



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**DOCTORADO EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES Y  
DESARROLLO SOSTENIBLE**  
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

## **LA PESCA DE LA ANCHOVETA, EL ÓPTIMO SOCIAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL SECTOR**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**DOCTOR EN ECONOMÍA**

PRESENTA:  
**YURI LANDA ARROYO**

TUTOR PRINCIPAL:  
**Dr. Alonso Aguilar Ibarra (Tutor)**  
Instituto de Investigaciones Económicas (UNAM)

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:  
Dr. Pierre Fréon  
Doctorado en Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible  
Dr. Álvaro Ortiz Saravia  
Doctorado en Economía de los Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible  
Dr. Rosario Pérez Espejo  
Instituto de Investigaciones Económicas (UNAM)  
Dr. Armando Sánchez  
Instituto de Investigaciones Económicas (UNAM)

**MÉXICO, D.F. MAYO 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# CONTENIDO

<b>1.</b>	<b>Introducción general .....</b>	<b>9</b>
1.1.	El sector pesquero. ....	9
1.2.	Marco legal .....	11
1.3.	Problemas pendientes.....	13
1.3.1.	El óptimo económico .....	13
1.3.2.	Modelos biológicos y modelos económicos .....	13
1.3.3.	Estructura de mercado .....	14
1.3.4.	El mercado mundial y el precio del recurso renovable .....	15
1.3.5.	Métodos de control de captura.....	16
1.4.	Propuesta para el desarrollo sostenible.....	16
1.4.1.	Objetivos .....	16
1.4.2.	Hipótesis .....	17
1.4.3.	Metodología .....	17
1.4.4.	Alcances y limitaciones .....	18
<b>2.</b>	<b>La pesca de la anchoveta en el Perú: reseña y situación actual .....</b>	<b>20</b>
2.1.	El mercado mundial de harina y aceite de pescado .....	20
2.1.1.	Establecimiento del mercado mundial de harina de pescado.....	22
2.1.2.	Etapa determinada por del crecimiento europeo .....	24
2.1.3.	Etapa del crecimiento Chino y la acuicultura .....	30
2.2.	El impacto del medio ambiente sobre la biomasa de anchoveta ....	39
2.2.1.	La anchoveta y su hábitat.....	39
2.2.2.	El Fenómeno del Niño y la Niña .....	40
2.2.3.	El medio ambiente global y el largo plazo.....	42
2.2.4.	Disponibilidad de la anchoveta en el Perú desde 1950 .....	43
2.3.	La oferta de anchoveta y la capacidad de captura de la industria peruana.....	45
2.3.1.	Nacimiento de la industria y crecimiento con libre acceso .....	45
2.3.2.	Estatización, privatización y estancamiento.....	54
2.3.3.	Control de cuotas globales y la carrera por el recurso.....	58
<b>3.</b>	<b>La oferta y sus niveles de eficiencia en el sector.....</b>	<b>66</b>
3.1.	La naturaleza.....	66

3.1.1.	Modelos bioeconómicos .....	67
3.1.2.	Modelos bioeconómicos y el medio ambiente .....	75
3.1.3.	Variables ambientales en el Pacífico sur y el modelo de excedente de producción .....	80
3.1.4.	Cálculo del máximo rendimiento sostenible en el Perú .....	83
<b>3.2.</b>	<b>Óptimo social: Indicadores de eficiencia .....</b>	<b>92</b>
3.2.1.	Mercados competitivos y recursos naturales .....	92
3.2.2.	Principios generales de la eficiencia y medidas específicas para la pesquería.....	93
<b>3.3.</b>	<b>La eficiencia en el caso de la pesca de anchoveta en el Perú.....</b>	<b>102</b>
<b>4.</b>	<b>Gestión pesquera en el Perú: de las cuotas globales a las cuotas individuales .....</b>	<b>115</b>
4.1.	La demanda internacional de harina de pescado y la necesidad de las cuotas de captura .....	115
4.2.	De las cuotas globales a las cuotas individuales .....	126
4.2.1.	El libre acceso regulado en la década del 2000 .....	126
4.2.2.	Gobernanza en la pesquería: Institucionalidad y sistema legal.....	131
4.2.3.	Cuotas individuales no transferibles en el Perú.....	135
4.3.	Cuotas individuales y poder de mercado .....	140
4.3.1.	Concentración al inicio de la aplicación de las cuotas individuales.....	140
4.3.2.	Cuota máxima antes de adquirir poder de mercado .....	141
4.3.3.	Caso peruano: ¿pescar más allá del límite? .....	142
<b>5.</b>	<b>Discusión y conclusiones.....</b>	<b>149</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>155</b>
<b>7.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>166</b>
7.1.	Cálculo de los equilibrios y el máximo rendimiento sostenible en el modelo de Gordon-Shaefer.....	166
7.2.	Regresión para la biomasa de anchoveta .....	168
7.3.	Regresión para la captura de anchoveta .....	175
7.4.	Regresión para los costos de producción de harina de pescado .	175
7.5.	Captura versus cuotas globales de pesca y biomasa.....	180
7.6.	Modelo de demanda empírica.....	180
7.7.	Cálculo de la cuota máxima de Anderson .....	182

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1 Desembarque de especies marinas 2011 .....	9
Gráfico 1-2 Captura de anchoveta 1950-2012.....	10
Gráfico 1-3 Desembarque marítimo total de 1991 al 2012, según utilización ...	11
Gráfico 1-4 Producción y exportación de harina de pescado 1993-2012.....	11
Gráfico 2-1 Producción avícola, porcina y de vacuno - Países OECD.....	21
Gráfico 2-2 Principales países importadores de harina de pescado (Millones de toneladas) .....	22
Gráfico 2-3 Precio de la harina de pescado y harina de soya (US\$ por tonelada) .....	26
Gráfico 2-4 Principales países exportadores de harina de pescado (Millones de toneladas) .....	28
Gráfico 2-5 Pesca para consumo humano directo según origen (Millones de toneladas) .....	31
Gráfico 2-6 Uso de la harina de pescado en el mundo, en 1988 y 2008 .....	32
Gráfico 2-7 Producción acuícola mundial (Millones de toneladas).....	34
Gráfico 2-8 Precio del aceite de pescado, aceite de soya y aceite de rape (\$ por tonelada métrica) .....	37
Gráfico 2-9 Ciclo de abundancia y escasez de la biomasa de anchoveta en el largo plazo y Temperatura Superficial del Mar (SST) en el mar peruano .....	41
Gráfico 2-10 Principales puertos pesqueros según desembarque en 1963 .....	47
Gráfico 2-11 Biomasa de anchoveta, capacidad de bodