 4.21. Plantas de biodiesel en construcción 2007-2008

| Nº           | Región                              | Inversionistas                             | Capacidad Ton/año | Capacidad Gal/año | Capacidad Litros/año | Hectáreas | Empleos | Fecha de entrada |
|--------------|-------------------------------------|--|-------------------|-------------------|----------------------|-----------|---------|------------------|
| 1            | Norte (Codazzi, Cesar)              | Oleoflores S.A                             | 50.000            | 15.435.000        | 58.421.475           | 11.111    | 7.556   | May-07           |
| 2            | Norte (Santa Marta)                 | Odin Energy Santa Marta Corp.              | 30.000            | 9.261.000         | 35.052.885           | 6.667     | 4.533   | Oct-07           |
| 3            | Norte (Santa Marta)                 | Biocombustibles Sostenibles del Caribe S.A | 100.000           | 30.870.000        | 116.842.950          | 22.222    | 15.111  | Nov-07           |
| 4            | Oriental (Castilla La Nueva, Meta)  | Biocastilla S.A                            | 35.000            | 10.804.500        | 40.895.033           | 7.778     | 5.289   | Mar-08           |
| 5            | Oriental (Facatativá, Cundinamarca) | Bio D S.A                                  | 100.000           | 30.870.000        | 116.842.950          | 22.222    | 15.111  | Ene-08           |
| <b>TOTAL</b> |                                     |  | 315.000           | 97.240.500        | 368.055.293          | 70.000    | 47.600  |                  |

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009

Tabla 4.22. Plantas de biodiesel en factibilidad 2008-2009

| Nº           | Región                                | Inversionistas                      | Capacidad Ton/año | Capacidad Gal/año | Capacidad Litros/año | Hectáreas | Empleos | Fecha de entrada |
|--------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------|---------|------------------|
| 1            | Central (B/bermeja)                   | Ecopetrol                           | 100.000           | 30.870.000        | 116.842.950          | 22.222    | 15.111  | Jul-08           |
| 2            | Oriental (San Carlos de Guaroa, Meta) | Aceites Manuelita S.A               | 100.000           | 30.870.000        | 116.842.950          | 22.222    | 15.111  | Sep-08           |
| 3            | Occidental (Tumaco)                   | Biodiesel de Colombia S.A           | 100.000           | 30.870.000        | 116.842.950          | 22.222    | 15.111  | Nov-08           |
| 4            | Norte                                 | Proyecto Asociativo Costa Atlántica | 100.000           | 30.870.000        | 116.842.950          | 22.222    | 15.111  | Feb-09           |
| <b>TOTAL</b> |                                       |                                     | 400.000           | 123.480.000       | 467.371.800          | 88.889    | 60.444  |                  |

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2009

El biodiesel obtenido se comparó con el que se produce a partir de aceite de fritura, y se determinaron sus propiedades como combustible y composición de ácidos grasos. Se encontró que el biodiesel de pescado presenta en mayor proporción ácido Oléico (C18:1) y Palmítico (C16:0), así como índices de cetano, y viscosidad cinemática mayores en relación al biodiesel a partir de aceite de fritura, en cuanto al punto de inflamación e índice de peróxido se encontró que fueron menores (C.Y LING y otros, 2009).

#### 4.5.3 Lípidos residuales de la industria pesquera como materia prima para biodiesel

En Buenaventura el suministro de combustible para salidas de pesca es un tema complicado debido a la cantidad de trámites y la carencia de una infraestructura adecuada para su abastecimiento; esta no solo es insegura sino insuficiente en muchos casos. Los residuos lipídicos de la industria pesquera se pueden aprovechar como materia prima en la producción de biodiesel, como mitigación al problema de su adecuada disposición final y generando valor agregado a los residuos; además esta opción puede otorgar beneficios monetarios pues se puede emplear en los motores de las lanchas o motonaves y reducir la dependencia del diesel.

Uno de los principales limitantes en su producción lo representan los altos costos de las materias primas, pues las grasas y aceites que se están generando como residuo, requieren de un pretratamiento para su posterior utilización y por otro lado se precisa de mecanismos eficientes para su extracción en el caso de los residuos como vísceras, restos de fileteado y demás desechos.

#### Extracción de las grasas

Es sabido que los aceites de pescado que se comercializan en el mercado son en su mayoría el producto del procesamiento de la carne de peces grasos, generalmente de bajo consumo humano, o de residuos de estos en la producción de harina, tal como se ilustra en la figura 4.24.

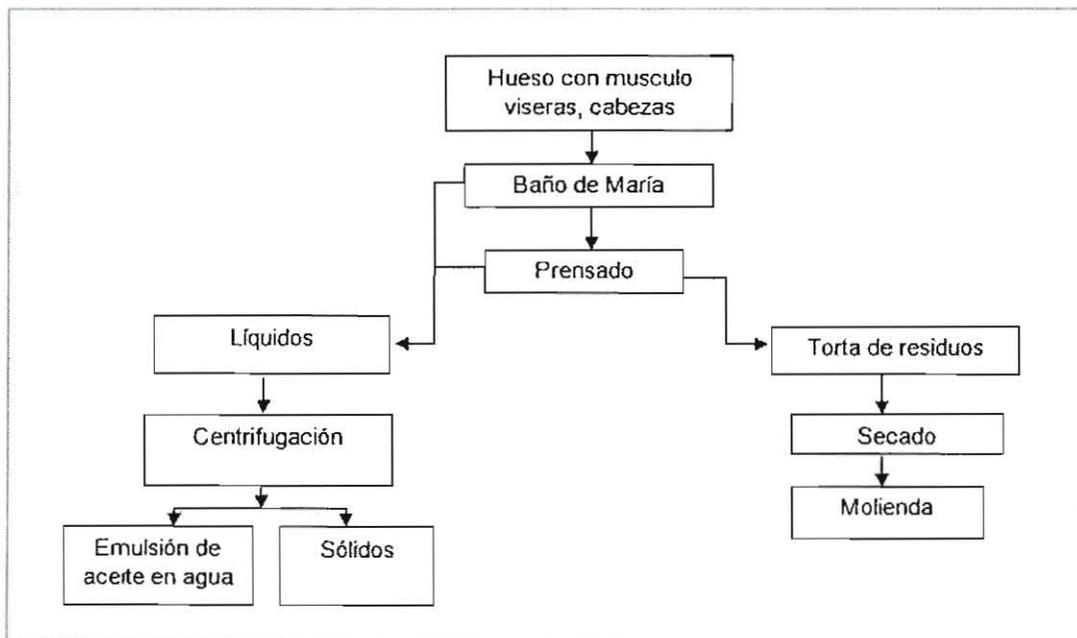


Figura 4.24. Diagrama de proceso para la extracción de lípidos de residuos sólidos de la industria pesquera.

Fuente: C.Y LING y otros, 2009.

Esta metodología corresponde a la tradicionalmente empleada en la obtención de aceites a nivel

industrial; no obstante, funciona cuando la materia prima presenta altos contenidos grasos, y es menos útil en caso contrario (RUBIO-RODRÍGUEZ y otros, 2009). Ambientalmente hay que considerar el consumo energético en la cocción, el prensado, la centrifugación, lo cual incrementa considerablemente los costos y la generación de efluentes ricos en proteínas. Recuperar las grasas por medio de solventes para luego refinarlas o someterlas a algún tipo de tratamiento es una metodología aplicada analíticamente y no a nivel industrial; además se debe poseer equipos y reactivos especiales como éter de Petróleo y otros generalmente nocivos, fácilmente inflamables y peligrosos para el medio ambiente; por ende se debe trabajar realizando cambios en las variables (temperatura, presión, tiempo) con el fin de conseguir mejores resultados en la recuperación del aceite.

En la tabla 4.23 se registran los resultados obtenidos luego de procesar restos de pescado con el fin de extraer la grasa contenida, empleando la metodología convencional anteriormente descrita.

**Tabla 4.23. Porcentaje de grasa extraída mediante tratamiento de cocción, prensado y centrifugación para Residuos Sólidos Industria Pesquera (RSIP).**

| NOMBRE MUESTRA                    | %GRASA |
|-----------------------------------|--------|
| Líquidos de cocción (RSIP)        | 1,105  |
| Líquidos Prensado (RSIP)          | 1,186  |
| Líquidos de cocción de vísceras   | 4,386  |
| Líquidos centrifugado de vísceras | 2,005  |
| Fondo centrifugado de vísceras    | 8,367  |
| Emulsión prensado de cuero        | 1,571  |

Fuente: Autores.

### **Pretratamiento de las grasas**

- El aceite de pescado, antes de ser sometido a cualquier transformación industrial como la fabricación de biodiesel, debe estar limpio, neutro, seco y preferentemente libre de antioxidantes. Este aceite se neutraliza con un exceso de soda cáustica del 21% sobre la cantidad calculada con base en la acidez medida y el índice de saponificación de dicho aceite que es 0,136 miligramos de soda cáustica por gramo de aceite.
- Para la neutralización del aceite de pescado la temperatura ideal a la cual se debe iniciar la adición de la soda cáustica es de 50 °C y la temperatura final debe ser de 60 °C si se exceden estas temperaturas hay el riesgo de que la soda ataque y saponifique aceite que no está como ácido graso libre, por lo tanto, al verificar la acidez final, ésta no corresponda a la esperada (COMUNICACIÓN PERSONAL HARIMARS.A).
- Es importante conocer la calidad de la materia prima a transesterificar pues ésta determina el tipo de pretratamiento requerido. Por otro lado, existen factores que afectan la transesterificación como la temperatura y tiempo de reacción, concentración molar alcohol: aceite, tipo de alcohol, tipo de catalizador, concentración de catalizador, intensidad del mezclado, pureza de los reactivos, entre otros (ROJAS y otros, 2009).
- Existen metodologías de pretratamiento mas simples orientadas a reducir la viscosidad y solubilizar las gomas presentes en las grasas con altos contenidos de fosfolípidos para facilitar la alcoholisis, que

consisten en un lavado con agua caliente (83 °C) y posterior filtrado con papel filtro.

- Por ejemplo para el caso de las "estearinas" o subproducto graso del procesamiento de harina de Carduma (*cetengraulis mysticetus*) (Figura 4.25.) mediante este tipo de pretratamiento es posible emplearlas como materia prima para la producción de biodiesel.



**Figura 4.25.** "Estearinas" residuo graso de la producción de harina de pescado a partir de carduma .

Fuente: Autores.

Durante la refinación de los aceites de pescado, luego de un proceso donde se baja la temperatura del aceite, se obtiene la oleína (insaturados) y la estearina (saturados).

#### ***Transesterificación y obtención de biodiesel***

El residuo esteárico se transesterifica teniendo en cuenta el tipo de alcohol disponible y el tipo de catalizador más eficiente. En el proyecto "Estudio del manejo de los Residuos Pecuarios de la Industria Pesquera en Buenaventura y su zona de Influencia con el Propósito de Proponer Procesos Eficientes en Sistema de Producción más Limpia", realizado por el Grupo de Investigación en Eficiencia Energética y Energías Alternativas (GEAL) de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, la metodología utilizada para llevar a cabo la transesterificación consistió en dos muestras de estearinas (100 ml cada una), utilizando Metanol para la alcoholólisis en relación molar de 6:1 e Hidróxido de Sodio al 1% w/w como catalizador. Se realizó dos tipos de pre-tratamiento así: La muestra M1 corresponde a pre-tratamiento de lavado con 40% en volumen de agua caliente a 83 °C y posterior filtrado con papel filtro; la muestra M2, se sometió únicamente a filtrado.

En la tabla 4.24 se ilustra que para el caso de M1 el lavado con agua disminuyó la cantidad de masa en el papel filtro 13% vs 32% para M2, favoreciendo el rendimiento final.

Se encontró que el segundo pre-tratamiento (donde únicamente se filtró la muestra) ocasiona mayor pérdida en masa y por ende menor rendimiento. Los rendimientos fueron mayores en el caso M1 con el 63% en volumen vs el 45% para el caso M2. Por otro lado los índices de refracción no resultaron significativamente diferentes.

Tabla 4.24. Registro del rendimiento en biodiesel por muestra de "estearinas" sometidas a transesterificación

| Muestra | Masa Inicial (g) | Masa luego de tratamiento (g) | Agua  | Masa papel filtro (g) | Volumen biodiesel (ml) | Índice de refracción |
|---------|------------------|-------------------------------|-------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| M1      | 100,12           | 86,8                          | 47,26 | 13,14                 | 63                     | 1,4590               |
| M2      | 100,12           | 60,92                         | 0     | 32,17                 | 45                     | 1,4592               |

Fuente: Autores.

En la figura 4.27 se ilustra el diagrama de proceso para la obtención de biodiesel a partir de estearinas mediante transesterificación básica; este tipo de catálisis reduce el tiempo de reacción, requiere temperaturas bajas, baja relación molar alcohol: aceite, menor cantidad de catalizador y otorga mayores rendimientos

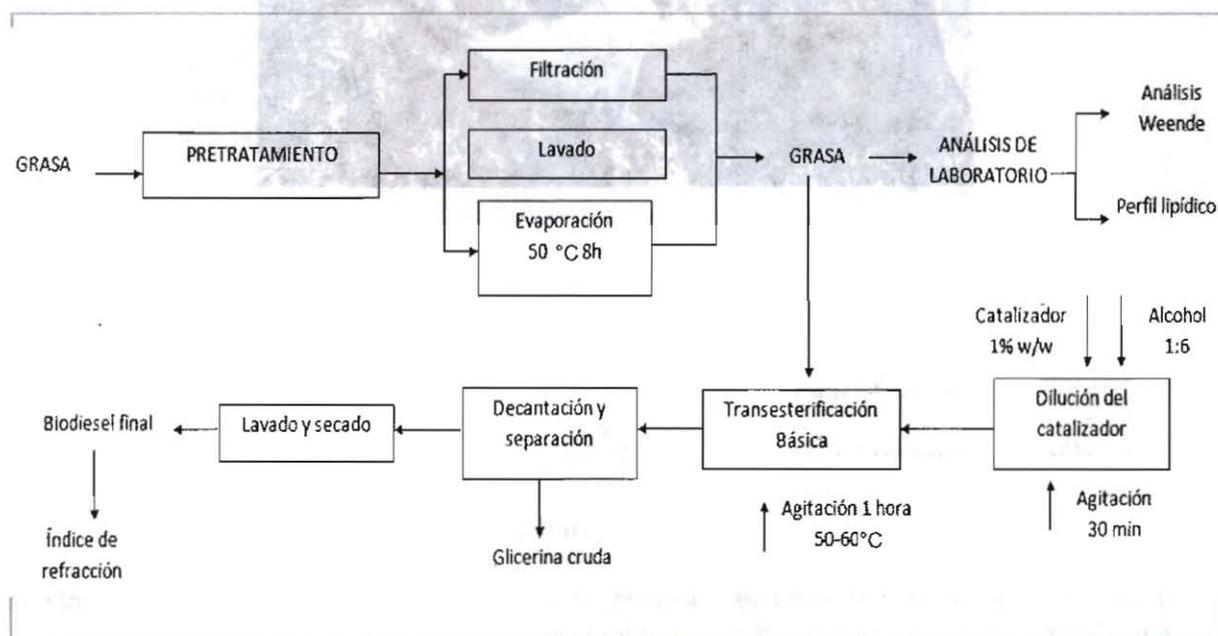


Figura 4.26. Diagrama de proceso para la obtención de biodiesel a partir de "estearinas" mediante transesterificación básica.

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta que en Buenaventura se encuentra la única empresa colombiana dedicada a la producción de harinas y aceites de pescado a partir de sardina, donde se genera como desecho este tipo de grasas saturadas en grandes cantidades, cerca de 75 toneladas anuales, y que existen estudios que dan cuenta de los beneficios relacionados con la implementación de biodiesel en comunidades aisladas (VÉLEZ y otros, 2008), esta propuesta debe ser considerada como una alternativa en pro de la autogeneración de combustible (aproximadamente 13.852 Gal/año de biodiesel aplicando el pretratamiento descrito), y como un componente de avance ambiental y económico. No obstante se requiere investigación específica sobre el proceso de producción y la calidad del combustible que se obtendría.

#### 4.5.4 Conclusiones

- Dependiendo de la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, la mayor parte de las grasas en el pescado son más o menos líquidas a baja temperatura, no obstante mediante el procesamiento de la carne en la producción de harina se genera como subproducto grasa denominada "estearina" que corresponde a la fracción saturada.
- En la nutrición del hombre, algunos ácidos como el linoleico y linolénico se consideran esenciales pues no son sintetizados por el organismo. En los peces estos ácidos grasos solamente constituyen alrededor del 2 por ciento del total de lípidos, un porcentaje pequeño comparado con muchos aceites vegetales.
- Los residuos sólidos (piel, huesos, cartílago, restos de músculo, cabezas, etc.) y las aguas de lavado en la industria pesquera en Buenaventura son normalmente descartadas, con el consiguiente desperdicio del material proteico-lipídico que contienen; originando por otra parte, contaminación ambiental.
- La metodología tradicionalmente empleada en la obtención de aceites de pescado a nivel industrial, funciona cuando la materia prima presenta altos contenidos grasos, y es menos útil en caso contrario, por ende se debe trabajar realizando cambios en las variables (temperatura, presión, tiempo) con el fin de conseguir mejores resultados en la recuperación del aceite especialmente en el caso de utilizar residuos de pescado como materia prima.
- Las "estearinas" o subproducto graso del procesamiento de harina de Carduma (*Cetengraulis mysticetus*) mediante adecuado pretratamiento es posible emplearlas como materia prima para la producción de biodiesel, No obstante se requiere investigación específica sobre el proceso de producción y la calidad del combustible que se obtendría.

#### 4.6 ALTERNATIVAS DE APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PESQUEROS: PRODUCCIÓN DE HARINAS

La industria pesquera de Buenaventura a través de los años ha generado ingresos considerables e involucra a muchas personas que dependen de ésta, convirtiéndose así en una actividad de importancia distrital que debe ser analizada y estudiada desde sus potencialidades y deficiencias.

En el proceso de captura, transporte, transformación y comercialización del recurso pesquero se presentan diferentes puntos de generación de residuos sólidos no aprovechados, principalmente durante su procesamiento. La no utilización de estos materiales es una problemática sanitaria, social y económica, puesto que es un recurso que se está pagando y no se está aprovechando; actualmente algunos de estos residuos sólo se utilizan como fuente de alimento para las personas menos favorecidas que pagan un mínimo costo por su adquisición, la parte restante es dispuesta en una celda transitoria y está a cargo de la empresa prestadora del servicio de aseo en Buenaventura.

Un posible aprovechamiento de estos residuos podría ser el ensilado de pescado que es un producto que puede ser elaborado a partir de los residuos de la elaboración de productos de la pesca. Éste es un alimento que posee gran digestibilidad, cualidad que le proporciona un gran beneficio en alimentación animal, sin dejar de mencionar que las proteínas que lo constituyen son de un elevado valor biológico. El grupo de Eficiencia Energética y Energías Alternativas GEAL de la Universidad Nacional de Colombia

Sede Palmira estimó que la industria pesquera de Buenaventura genera aproximadamente 2300 toneladas de residuos sólidos anuales, los cuales poseen un alto potencial de aprovechamiento para otras industrias, como en la producción de harinas y concentrados para animales. De la misma manera, el reutilizar y aprovechar estos residuos puede contribuir a la disminución de algunos impactos ambientales derivados de su disposición final inadecuada, tales como los malos olores, contaminación del suelo y agua por lixiviados, que finalmente atraen plagas que ponen en riesgo la salud humana.

La utilización de tales residuos contribuye también a la generación de empleo y mejoramiento de la calidad de vida para las personas menos favorecidas como por ejemplo las comercializadoras de pescado "Platoneras" y otros integrantes de esta cadena productiva.

Conociendo la falta de aprovechamiento de estos residuos con un alto potencial de utilización en la generación de nuevos productos, como objetivo de este estudio, el grupo de investigación GEAL diseñó una metodología a escala de laboratorio para determinar su viabilidad de aprovechamiento y la caracterización de los productos obtenidos.

#### 4.6.1 Metodología

Para el desarrollo de este estudio se realizaron acercamientos con la agroindustria pesquera del municipio de Buenaventura, se seleccionaron cuatro puntos de muestreo y se colectaron residuos sólidos y líquidos con el propósito de obtener muestras uniformes que involucraran los diferentes procesos agroindustriales realizados a la materia prima; tales residuos comprendían vísceras, pieles, escamas, cabezas, espinazos y filetes sin valor comercial; todos estos residuos se colectaron teniendo en cuenta las especies más representativas comercialmente para la industria pesquera.

Se realizaron 3 ensayos, el primero consistió en realizar una prueba exploratoria con los residuos sólidos de las comercializadoras pesqueras del municipio de Palmira, Valle del Cauca, en la cual se fijó la secuencia de operaciones a seguir para la obtención de harina y aceite de pescado.

El segundo y tercer ensayo se realizó a partir del resultado del ensayo anterior, con muestras traídas directamente de Buenaventura. La diferencia entre ambos consistió en las variables de operación.

A la harina obtenida como producto final se le realizaron análisis proximales para determinar las características nutricionales y compararlos con los requisitos fisicoquímicos de la Norma Técnica Colombiana NTC 646. Alimentos para animales: Harinas de pescado. (Tabla 4.25)

Tabla 4.25. Requisitos fisicoquímicos de la harina de pescado.

| Requisitos                            | Mínimo | Máximo |
|---------------------------------------|--------|--------|
| Proteína, % (m/m)                     | 56     | -      |
| Ceniza, % (m/m)                       | -      | 20     |
| Sílice, % (m/m)                       | -      | 1      |
| Humedad, % (m/m)                      | 6      | 10     |
| Digestibilidad en pepsina, % (m/m)    | 80     | -      |
| Nitrógeno total volátil, mg/Kg        | -      | 1200   |
| Índice de peróxido Meq. de oxígeno/Kg | -      | 2      |

Fuente: NTC 646, 1998.

### 4.6.2 Procesos y Resultados

Se realizaron 3 ensayos, caracterizados así:

- Ensayo A: Residuos pesqueros de Palmira
- Ensayo B: Residuos pesqueros de Buenaventura Muestra 1
- Ensayo C: Residuos pesqueros de Buenaventura Muestra 2

A través de una revisión bibliográfica donde se explican metodologías encaminadas a la obtención de harina de pescado y tomando como base las descritas por Windsor, M., y colaboradores, 1984 y Sandbol, P., 1993, se determinaron los procesos utilizados para la obtención de subproductos pesqueros, dichos procesos están esquematizados en la Figura 4.27.

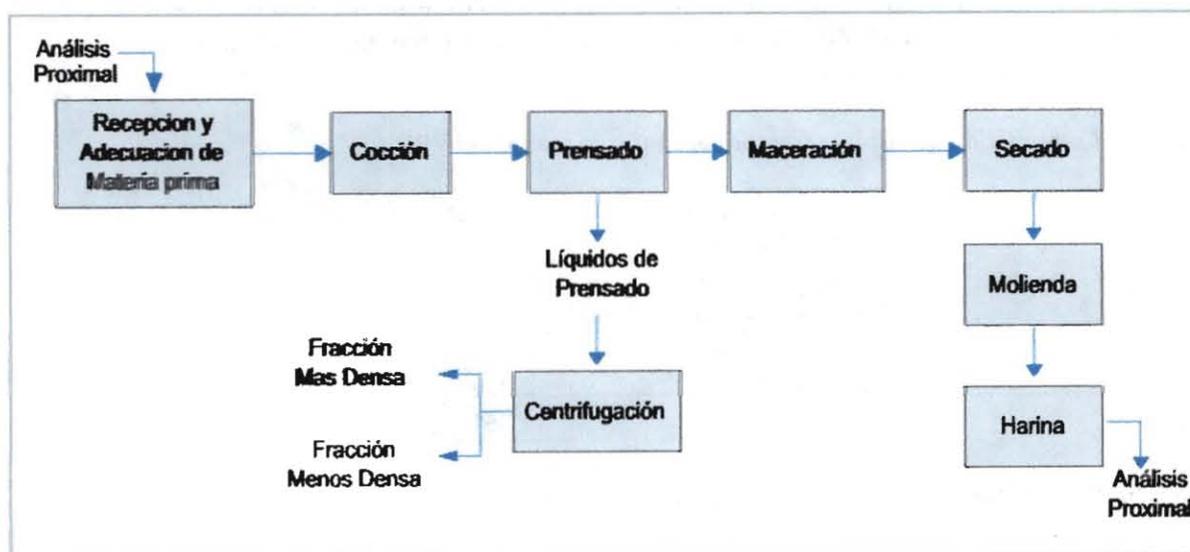


Figura 4.27. Diagrama general de procesos aplicados a los residuos pesqueros.

Fuente: Autores.

En la tabla 4.26 se describen las condiciones de operación que se aplicaron a los residuos en cada uno de los ensayos.

Tabla 4.26. Condiciones de operación aplicadas a las diferentes muestras de residuos sólidos.

| OPERACIÓN | VARIABLES                  | ENSAYO A |     |     | ENSAYO B |     |     | ENSAYO C |    |     |
|-----------|----------------------------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|----------|----|-----|
|           |                            | T1       |     | T2  | T1       |     |     | T1       |    |     |
|           |                            | RD       | RF  | RF  | RC       | RP  | RM1 | RV       | RH | RM2 |
| COCCIÓN   | Tiempo (Min)               | 15       | 15  | 10  | NA       | 15  | 18  | 40       | 40 | 40  |
|           | Presión (Bares)            | Atm      | Atm | Atm | NA       | Atm | Atm | 3        | 3  | 3   |
|           | Temperatura (°C)           | 90       | 90  | 74  | NA       | 70  | 60  | 95       | 95 | 95  |
| PRENSADO  | Presión (Bares)            | 65       | 65  | 65  | 65       | 65  | 65  | 65       | 65 | 65  |
| SECADO    | Temperatura (°C)           | 60       | 60  | 60  | 60       | 60  | 60  | 60       | 60 | 60  |
|           | Tiempo (Horas)             | 48       | 48  | 48  | 48       | 48  | 48  | 48       | 48 | 48  |
| MOLIENDA  | Diámetro de Partícula (mm) | 1        | 1   | 1   | 1        | 1   | 1   | 1        | 1  | 1   |

Nota: T1: Cocción por baño maría, T2: Cocción por escaldado, RD: Residuos en descomposición, RF:

Residuos frescos, RC: residuos de camarón, RP: residuos de piel, RM1: residuos de mezcal, NA: No Aplica.

### Ensayo A

Para este ensayo se trabajó con residuos pesqueros provenientes de proceso de fileteado de tollo (*Mustelus whiyneyi*), corvina (*Cynoscion albus*) y tilapia (*Tilapia guinasana*). Los residuos fueron obtenidos de empresas pesqueras ubicadas en la galería del municipio de Palmira, Colombia.

Se definieron dos tratamientos térmicos de cocción: por baño María (T1) y por escaldado (T2), y se trabajaron tres muestras. Dos muestra de residuos frescos (RF1 y RF2) y otra de residuos en descomposición (RD). Los residuos se cortador en pequeños trozos y se homogenizó cada una de las muestras. Las muestras estaban compuestas por el mismo tipo de residuo, pero para los residuos RD vario el estado de descomposición. En las tablas 4.27 y 4.28 se encuentran las composiciones de las muestras de los residuos seleccionados.

**Tabla 4.27. Composición de residuos frescos para baño de maría (RF1 y RD).**

| Tipo de residuo            | Peso (Kg)    | %          |
|----------------------------|--------------|------------|
| Piel de tollo y corvina    | 0,29         | 27,33      |
| Filete de tilapia          | 0,103        | 9,70       |
| Agallas de tollo y corvina | 0,141        | 13,28      |
| Hueso de tilapia           | 0,155        | 14,60      |
| Filete de tollo            | 0,372        | 35,06      |
| <b>Total</b>               | <b>1,061</b> | <b>100</b> |

**Tabla 4.28. Composición de residuos frescos para cocción por escaldado (RF2).**

| Tipo de residuo            | Peso (Kg)    | %          |
|----------------------------|--------------|------------|
| Piel de tollo y tilapia    | 1,115        | 36,7       |
| Hueso de tilapia           | 0,449        | 14,6       |
| Filete de tollo y tilapia  | 1,135        | 35,06      |
| Agallas de tollo y corvina | 0,338        | 13,28      |
| <b>Total</b>               | <b>3,037</b> | <b>100</b> |

Los resultados obtenidos del balance másico de los procesos mencionados anteriormente se presentan en las tablas 4.29, 4.30 y 4.31.

**Tabla 4.29. Indicadores de balance de masa de los residuos frescos sometidos a cocción por escaldado.**

| OPERACIÓN                | MATERIA PRIMA<br>DE INGRESO (Kg) | RESIDUO (Kg) |         |
|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|
|                          |                                  | Sólido       | Líquido |
| COCCIÓN POR<br>ESCALDADO | 3,037                            | 0,437        | -       |
| PRENSADO                 | 2,600                            | -            | 0,890   |
| SECADO                   | 1,710                            | -            | 1,193   |
| MOLIENDA                 | 0,517                            | 0,032        | -       |

Tabla 4.30. Indicadores de balance de masa de los residuos frescos sometidos a cocción por baño maría.

| OPERACIÓN                 | MATERIA PRIMA DE INGRESO (Kg) | RESIDUO (Kg) |         |
|---------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
|                           |                               | Sólido       | Líquido |
| COCCIÓN POR BAÑO DE MARÍA | 1,061                         | -            | 0,049   |
| PRENSADO                  | 1,012                         | -            | 0,098   |
| SECADO                    | 0,812                         | -            | 0,558   |
| MOLIENDA                  | 0,254                         | 0,035        | -       |

Tabla 4.31. Indicadores de Balance de masa de los residuos en descomposición sometidos a cocción por baño maría.

| OPERACIÓN                 | MATERIA PRIMA DE INGRESO (Kg) | RESIDUO (Kg) |         |
|---------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
|                           |                               | Sólido       | Líquido |
| COCCIÓN POR BAÑO DE MARÍA | 0,5                           | -            | 0,003   |
| PRENSADO                  | 0,497                         | -            | 0,267   |
| SECADO                    | 0,23                          | -            | 0,130   |
| MOLIENDA                  | 0,0996                        | 0,01         | -       |

A partir de los resultados obtenidos anteriormente se determinaron las eficiencias de cada proceso, como se expresa en la tabla 4.32.

Tabla 4.32. Eficiencia másica de los procesos de obtención de harina del ensayo A.

| TIPO DE PROCESO                        | EFICIENCIA (%) |
|--|----------------|
| Cocción por escaldado residuos frescos | 17             |
| Baño maría residuos frescos            | 24             |
| Baño maría residuos en mal estado      | 19             |

De acuerdo a los resultados anteriores el proceso que presenta mayor eficiencia es el realizado a los residuos frescos mediante contacto indirecto con vapor (baño maría), igualmente es importante señalar que el proceso de cocción por escaldado es un proceso que requiere consumos de agua elevados, y la grasa extraída de los residuos es arrastrada por el agua, lo cual conduce a la necesidad de implementar otra etapa para la separación de esta, incrementando los costos de operación. La producción de harina a partir de residuos en descomposición presentó color y olor no característicos de harina, por lo cual no se recomienda trabajar con este tipo de residuos. Por tal motivo a partir de este ensayo se determina que el tipo de cocción a realizar para la obtención de la harina es por baño maría y con residuos en estado fresco.

### Ensayo B

Se recolectaron residuos pesqueros frescos provenientes del proceso de fileteado de dorado

(*Coryphaena Hippurus*), corvina (*Cynoscion albus*) y merluza (*Merluccius productus*) y del proceso de acondicionamiento del producto en fresco de jurel (*Trachurus picturatus murphyi*) y de camarón (*Penaeus sp.*). Los residuos fueron adquiridos de 3 procesadoras pesqueras y en la galería José Hilario López, ubicadas en el barrio Pueblo Nuevo de Buenaventura, Colombia. Los peces fueron capturados en la costa Pacífica Colombiana entre los meses de Marzo y Abril del 2010.

Se tomaron 3 muestras de estos residuos. Estas se clasificaron así, una muestra de 0,9 Kg de exoesqueleto de camarón (RC), 0,9 Kg. de mezcla por partes iguales de piel residual de corvina, dorado y merluza (RP) y 0,9 Kg. de residuos de mezcla de corvina, dorado y merluza (RM1), compuestos por partes iguales de vísceras, cabeza y hueso.

Los resultados obtenidos del balance másico de los procesos en las condiciones establecidas al ensayo B, consignados en la tabla 4.26, se presentan en las tablas 4.33 y 4.34. En la tabla 4.35 se reportan los resultados del análisis proximal realizado a la harina producida en el ensayo B.

Tabla 4.33. Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de piel (RP).

| OPERACIÓN | MATERIA PRIMA DE INGRESO (Kg) | RESIDUO (Kg) |         |
|-----------|-------------------------------|--------------|---------|
|           |                               | Sólido       | Líquido |
| COCCIÓN   | 0,900                         | -            | 0,063   |
| PRENSADO  | 0,837                         | 0,123        | 0,049   |
| SECADO    | 0,665                         | -            | 0,385   |
| MOLIENDA  | 0,280                         | 0,035        | -       |

Tabla 4.34. Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de mezcla (RM1).

| OPERACIÓN | MATERIA PRIMA DE INGRESO (Kg) | RESIDUO (Kg) |         |
|-----------|-------------------------------|--------------|---------|
|           |                               | Sólido       | líquido |
| COCCIÓN   | 0,900                         | -            | 0,164   |
| PRENSADO  | 0,736                         | 0,099        | 0,114   |
| SECADO    | 0,524                         | -            | 0,315   |
| MOLIENDA  | 0,209                         | 0,020        | -       |

Comparando los resultados consignados en la tabla 4.35 con los requisitos fisicoquímicos de la harina consignados en la Norma Técnica Colombiana NTC 646, se concluyó que para producir harina a partir de los residuos de mezcla de pesca blanca se debe incluir al proceso propuesto una operación de desmineralización a fin de disminuir la cantidad de ceniza; el tratamiento térmico de cocción a condiciones de presión atmosférica, temperatura de 70°C durante 15 minutos, aplicado a los residuos de piel, permiten la obtención de harina que cumple con los requisitos fisicoquímicos. Mientras que el aprovechamiento que se sugiere darle a la cáscara de camarón es para la producción de quitosano y no para harina de consumo humano.

Tabla 4.35. Resultados del análisis proximal de las harinas obtenidas en el ensayo B.

| Parámetros químicos | Harina de cáscara de camarón (RC) | Harina de residuos de piel (RP) | Harina de residuos de mezcla (RM1) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Materia seca        | 21,89                             | 27,48                           | 25,91                              |
| Ceniza              | 30,49                             | 16,35                           | 30,16                              |
| Extracto etéreo     | 3,78                              | 1,61                            | 5,47                               |
| Proteína cruda      | 43,66                             | 82,02                           | 61,69                              |

### Ensayo C.

Al igual que para el ensayo B, la recolección se realizó de la misma forma, pero con la diferencia que los peces fueron capturados durante Mayo de 2011.

Se tomaron 3 muestras de estos residuos. Clasificados así, una muestra de 0,5 Kg de vísceras de jurel (RV), 0,5 Kg de huesos de merluza (RH) y 0,5 Kg de residuos de mezcla de corvina, dorado y merluza (RM2), compuesto por 25% víscera, 25% piel y 50% huesos y aletas.

Los resultados obtenidos del balance másico de los procesos en las condiciones establecidas en el ensayo C, consignados en la tabla 4.26, se presentan en las tablas 4.36, 4.37 y 4.38.

Tabla 4.36. Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de vísceras (RV).

| OPERACIÓN | MATERIA PRIMA DE INGRESO (Kg) | RESIDUO (Kg) |         |
|-----------|-------------------------------|--------------|---------|
|           |                               | Sólido       | Líquido |
| COCCIÓN   | 0,515                         | -            | 0,276   |
| PRENSADO  | 0,239                         | -            | 0,097   |
| SECADO    | 0,142                         | -            | 0,049   |
| MOLIENDA  | 0,093                         | 0,01         | -       |

Tabla 4.37. Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de hueso (RH).

| OPERACIÓN | MATERIA PRIMA DE INGRESO (Kg) | RESIDUO (Kg) |         |
|-----------|-------------------------------|--------------|---------|
|           |                               | Sólido       | Líquido |
| COCCIÓN   | 0,449                         | -            | 0,123   |
| PRENSADO  | 0,326                         | -            | 0,075   |
| SECADO    | 0,251                         | -            | 0,151   |
| MOLIENDA  | 0,0996                        | 0,03         | -       |

Tabla 4.38. Indicadores de balance de masa del proceso de obtención de harina a partir de la muestra de residuos de mezcla (RM2).

| OPERACIÓN | MATERIA PRIMA DE INGRESO (Kg) | RESIDUO (Kg) |         |
|-----------|-------------------------------|--------------|---------|
|           |                               | Sólido       | Líquido |
| COCCIÓN   | 0,508                         | -            | 0,191   |
| PRENSADO  | 0,317                         | -            | 0,078   |
| SECADO    | 0,239                         | -            | 0,122   |
| MOLIENDA  | 0,117                         | 0,02         | -       |

Tabla 4.39. Resultados del análisis proximal de las harinas obtenidas en el ensayo C.

| Parámetros químicos | Harina de vísceras (RV) | Harina de residuos hueso (RH) | Harina de residuos de mezcla (RM2) |
|---------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Materia seca        | -                       | -                             | -                                  |
| Ceniza              | -                       | -                             | -                                  |
| Extracto etéreo     | 14,53                   | 2,65                          | 7,45                               |
| Proteína cruda      | 45,89                   | 36,42                         | 46,54                              |

Comparando los resultados consignados en la tabla 4.39 con los requisitos fisicoquímicos de la harina consignados en la Norma Técnica Colombiana NTC 646, se encontró que las condiciones de la operación de escaldado propuestas para el ensayo C, no cumple con los requisitos mínimos, para ningún tipo de residuo.

Finalmente se concluye que la cocción por baño maría aplicada a los residuos frescos es más eficiente en comparación con la cocción por escaldado. La cocción a baño maría se debe realizar a temperaturas entre 60 y 70°C, a temperaturas mayores se produce pérdida en el contenido de proteínas probablemente causado por la desnaturalización de estas. Condiciones de cocción a 40 minutos, 3 bares y 95°C, produce harina con calidad inaceptable, tomando como referencia la Norma Técnica Colombiana NTC 646.

Los residuos pesqueros que presentan mayor potencial para la elaboración de harina es la piel residual. El proceso de elaboración de harina de pescado a partir de mezcla de residuos de fileteado, debe ser ajustado con una operación previa de desmineralización o retirarle los residuos óseos antes de ser procesados.

Se recomienda para próximos estudios tener en cuenta la variable color y el efecto que sobre esta causa el tratamiento térmico, debido a que este parámetro influye en la pérdida o degradación de pigmentos y su consecuente cambio de color.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDIA DE BUENAVENTURA 2001.** Plan de ordenamiento territorial de Buenaventura. Buenaventura, Colombia.
- ACUAFICA SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA. 2009.** Biocombustibles, 2009 Obtenido de: <http://www.funde.org/doc/Aquafinca.pdf>
- AQUA.CL, 2005.** Chile podría contar con combustible hecho con aceite de pescado Obtenido de: <http://www.aqua.cl/noticias/index.php?doc=7877>
- AVDALOV, N. 2003.** Manual para Trabajadores de la Industria Pesquera. FAO e INFOPESEA.
- BAILEY, A. 1984.** Capitulo VI: Aceites y grasas industriales. En Composición y características de los distintos aceites y grasas (pág. 149). Reverté S.A.
- BIODISOL, 2008.** España: Producirían biodiesel con grasa de pescado. Obtenido de: <http://www.biodisol.com/biocombustibles/espana-producirian-biodiesel-con-grasa-de-pescado-biocombustibles-energias-renovables-fuentes-alternativas/>
- BMA. 2009.** Buenaventura Medio Ambiente S.A. ESP. Información General de la Empresa . Buenaventura.
- BURGOS, M. 2008.** Producción Más Limpia. Reunión de Miembros de CAIA de America Latina.
- CAMPS, M., & MARCOS, F. 2002.** Los Biocombustibles. Colección de energías renovables. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- CASTRO, A. 1996.** Diagnóstico de la contaminación marina en el pacífico Colombiano. Componente psicosocial de la contaminación marina en Pacífico Colombiano (Túmaco, Buenaventura, Bahía Solano y Guapi). San Andres de Tumaco: Centro Control Contaminación del Pacífico.
- CASTRO, P., COELLO, J., & CASTILLO, L. 2007.** Soluciones Prácticas ITDG. Recuperado el 2010, de Opciones para la producción y uso del biodiesel en el Perú: <http://books.google.com.co/bkshp?hl=es&tab=wp>.
- CONCHILLO, I. 2006.** Alimentos funcionales. Componentes funcionales en aceites de pescado y de alga. Recuperado el 2010, de Nutrición Hospitalaria, 369-373.: <http://www.nutricionhospitalaria.com/mostrarfile.asp?ID=3046>
- C.YLING, R.J LI. 2009** Fuel properties of biodiesel produced from the crude fish oil from the soapstock of marine fish, Fuel processing Technology 90130-136.
- HOOFF, V. B., MONROY, N., & SAER, A. 2008.** Producción Más Limpia. Paradigma de gestión ambiental. Santa Fé de Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A.
- HUSS, H. 1998.** El pescado fresco: su calidad y cambios de su calidad. Recuperado el 2010, de FAO Documento Técnico de Pesca No. 348: <http://www.fao.org/docrep/v7180s/v7180s05.htm#4.2> Lípidos
- MA, F., & HANNA, M. 1999.** Biodiesel Production: A review. Bioresource Technology, 1-15.
- MADR. 2008.** Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el Septiembre de 2010, de <http://2016/www.minagricultura.gov.co/02componentes/05biocombustible.aspx>
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE REPUBLICA DE COLOMBIA. 1997.** Política Nacional de Producción Más Limpia. Santa fé de Bogotá.
- OESTREICH, A., SANTOS, M. K., & ROCCO, V. M. 2006.** Producción más limpia y competitividad. Un camino hacia la excelencia empresarial sustentable. Revista de antiguos alumnos de IEEM .
- OJEDA, Y., SANCHEZ, T., LEON, L., & VASQUEZ, M. 2007.** Tecnologías de producción de biodiesel. Programa Nacional de Energía y Minería. Informe de Vigilancia tecnológica, Bogotá DC. Colciencias.
- RESTREPO, M. 2006.** Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. Artículo de revisión. Corporación Universitaria Lasallista.

- RODRIGUEZ, J., & CLAVIJO, J. 2008.** Fuentes Alternas de Energía No. 2. Biodiesel. ISBN 978-958-8095-42-4. Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- ROJAS, G., GIRÓN, G., & TORRES, H. 2009.** Variables de Operación en el Proceso de Transesterificación de Aceites Vegetales: Una Revisión - Catálisis Química. Palmira.
- RUBIO-RODRÍGUEZ, N., BELTRÁN, S., JAIME, I., DE DIEGO, S., SANZ, M., & ROVIRA, C. 2009.** Production Of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Concentrates: A Review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11 (2010) 1–12.
- SANDBOL, P. 1993.** Nueva tecnología en la producción de harina de pescado para piensos: Implicaciones sobre la evaluación de la calidad. IX Curso de especialización FEDNA. Barcelona.
- UNEP; CCI; FIDIC. 1995.** Manual de capacitación sobre sistemas de gestión ambiental. UNEP.
- VÉLEZ, R., ROJAS, A., & MORA, C. 2008.** El Biodiesel, Una Fuente Combustible Para La Generación De Energía Eléctrica En Comunidades Aisladas. Publicado en la revista: *Revista Fuentes alternas de Energía No. 2. Biodiesel*, ISBN 978-958-8095-42-4.
- WINDSOR, M., & BARLOW, S. 1984.** Introducción a los subproductos de la pesquería. Zaragoza: Acribia.

**CAPÍTULO 5:  
AGROINDUSTRIA PESQUERA,  
AMBIENTE Y SOCIEDAD**

*Raquel Vélez Peña  
Diana N. Castellanos Mendoza  
Julio A. Delgado Delgado  
Juan Carlos Clavijo Salinas*

## 5.1 SANEAMIENTO AMBIENTAL

La calidad de vida de las personas, las condiciones para generar productos y servicios son afectadas por la falta de calidad, cantidad, continuidad y costo del agua potable, además de la *disposición de excretas y de residuos sólidos* de una manera inadecuada; estos factores asimismo afectan la integridad de todas las fuentes de agua, como por ejemplo las cuencas hidrográficas. Estas carencias propician ambientes que dan pie a la generación de enfermedades y disminuyen la productividad de una población (CASTRO, y otros, 2009).

Es así que el agua y el saneamiento tienen un papel importante en la generación de ambientes sanos, por las implicaciones que tiene en el desarrollo y la salud de una población. Por tal motivo gozan de protección en las leyes y normas internacionales de los derechos humanos, en el derecho internacional humanitario y en la Constitución Política de Colombia. Dentro de los compromisos asumidos por el Estado Colombiano se destaca los adquiridos en la Cumbre del Milenio, en donde se comprometió para el 2015 reducir al 50% la población sin acceso sostenible a agua potable y a saneamiento básico (UNICEF, 2005).

Diversas entidades e instituciones han dado definiciones sobre saneamiento, como por ejemplo la que da el MINSALUD, en la cual se describe como *"un conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas para el manejo sanitario del agua, excretas, agua residual, residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación"* (MINISTERIO DE SALUD, 2008).

Como también esta la que da el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) que dice que: *"el saneamiento ambiental básico es el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas de salud pública que tienen por objetivo alcanzar niveles crecientes de salubridad ambiental. Comprende el manejo sanitario del agua, las aguas residuales y excretas, los residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos para la salud y previene la contaminación. Tiene por finalidad la promoción y el mejoramiento de condiciones de vida urbana y rural"*.

Pero en concreto el saneamiento ambiental se caracteriza por identificar dentro de sus componentes: el abastecimiento de agua para consumo humano, el manejo y disposición de las aguas residuales, las excretas y residuos sólidos. Así, que a continuación encontraremos algunas generalidades acerca de los tres componentes.

### **Abastecimiento de agua**

El abastecimiento de agua potable es un sistema de etapas que comprende desde la captación del agua hasta la llegada al consumidor, y tiene como objetivo suministrar agua de consumo humano a la comunidad, bajo los criterios de calidad, cantidad, continuidad, cobertura, costo. En los centros de trabajo y los procesos industriales el abastecimiento de agua tiene gran importancia para la vida, la salud y la higiene de los trabajadores, además de representar un recurso fundamental en la generación de productos y servicios (BARRERA, 1987).

Según el Censo de Población realizado por el DANE durante el 2005, la tasa de cobertura de acueducto en Colombia es 83,2%, lo cual refleja un avance con respecto a años anteriores (Figura 5.1). No obstante, prevalece un contraste significativo entre las áreas urbanas y rurales, para las cuales la cobertura de acueducto es de 94,3% y de 47,1% respectivamente. Así mismo, la falta de sistemas de eliminación de excretas constituye una grave amenaza para la salud de los niños, las niñas y la comunidad en general.

Según datos de la misma fuente, la tasa de cobertura de alcantarillado en Colombia es de 73,1% y de nuevo se observa un notorio contraste urbano-rural de 17,8% a 89,7% (DANE, 2005).

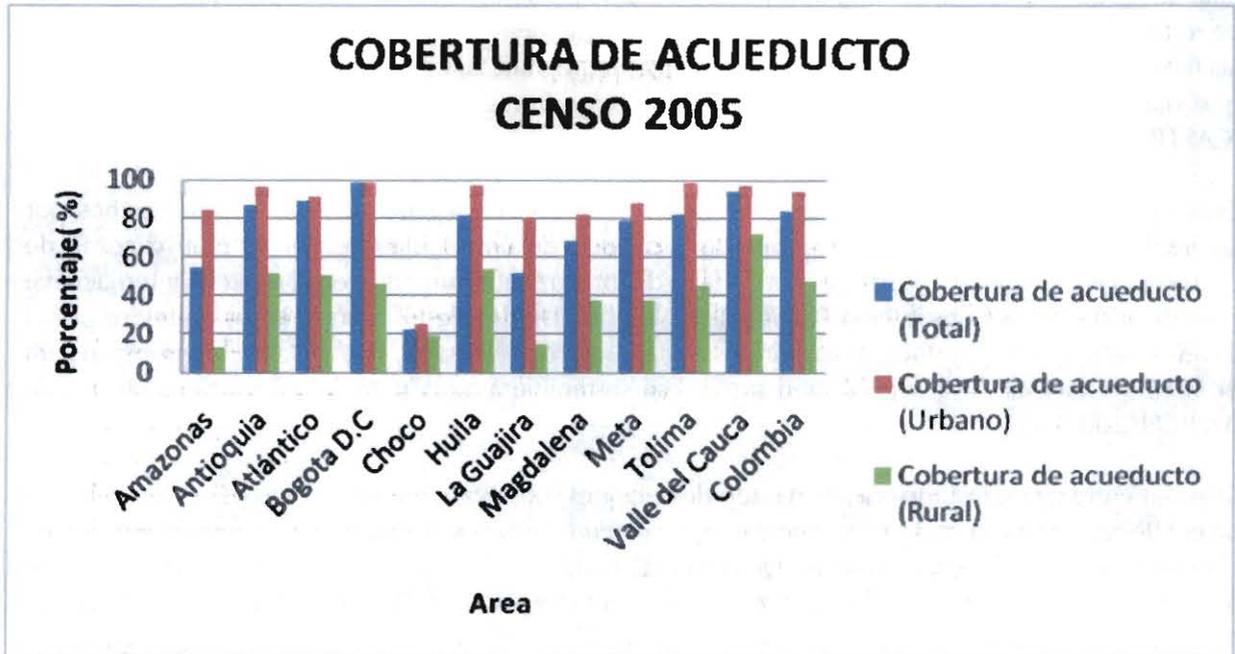


Figura 5.1. Cobertura en Colombia de acueducto según el CENSO 2005.

Fuente: DANE, 2005.

El abastecimiento de aguas se puede realizar utilizando diferentes técnicas, sin embargo el esquema convencional está compuesto por:

- Fuente de abastecimiento
- Obras de captación
- Obras de conducción
- Tratamiento de agua
- Almacenamiento
- Distribución
- Grado de pureza del agua

Para determinar el grado de pureza del agua se debe tener en cuenta el uso para lo cual se destine, ya sea para consumo humano, recreativo, domestico, agrícola, industrial o de preservación de la flora y de la fauna. En Colombia la calidad de agua potable está regida por la Resolución ley 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en donde se destacan algunas características que se encuentran en la tabla 5.1 y 5.2.

### **Aguas residuales y excretas**

Las aguas residuales son todas aquellas que provienen de actividades humanas como pueden ser de las residencias, las instalaciones públicas, los establecimientos comerciales, las industrias, entre otros. Las cuales requieren un adecuado tratamiento antes de ser vertidas a un cuerpo de agua o ser recirculadas en algún proceso productivo.

Tabla 5.1. Características físicas del agua para consumo humano.

| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | EXPRESADAS COMO                            | VALOR MAXIMO ACPETABLE |
|-------------------------|--|------------------------|
| Color aparente          | Unidades de Platino Cobalto (UPC)          | 15                     |
| Olor y sabor            | Aceptable o no Aceptable                   | Aceptable              |
| Turbiedad               | Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT) | 2                      |

Fuente: Resolución ley 2115 de 2007

Tabla 5.2. Características químicas que tienen implicaciones en la salud humana.

| ELEMENTOS, COMPUESTOS Y MEZCLAS DE COMPUESTOS QUÍMICOS QUE TIENEN IMPLICACIONES SOBRE LA SALUD HUMANA | EXPRESADOS COMO              | VALOR MAXIMO ACPETABLE (mg/L) |
|---|------------------------------|-------------------------------|
| Carbono orgánico total  | COT                          | 5,0                           |
| Nitritos  | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> | 0,1                           |
| Nitratos  | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 10                            |
| Floruros  | F                            | 1,0                           |

Fuente: Resolución ley 2115 de 2007

En Colombia se ha determinado unos lineamientos sobre la disposición y calidad de las aguas residuales, los cuales se encuentran enmarcados en el Decreto 1594 de 1984, que establece los criterios de *Uso Del Agua y Residuos Líquidos*. En dicha legislación se establece que es necesario realizar análisis respecto a por lo menos los siguientes parámetros periódicamente por la Entidad encargada del mantenimiento y administración del recurso:

Tabla 5.3. Parámetros mínimos para medir la calidad del agua.

| Parámetro   | Característica  |
|---|---|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | "Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias" (ROMERO R, 2002).   |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO <sub>5</sub> )    | "La oxidación es activa sobre sales minerales oxidables, así como sobre la materia orgánica biodegradable, que existe en el agua analizada" (HERNANDEZ M, 1997).  |
| Sólidos Suspendidos (SS)                          |   |
| Potencial del ion hidronio (pH)                   |   |
| Temperatura (T)                                   |   |
| Oxígeno Disuelto (OD)                             |   |
| Caudal (Q)  |   |
| Datos Hidrobiológicos                             |   |
| Coliformes (NMP)                                  | "Incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o alidéhido en 24 h a 35-37 °C" (OMS, 2006). |

Fuente: PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 1984.

Dentro de esta legislación es prudente resaltar algunos artículos, como son el art. 60 que “prohíbe todo vertimiento de residuos líquidos a las calles, calzadas y canales o sistemas de alcantarillado para aguas lluvias, cuando quiera que existan en forma separada o tengan esta única destinación”. El art. 86 especifica que “toda edificación, concentración de edificaciones o desarrollo urbanístico, turístico o industrial fuera del área de cobertura del sistema de alcantarillado público, deberá dotarse de sistemas de recolección y tratamiento de residuos líquidos conforme a las normas especiales que para cada caso señalen el mismo y la Entidad encargada del Mantenimiento y Administración del Recurso-EMAR correspondiente”. En el art. 90 se establece que “en ningún caso se permitirán vertimientos de residuos líquidos que alteren las características existentes en un cuerpo de agua” (MINAGRICULTURA, 1984). Es por tal motivo que se debe contar con un sistema de recolección para llevar las aguas residuales a un sistema de tratamiento de aguas residuales en el mejor de los casos, en Colombia según el CENSO del 2005 la cobertura que tenía era del 73,1% del territorio (Figura 5.2), pero aun muchas de las poblaciones no cuentan con un sistema de tratamiento de aguas residuales, esto se destaca en las zonas rurales. Según el RAS 2000 se debe adoptar sistemas convencionales para todas las poblaciones y localidades, estos sistemas se caracterizan por recolectar y transportar aguas residuales o aguas lluvias.

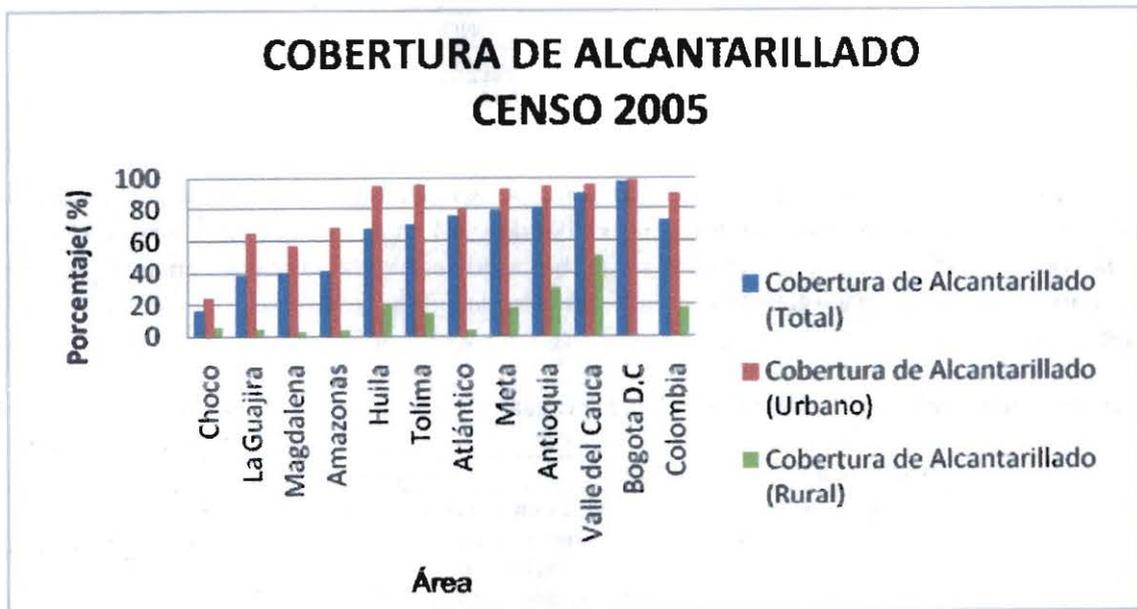


Figura 5.2. Cobertura en Colombia de alcantarillado según el CENSO 2005.

Fuente: DANE, 2005

Las alternativas de tratamiento se seleccionan con base en el estudio individual de cada caso, de acuerdo con las eficiencias de remoción requeridas y con los costos de cada una de las posibles soluciones técnicas (ROMERO, 2002). A continuación se ilustra en síntesis cuales son los procesos que se deben usar, sin significar que todos deben llevarse a cabo en el mismo caso:

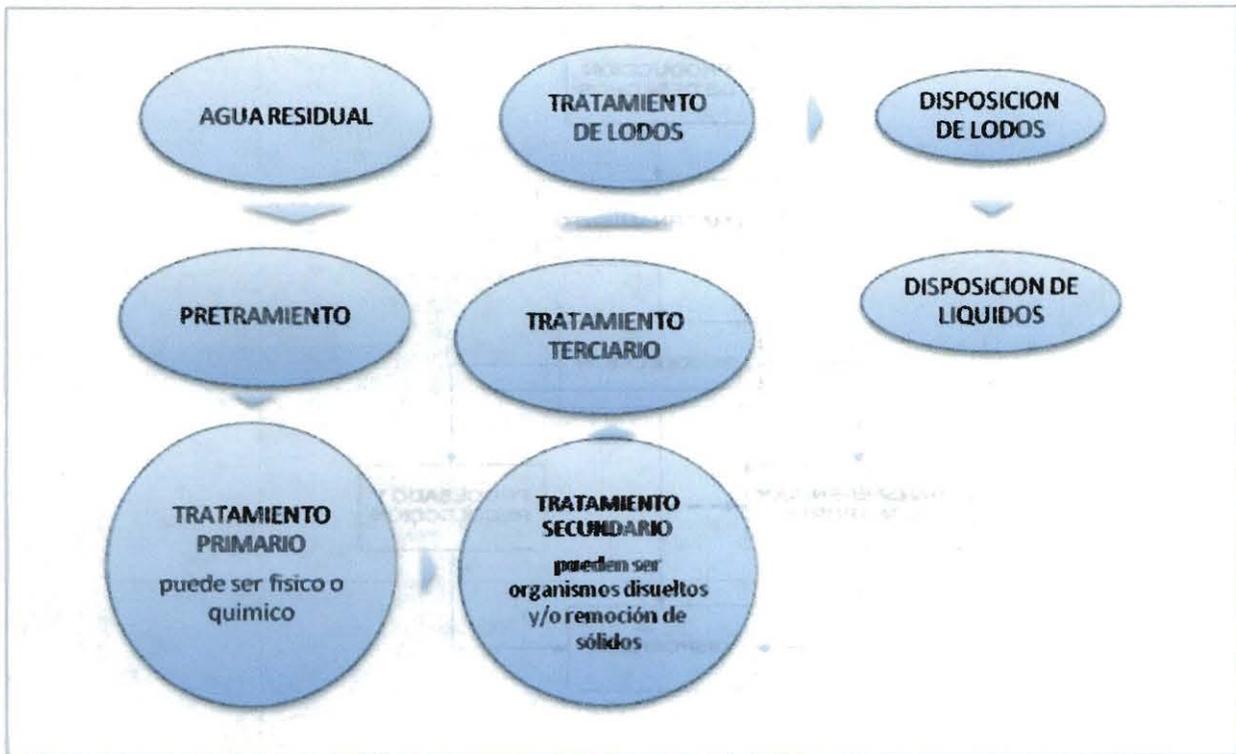


Figura 5.3. Etapas de tratamiento de aguas residuales

Fuente: Autores

### Residuos sólidos

Los residuos sólidos son todos los desechos que proceden de actividades humanas y de animales que son normalmente sólidos y que se desechan como inútiles o indeseados. Esto incluye residuos de los hogares, las actividades industriales, agrícolas, entre otros (TCHOBANOGLOUS, y otros, 1982).

En tiempos ancestrales los residuos sólidos no representaban un inconveniente, ya que la población era pequeña y se contaba con una gran disponibilidad de tierra para disponerlos. En la actualidad se reusa los residuos, hallando un valor energético, de fertilizante y de servicio. Pero por más de esto existe problemas en la disposición lo cual viene desde que el hombre empezó a concentrarse en tribus, poblaciones y comunidades; la acumulación se presentó como una secuencia de vida. La práctica de botar residuos en las calles de las ciudades medievales condujo a la procreación de ratas, con su compañía de pulgas acarreando gérmenes de enfermedades, y la erupción epidémica de la peste, la Muerte Negra, la cual mató la mitad de los europeos en el s. XIV, además de esta subsiguieron muchas más enfermedades dando tributo a la muerte. Hasta el s. XIX que las medidas de control de salud pública se convirtieron en una consideración vital de los funcionarios públicos, ya que se dieron cuenta que la salud pública y el almacenamiento, recolección y disposición inadecuados de desechos tenían una relación muy clara para controlar los vectores de enfermedades (TCHOBANOGLOUS, y otros, 1982).

Para controlar los residuos sólidos es necesaria la implementación de varias actividades como se muestra en la figura 5.4. Dentro de las alternativas está la disposición final de los residuos sólidos la cual consiste en la implementación de un relleno sanitario, el cual consiste en el manejo claro de desechos sólidos, con énfasis en el descargue controlado.

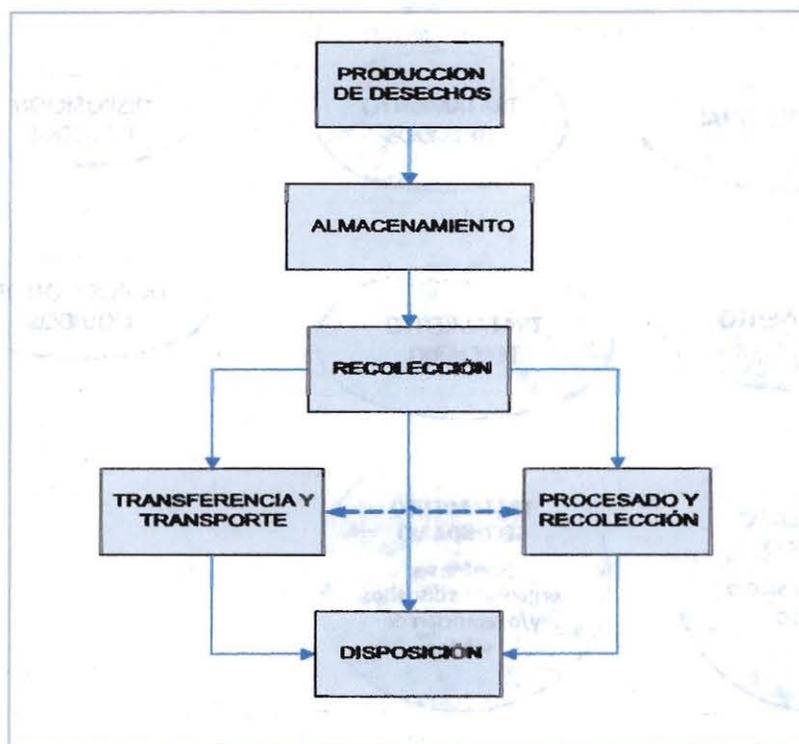


Figura 5.4. Diagrama de las interrelaciones de los elementos funcionales de un sistema de manejo de residuos sólidos

Fuente: TCHOBANOGLIOUS, y otros, 1982

## 5.2 IMPACTO AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE LA AGROINDUSTRIA PESQUERA

### 5.2.1 Generación de residuos en la cadena

En la cadena pesquera, la agroindustria, entendida como el conjunto de operaciones tendientes a agregarle valor y preservar la calidad del producto para la satisfacción del consumidor, inicia en el momento en que el pez toca la cubierta de la embarcación pesquera. La calidad con que llega el pescado a cubierta no se puede mejorar, de modo que en ese momento inicia un conjunto de operaciones destinadas a conservar el producto, el cual primero se selecciona y luego se refrigera en cuartos acondicionados o cavas isotérmicas con hielo (CLAVIJO, 2009).

Ciertas embarcaciones, tanto industriales como artesanales, aplican un nivel mínimo de procesamiento en cubierta, tal como es el descabezado de camarones y el eviscerado de grandes pelágicos en barcos industriales, así como el eviscerado de especies medianas en barquetas artesanales. Sin embargo, casi en su totalidad, estas prácticas se realizan en tierra (CLAVIJO, 2009).

Una vez el producto llega a las pesqueras en tierra, inician las operaciones de conservación, preservación y agregación de valor que incluyen: enfriamiento, congelamiento, descascarado, descabezado, en el caso de la pesca roja (crustáceos, moluscos), eviscerado, descamado, troceado, fileteado, ahumado, en el caso de la pesca blanca (todos los peces) y empacado. Luego el producto es distribuido a puntos de venta locales o en otras ciudades, o a través de las mujeres procesadoras y comercializadoras de pescado, conocidas popularmente como platoneras (CLAVIJO, 2009).

En ambos casos el aprovechamiento del recurso pesquero cuenta con serias limitaciones técnicas que, entre otras cosas, han contribuido al estancamiento de este subsector. El manejo del producto en las salas de proceso de las agroindustrias pesqueras bonaverenses, ha tenido una reacción lenta frente a las disposiciones legales en términos de calidad, higiene y manejo de residuos principalmente (CLAVIJO, 2009).

Sumado a lo anterior, la zona de mayor concentración agroindustrial pesquera en Buenaventura no cuenta con un servicio de alcantarillado apropiado, de hecho se encuentra roto, por lo cual todos los desechos generados por estas van a dar directamente al mar. El Decreto 1594 de 1984, en el artículo 6, define vertimiento como cualquier descarga líquida hecha a un cuerpo de agua o a un alcantarillado, pero en estas salas de proceso los residuos generados, tanto sólidos como líquidos, son arrastrados por las aguas de lavado. En el mejor de los casos, estas salas disponen de rejillas retenedoras de sólidos; cuando no es así, todo se va al alcantarillado o es arrojado directamente al mar, llevando consigo una elevada carga orgánica. Solo en Buenaventura el 77,39% de las basuras y desechos con capacidad de ser basuras marinas, está conformado por material orgánico, incluyendo restos de pescados, huesos y estopa de coco (ESCOBAR, 2006).

La capacidad del mar para asimilar esas cargas está determinada entre otros factores, por el tipo de ecosistema: los alrededores de Buenaventura corresponden a estuarios, los cuales son ecosistemas frágiles y su capacidad para asimilar carga orgánica es menor comparada con la de mar abierto. Para asegurar que la carga orgánica de los vertimientos de las salas de proceso sea bien asimilada por el mar, es necesario que haya un conducto que llegue hasta allá, pero no es así. De hecho, la desembocadura de vertimientos en Buenaventura ocurre en plena costa, lo cual, aunque no es el problema que aborda directamente este proyecto, sí agrava la situación del manejo de residuos en la ciudad.

Hay pocos estudios acerca de los desechos o basuras marinas en el pacífico, sobre todo cuando provienen de un mal manejo en las fuentes terrestres. Los documentos disponibles constituyen aproximaciones a la situación de las basuras en todo el pacífico colombiano, mas no ofrecen una cuantificación y caracterización de los residuos generados por fuentes específicas en tierra que permita identificar impactos ambientales y su potencial de aprovechamiento con el fin de mitigar y reducir estos impactos.

Consultas realizadas a personas pertenecientes al subsector pesquero de Buenaventura, indican que los residuos pesqueros han sido utilizados de diversas formas: Vejigas para la producción de aceites, pieles para curtiembre, tejidos de sostenimiento para la producción de medicamentos, etc. Pero no han sido proyectos consistentes debido a las limitaciones financieras, tecnológicas y de comercialización.

Las disposiciones legales sobre residuos no se han hecho efectivas en esta zona, debido a las dificultades presupuestales, la informalidad de la actividad y la misma cultura. Hacer entrar en rigor estas leyes sin estas consideraciones ocasionaría un colapso en este subsector de la economía bonaverense.

### 5.2.2 Contaminación por residuos lipídicos de la industria pesquera en Buenaventura

A pesar de que la pesca representa un renglón importante en la economía Bonaverense, este sector presenta serias dificultades de acceso al servicio de alcantarillado, motivo por el cual las empresas comercializadoras de pescado fresco ubicadas en la zona insular, vierten sus aguas residuales directamente al mar sin ningún tipo de tratamiento. Esto ha generado problemas de contaminación que repercuten directamente con su actividad comercial y la de la comunidad en general por la presencia de malos olores y un ambiente marino degradado visualmente (CLAVIJO, 2009).

Las grasas y aceites que aporta la industria pesquera se encuentran principalmente en los residuos sólidos como vísceras, restos de fileteado, en las aguas de proceso, y en las grasas que se derivan de la producción de harina. La inadecuada disposición final de este tipo de residuos genera problemas en el ecosistema acuático ya que interfieren con el intercambio de oxígeno entre el agua y la atmósfera, debido a su acumulación en la superficie formando películas que no solo impiden este intercambio sino que generan una mala apreciación visual del medio marino. (CLAVIJO, 2009).

Las grasas y aceites son consideradas sustancias lentamente biodegradables y por ende dificultan los procesos convencionales de tratamiento de aguas servidas por lo cual deben separarse en unidades especiales llamadas trampas de grasa. Ante la ausencia de alcantarillado municipal en Buenaventura para tratar los vertimientos de las empresas procesadoras de pescado, estas llegan al agua marina reduciendo el oxígeno disuelto alterando así las cadenas tróficas.

Por otro lado, las estearinas o grasas saturadas procedentes de la producción de harina al ser enterradas o depositadas en el mar aceleran los procesos de acidificación de las aguas, aumentan la demanda biológica de Oxígeno DBO, impiden el paso de la radiación solar y en consecuencia afectan a las especies marinas que habitan en el sitio.

Existe otro tipo de factores que contribuyen con los procesos de contaminación provocados por la industria harinera y están relacionados con la generación de efluentes ricos en proteínas sólidos totales (ST), grasa y cenizas. En la figura se ilustra la metodología desarrollada para reducir la carga contaminante y aprovechar los materiales orgánicos (GARCÍA SIFUENTES, 2007).

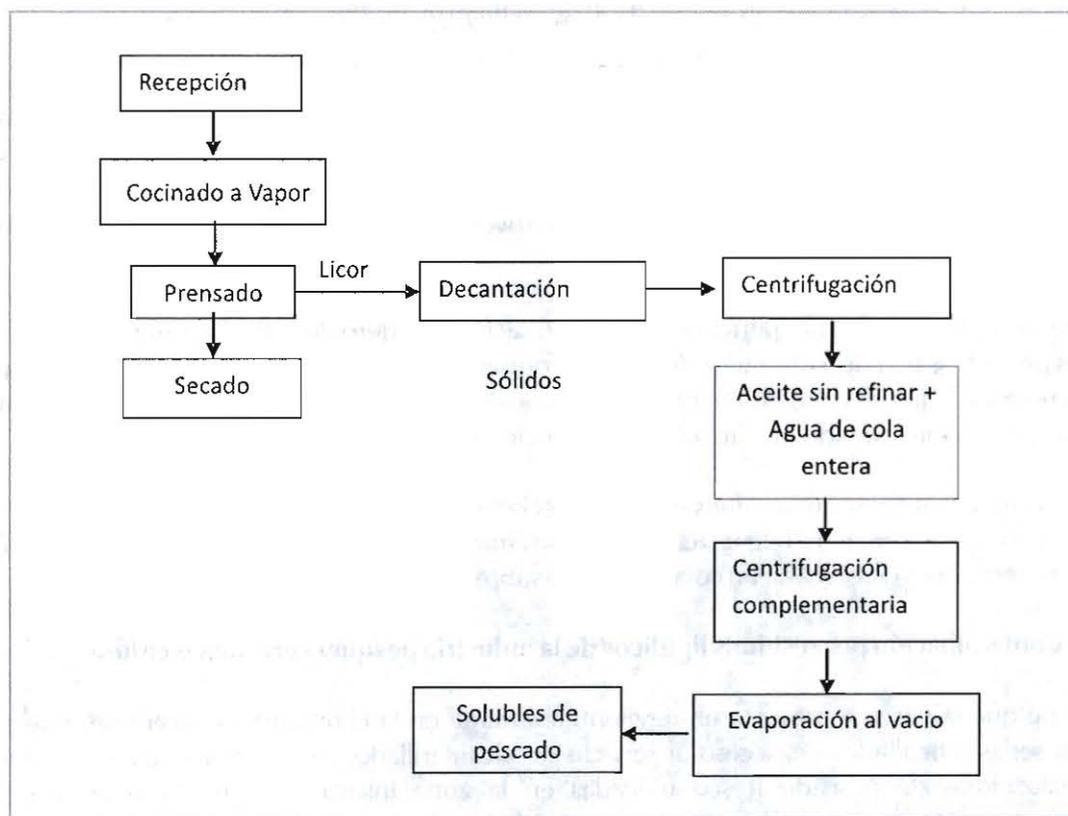


Figura 5.5. Diagrama de flujo para tratamiento de efluentes del procesamiento de harina de pescado.  
Fuente: GARCÍA, 2007

### 5.3 DIAGNÓSTICO DE LA INFRA ESTRUCTURA DE SANEAMIENTO EN BUENAVENTURA

#### 5.3.1 Aguas residuales

En la actualidad el sistema de alcantarillado del distrito de Buenaventura está dividido en dos sectores, uno ubicado en la zona Continental y el otro que se encuentra enmarcado en la zona de la Isla de Cascajal. El sistema implementado es de tipo sanitario y tiene muchas conexiones inadecuadas, lo que ha permitido el acceso a aguas lluvias, así que esta red de alcantarillado tiene un sistema combinado.

En la tabla 5.4 se registran las redes de alcantarillado de la ciudad, cuenta con aproximadamente 239.000 metros de redes de las cuales el 2% de la totalidad de las redes instaladas se encuentran en mal estado.

Tabla 5.4. Redes o colectores existentes.

| Tubería                   | Concreto (M) | Gres (M) | GRP (M) | Ladrillo (M) | PVC (M) | Sin Identificar | Total   |
|---------------------------|--------------|----------|---------|--------------|---------|-----------------|---------|
| Longitud total de tubería | 126.386      | 931      | 32.033  | 40           | 47.354  | 32.620          | 238.963 |
| En mal estado             | 3.045        | 0        | 0       | 0            | 711     | 666             | 4.422   |
| Porcentaje en mal estado  | 2%           | 0%       | 0%      | 0%           | 2%      | 2%              | 2%      |

Fuente: HIDROPACÍFICO, 2010

Estas redes son las que transportan el agua residual y lluvia a los diferentes descoles o vertimientos directos a las fuentes o vertientes superficiales de la ciudad. Este escenario es el resultado del crecimiento acelerado de la población y la falta de planificación de la ubicación de los asentamientos humanos, sumado las condiciones topográficas que tienen una diferencia de pendientes entre las vías y las infraestructuras, lo que se constituye en inversiones costosas y pérdidas por la no utilización de las redes por los usuarios (Alcaldía de Buenaventura, 2001).

A falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales en el sistema de alcantarillado de la ciudad las aguas servidas son vertidas de manera directa (existen 717 descoles) a las fuentes superficiales y a la bahía de Buenaventura, pero debido al flujo y reflujo de las mareas se realizan programas rutinarios de mantenimiento y limpieza de las redes de alcantarillado y sumideros del sistema.

En la actualidad existen en el sistema de alcantarillado de la ciudad 4 estaciones de bombeo de las cuales una está en rehabilitación (estación del centro) y una funciona al 40% de su capacidad (estación de pueblo nuevo), las otras están fuera de funcionamiento. Estas estaciones en un futuro serán las encargadas de recolectar las aguas residuales de toda la ciudad y transportarlas a las futuras Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) proyectadas en el sistema. Esto refleja que en la actualidad no se cuenta con un sistema idóneo de estaciones de bombeo en toda la ciudad, porque no se cumple con la capacidad de los diámetros de diseño y se encuentran en deterioro necesitando ser rehabilitadas.

Actualmente entregan de manera directa a la bahía las aguas residuales provenientes de los sectores pesquero, maderero, industrial, procesadores de alimentos y bebidas, comercio, área portuaria, muelle petrolero y comunidad. Los impactos ambientales que el proceso de vertimientos viene causando a la anterior, pone de manifiesto lo dicho en el párrafo anterior.

Los puntos de descarga más significativos (por cobertura y por contar con sistemas de bombeo), son: uno en el centro (isla Cascajal, donde existe un incipiente emisario submarino que corre paralelo al muelle turístico, penetrando unos 800m a la bahía), longitud que además de precaria no tiene objeto pues se encuentra rota a escasos metros de su salida de la isla de Cascajal y se puede observar la evacuación de las aguas residuales apenas se entra al muelle. Tres en el sector de Pueblo Nuevo, donde se localiza el mayor número de empresas pesqueras y procesadoras de recursos hidrobiológicos. Cinco en el barrio El Firme.

En el sistema de alcantarillado de Buenaventura se realizan mantenimientos a los diferentes componentes entre los cuales se encuentran los sumideros de aguas lluvias, este programa se realiza de manera mensual, logrando limpiar aproximadamente 700 sumideros por mes en toda la ciudad.

**Tabla 5.5. Sumideros de aguas lluvia en el Distrito de Buenaventura.**

| Sectores  | Sumidero     |
|---|--------------|
| <b>Isla</b>   |              |
| Centro hasta la calle sexta                             | 1516         |
| Pueblo Nuevo, Centenario, Viento Libre, barrio el Firme | 1424         |
| Barrio el Jorge, Palo Seco, Lleras, Alfonso López       | 1390         |
| Sector portuario  | 20           |
| <b>Parcial</b>  | <b>4350</b>  |
| <b>Continental</b>                                      |              |
| Barrios desde el Piñal hasta la Transformación          | 4290         |
| Barrios desde Laureles hasta el puente al pailón        | 2219         |
| Barrios de la comuna 12                                 | 323          |
| <b>Parcial</b>  | <b>6832</b>  |
| <b>Total del programa de mantenimiento</b>              | <b>11182</b> |

Fuente: HIDROPACÍFICO, 2010

Producto de la sedimentación de los sólidos contenidos en el agua residual y lluvia se realizan mantenimiento a cámaras de inspección del sistema de alcantarillado de manera manual y con equipo mecánico (carro vac con). En el año 2009 se realizaron aproximadamente 2000 limpiezas de cámaras, las cuales generan un volumen importante de sólidos con materia orgánica e inorgánica.

Dentro del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, se tiene planeado construir 4 plantas de tratamiento de aguas residuales en el municipio, en la zona Continental hay proyectadas tres que son la de la zona de Santa Cruz, Vella Vista y la del Pailón, en la zona insular se proyecta la cuarta la cual tratará todas las aguas residuales de la isla.

El Plan Maestro de alcantarillado en la primera etapa prevé la construcción de 18,35 Kms de colectores y 431 pozos de inspección con una capacidad de 326 Lp/s, 31 Lp/s y 74 Lp/s en la Nueva Frontera, Santa

Cruz y La Inmaculada respectivamente. En estos sectores la primera etapa del Plan Maestro prevé 3218 Conexiones Domiciliarias con una cobertura del 100% en estos sectores.

#### 5.4 PESCA Y SOCIEDAD: EL CASO ESPECIAL DE LAS PLATONERAS

Dentro de la cadena pesquera de Buenaventura, existe una actividad poco vista pero no menos importante que es realizada por más de 300 mujeres pertenecientes a estratos socio económicos bajos, la cual consiste en la compra y comercialización de recursos pesqueros. Esta actividad participa significativamente en el desarrollo regional del Pacífico Colombiano, es un escalafón de gran importancia en toda la cadena de pesca, ya que ellas distribuyen los diferentes productos pesqueros al consumidor regional principalmente, favoreciendo la dieta y motor importante en la economía del municipio; desafortunadamente los problemas económicos, la falta de un plan de desarrollo armónico y las precarias formas en las que esta actividad se realiza actualmente, han conducido a una reducción de esta actividad.

##### 5.4.1 Las Mujeres platoneras

Basado en documentos de caracterización de la mujer afro descendiente, se puede realizar un paralelo y ubicar las mujeres platoneras, dentro de este grupo; la mayoría de las mujeres platoneras no cuenta con estudios, viven en los barrios más vulnerables de Buenaventura y la mayor parte de su tiempo lo pasan en el trabajo, poseen costumbres y conocimientos ancestrales de gran importancia (CVC, 2008). En la figura 5.6. se observa que las mujeres afro descendientes se caracterizan por tener algún tipo de empleo ya sea por contratación de manera directa (empleada) o indirecta (subempleada).

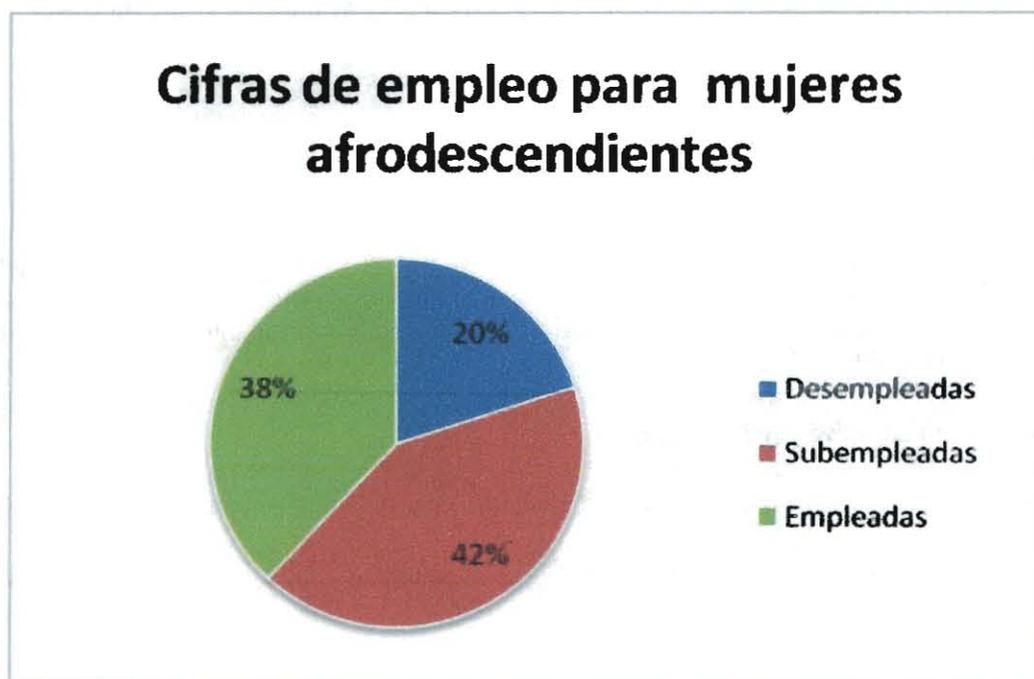
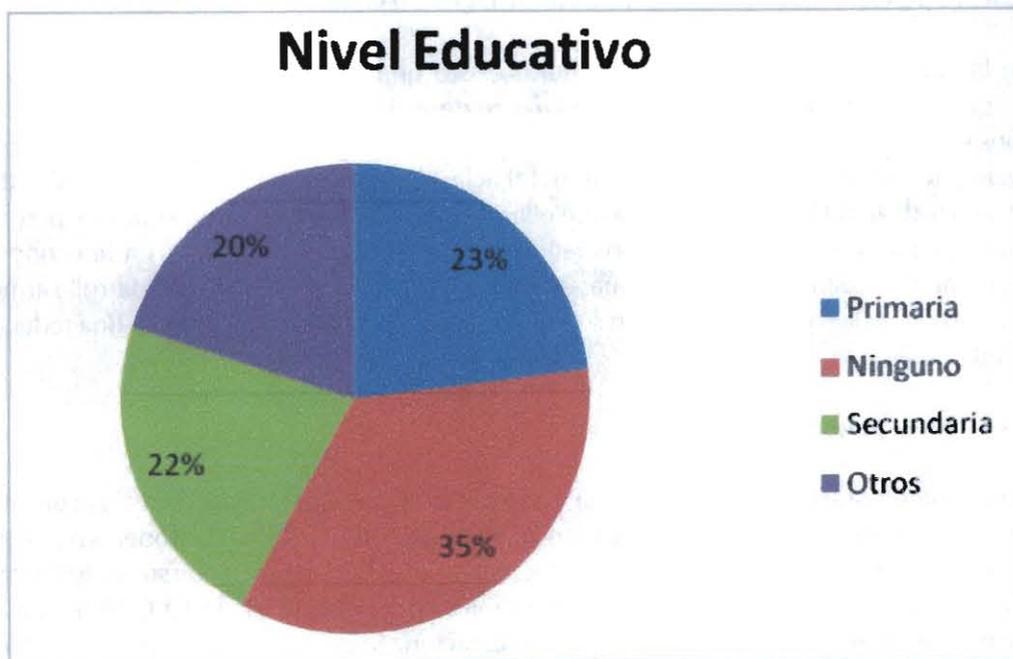


Figura 5.6. Tipo de empleo para las mujeres afro descendientes del Valle del Cauca.

Fuente: Basado en Encuesta realizada al sector pesquero de pueblo nuevo y datos de secretaria de género. (SECRETARÍA DE EQUIDAD DE GÉNERO PARA LAS MUJERES VALLECAUCANAS, 2006).

Las mujeres comercializadoras de recurso pesquero se encuentran dentro del 42% de mujeres

afrodescendientes subempleadas, este tipo de trabajo no les genera condiciones tales como, seguridad social, pensión, entre otros (SECRETARÍA DE EQUIDAD DE GÉNERO PARA LAS MUJERES VALLECAUCANAS, 2006)



**Figura 5.7. nivel educativo de las mujeres afro descendientes del valle del cauca.**

Fuente: Basado en Encuesta realizada al sector pesquero de pueblo nuevo y datos de secretaria de género. (SECRETARÍA DE EQUIDAD DE GÉNERO PARA LAS MUJERES VALLECAUCANAS, 2006)

Según la figura 5.7, el 58% de las mujeres afrodescendientes poseen un nivel educativo de primaria o ninguno, encontrándose la mayoría de las platoneras en este grupo, algunas de ellas no saben leer ni escribir.

De igual forma, dentro de los antecedentes y visitas a las mujeres platoneras, se encontró que las enfermedades que más les afecta, son las relacionadas con el deterioro en los huesos, debido al constante transporte de los platones cuando se hace la venta de manera ambulante; al igual que la artritis y fuertes dolores de espalda.

#### 5.4.2 La cadena productiva y su inclusión.

La actividad de las mujeres platoneras está dividida en dos fases (MACKENZIE & MASTEN, 2005)

1. Compra del producto pesquero y transporte al puesto de trabajo, consiste en la compra en alta o bajamar de los recursos pesqueros a los pescadores artesanales y su respectivo transporte al sitio de trabajo.
2. Proceso de comercialización, consiste en la adecuación y distribución de los productos.

En la figura 5.8 se esquematizan las diferentes actividades realizadas por las platoneras para la comercialización del recurso pesquero.

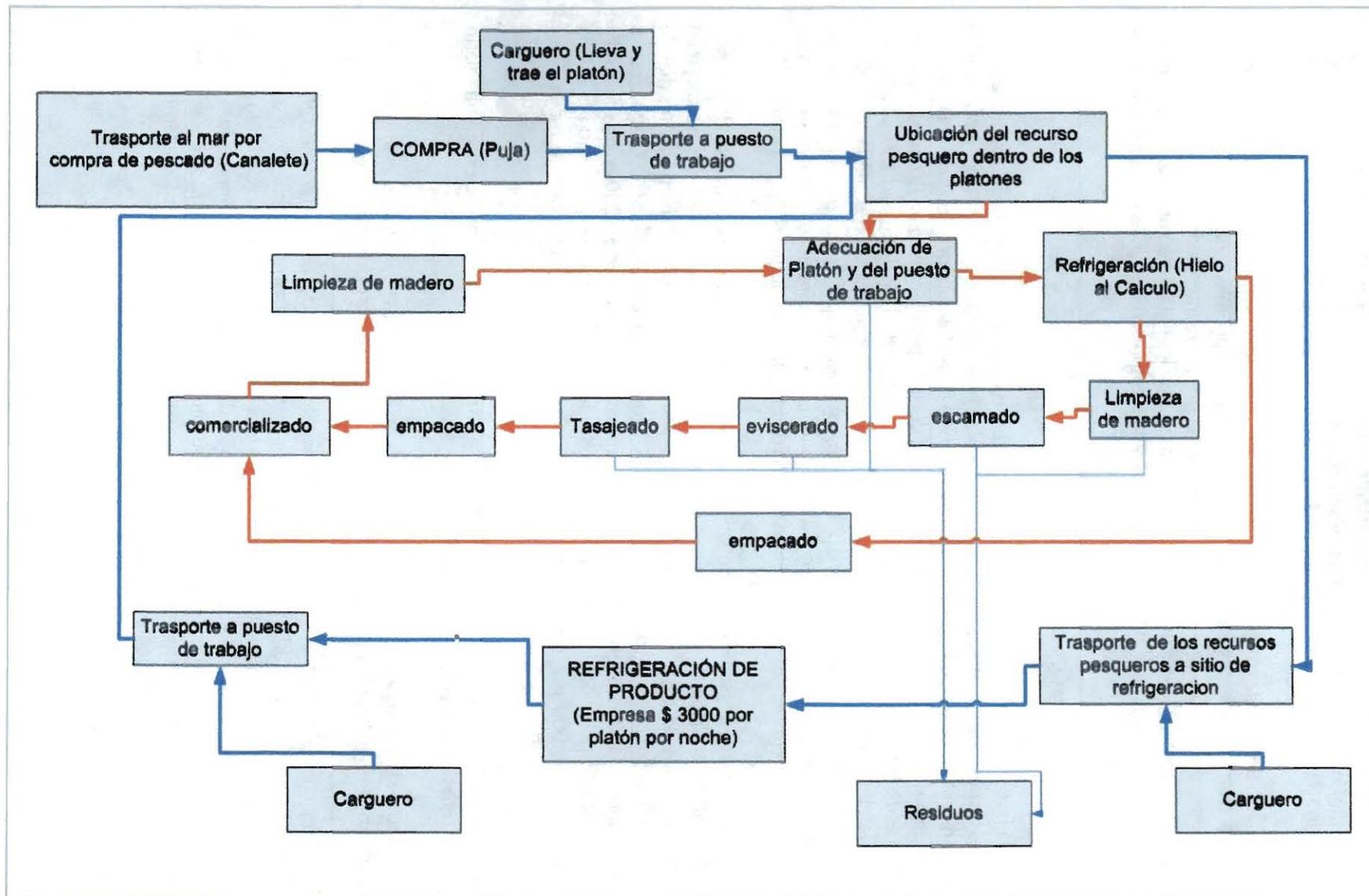


Figura 5.8. diagrama de flujo de la actividad laboral realizadas por las mujeres comercializadoras de recurso pesquero "platoneras".

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta que la pesca es un importante eslabón en la economía del puerto y que las "platoneras" están inmersas en esta cadena productiva, se recopilaron datos para contextualizar el impacto social de esta actividad, desde el punto de vista de las mujeres "platoneras".

Las condiciones sociales de estas mujeres no son las mejores, todas tienen problemas económicos lo que las ha llevado a buscar diferentes formas de adquirir recursos económicos para poder mantener su actividad de comercialización, la principal fuente de recursos sin intermediarios son los famosos prestamistas "gota a gota", ellas recurren a estas personas ya que las entidades gubernamentales no les facilitan la posibilidad de prestaciones bancarias o subsidios empresariales, pues no cumplen con los requisitos mínimos por su bajo nivel económico

### **Costos económicos de cada fase.**

Para la primera fase solo un bajo porcentaje de las mujeres se desplaza en su canaleta en busca de las embarcaciones de pescadores artesanales quienes les venden producto a un menor costo, esta actividad es una puja constante hasta encontrar un punto de equilibrio entre "platonera y pescador". El costo de una canastilla de pescado varía según la especie y la época del año, por ejemplo para Pargo Rojo el costo de la canastilla es de \$400.000, esto equivale a aproximadamente a 90 libras de pescado. Para llevar este producto desde el muelle de desembarque hasta el punto de comercialización (Galería José Hilario López), tiene un costo de \$1.000 por platón, por lo tanto asumiendo que se realizó la compra de una canastilla de pescado y que esta a su vez ocupa el volumen de un platón, el costo de esta fase es de \$401.000, esto sin tener presente el costo de trabajo de la platonera en la compra del producto.

Para la segunda fase, los costos se incrementan un poco, primero en promedio una canastilla de pescado es vendida en 4 días, esto significa que durante 4 días la "Platonera" debe pagar el derecho a trabajar en la Galería lo que asume un coste de \$2.000 por día, \$8.000 en total, además debe pagar tres días de refrigeración, el costo por noche es de \$2.000 por platón, lo que darían un total de \$6.000 otro costo es el hielo para mantener las condiciones de refrigeración, aproximadamente son \$7.000 en una canastilla de pescado, en el transporte de llevar y traer el platón desde el sitio de refrigeración hasta la galería asume un costo de \$6.000 por tres días para la canastilla. Por lo tanto el costo de esta fase es aproximadamente \$27.000.

Ahora el costo laboral de esta actividad lo orientaremos y asumiremos a que ellas devengan un salario mínimo, por lo tanto durante 4 días ganarían  $17.000 \times 4 = \$68.000$ .

Para ellas el costo de una canastilla de pargo Rojo tendría un costo de \$496.000, si se asume que cada canastilla tiene en promedio 85 libras, el costo por libra sería de \$5.800 aproximadamente.

Lamentablemente ellas no hacen este tipo de análisis, ellas solo venden su producto teniendo en cuenta mínimas ganancias, en muchas ocasiones perdidas ya que puede suceder que el producto no se vendió en 4 días, por lo tanto esto incrementa los costos. Cuando el pescado no ha sido comercializado por más de 4 días, ellas proceden a salarlo y secarlo, esta actividad de supervivencia aumenta los costos y disminuye el peso. Cada vez que ellas requieren de más producto para comercializar y sus ingresos económicos son menores tiene que verse obligadas a solicitar préstamos "Gota a Gota" lo que trae consigo mayores intereses y detrimento en la calidad de vida.

# **AGROINDUSTRIA PESQUERA EN EL PACÍFICO COLOMBIANO: GESTIÓN DE RESIDUOS PECUARIOS EN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA**

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, impreso en Palmira Valle Colombia, en el 2011, en Litotamara S.A., 65 unidades, en tipografía Zapfthumnst BT de 18,11, 10, 9, 8 puntos, impresión de la caratula en propalcote de 240 grs y hojas internas en papel bond de 75 grs.

### Utensilios y Herramientas

Para el desarrollo de esta actividad no se utilizan las herramientas adecuadas, en algunas ocasiones por desconocimiento o por no aumentar los costos económicos, estas malas prácticas pueden traer contaminación del producto comercializado como lo muestra los análisis de coliformes totales realizado al agua que está en contacto con el producto en el platón (ver Tabla 5.6).

Tabla 5.6. Análisis de Coliformes totales de las aguas

| ENTIDAD    | MUESTRAS       | DILUCIONES       | RESULTADO PROMEDIO |
|------------|----------------|------------------|--------------------|
| PLATONERAS | m <sup>3</sup> | 10 <sup>-1</sup> | 2860000<br>UFC/ml  |
|            |                | 10 <sup>-2</sup> |                    |
|            |                | 10 <sup>-3</sup> |                    |

### Generación de Residuos – Alternativa

En el proceso de comercialización de recursos pesqueros, las platoneras generan cierta cantidad de residuos con un alto potencial de aprovechamiento, este potencial podría ser utilizado en la generación de nuevos productos y a su vez el mejoramiento de la calidad de vida de estas personas. Teniendo en cuenta el factor de pérdida de residuos es de 10.8%, entonces se estima que la cantidad de residuos generados es de aproximadamente ½ tonelada por "platonera" al año (ver Tabla 5.7).

Tabla 5.7. Generación de residuo y costo económico

| Costo económico de los residuos de pargo rojo<br>(Calculado Para 1 Canastilla)1 Canastilla) |                   |          |         |
|---|-------------------|----------|---------|
| PESO PESCADO ENTERO   | FACTOR DE PERDIDA | RESIDUOS | COSTO   |
| 80,5 lb   | 10,80%            | 8,7 lb   | 43229,8 |

| Cantidad de residuos aprovechables de pargo rojo<br>(Calculado a un año) |                   |                  |                    |
|--|-------------------|------------------|--------------------|
| CANASTILLAS ANUAL  | FACTOR DE PERDIDA | RESIDUOS         | RESIDUOS GENERADOS |
| 96 - (80 lb)   | 10,80%            | 10,4 Canastillas | 932 lb             |

### Integración y Asociación

Dentro de las falencias encontradas en la actividad de comercialización realizada por las mujeres platoneras, se encuentra la dificultad de encontrar un sistema de organización, existe una desconfianza mutua, sería muy importante para el desarrollo social de estas personas que contaran con una orientación profesional y capacitaciones sobre cooperativismo.

### **Mujer y Medio Ambiente**

Las mujeres son asociadas confiables para la búsqueda sostenible de los recursos naturales, para el manejo adecuado de los ecosistemas y su uso racional (LEYTON, y otros, 2007).

Pero no se ha reconocido suficientemente y siguen relegadas de los beneficios y programas de proyectos ambientales. Teniendo en cuenta que estas personas poseen un alto nivel de conocimiento de su labor y que con capacitaciones se podría obtener unas buenas líderes ambientales que luchan por sus condiciones laborales y le muestren a la comunidad lo importante que es su actividad.

#### **5.4.3 Conclusiones**

Es admirable como estas personas logran mantener esta actividad, aquí se debería implementar sistemas de crédito para ellas, capacitaciones entre otras alternativas para de esta manera tener mejores condiciones laborales, deberían ser dotadas de sistemas de refrigeración que sean utilizados para disminuir los costos de adecuación del producto, en fin existen muchas alternativas que permitirían el mejoramiento de esta actividad tan importante.

Para mejorar las condiciones laborales de estas mujeres es necesario que la industria pesquera preste su apoyo y conocimiento para este sector.

Es necesario la implementación de un planta transformadora de residuos, para generar productos con un valor económico.

Aprovechar el impulso de algunos líderes para adoptar estas propuestas de mejoramiento.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Buenaventura. 2001.** Plan de Ordenamiento Territorial de Buenaventura. Buenaventura, Colombia : s.n., 2001.
- BARRERA, Clara. 1987.** Guía de Saneamiento Básico Industrial. 1987.
- CASTRO, Rosario y PEREZ, Rubén. 2009.** Guía para acciones a nivel local. [recopil.] CEPIS. Saneamiento rural y salud. Diciembre de 2009.
- CEPIS. [En línea] [Citado el: 18 de Febrero de 2010.]** <http://www.cepis.ops-oms.org/cepis/e/cepisacerca.html>.
- CEPIS. Saneamiento Básico/CEPIS. [En línea] [Citado el: 18 de Octubre de 2009.]** <http://www.cepis.org.pe/cepis/e/cepisacerca.html>.
- CLAVIJO S., J. 2009.** Tesis de Pregrado. Formulación de una Estrategia de Competitividad para la Cooperativa Multiactiva de Pescadores Artesanales de Buenaventura. s.l. : Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Junio de 2009.
- CVC. 2007.** ATLAS AMBIENTAL URBANO. ATLAS AMBIENTAL URBANO. 2007.
- DANE. 2005.** Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Cobertura Servicio de Acueducto. **DNP. [En línea]** <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/DesarrolloTerritorial/OrdenamientoyDesarrolloTerritorial/OrdenamientoTerritorial/tabid/274/Default.aspx>.
- ESCOBAR, Jairo. 2006.** Primera aproximación al problema de las basuras en el Pacífico Colombiano. Ponencia en el Taller Regional sobre manejo sostenible de la basura marina en el Pacífico Sudeste. 2006
- GARCÍA SIFUENTES, C. 2007.** Generación De Efluentes Con Baja Carga contaminante y Caracterización De Sólidos Derivados Del Agua De Cola Tratada Por Centrifugación Y Ajuste De pH. Tesis doctorado en ciencias: Diciembre de 2007. México.
- HERNANDEZ M, Aurelio. 1997.** Saneamiento y alcantarillado. Vertimiento de aguas residuales. España : Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1997.
- HIDROPACÍFICO S.A. E.S.P. 2009.** Descripción de redes o colectores existentes. Documentos propios de la empresa.
- MINAGRICULTURA. 1984.** Decreto 1594 de 1984 . Usos del agua y residuos líquidos. 1984.
- MINISTERIO DE SALUD. 2008.** Norma de Saneamiento Ambiental Básico. 2008.
- OMS. 2006.** Guías para la calidad del agua potable. Tercera s.l. : Organización Mundial de la Salud, 2006. Vol. 1.
- RAS. 2000.** Reglamento técnico normativo del sector de agua potable y saneamiento básico. 2000. Vol. Título D.
- RAS. 2000.** Reglamento técnico normativo del sector de agua potable y saneamiento básico. 2000. Vol. Título E.
- RESOLUCIÓN 2115 DE 2007.** Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- ROMERO R, Jairo Alberto. 2002.** Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. Bogotá : Escuela Colombiana de Ingenieros, 2002.
- ROMERO R, Jairo Alberto. 1999.** Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. Bogotá : s.n., 1999.
- TCHOBANOGLIOUS, George, THEISSEN, Hilary y ELIASSEN, Rolf. 1982.** Desechos Sólidos. [trad.] Armando Cubillos. Principios de Ingeniería y Administración. Mérida, Venezuela : s.n., 1982.
- UNICEF. 2005.** El agua potable, el saneamiento y el ambiente sano: un derecho humano. Cobertura del

acueducto. [En línea] [Citado el: 18 de Julio de 2010.] [http://www.unicef.org.co/0-tablas/Agua\\_y\\_Saneamiento\\_Tabla1.pdf](http://www.unicef.org.co/0-tablas/Agua_y_Saneamiento_Tabla1.pdf).

**UNICEF. 2005.** El agua potable, el saneamiento y el ambiente sano: un derecho humano. Cobertura de Alcantarillado. [En línea] [Citado el: 18 de Julio de 2010.] [http://www.unicef.org.co/0-tablas/Agua\\_y\\_Saneamiento\\_Tabla2.pdf](http://www.unicef.org.co/0-tablas/Agua_y_Saneamiento_Tabla2.pdf).

**UNICEF. 2005.** Situación de la primera infancia. El agua potable, el saneamiento y el ambiente sano: un derecho humano. [En línea] [Citado el: 17 de Agosto de 2010.] <http://www.unicef.org.co/0-aguaysaneamiento.htm>.

**WHITE, Alaister. 1987.** Participación Comunitaria en Abastecimiento de Agua y Saneamiento. Conceptos, estrategias y métodos. [recopil.] CENTRO INTERNACIONAL DE REFERENCIA PARA ABASTECIMIENTO PÚBLICO DE AGUA Y SANEAMIENTO. [trad.] CEPIS - OPS/OMS. [Serie Documentos Técnicos]. La Haya, Países Bajos : s.n., Enero de 1987. 17.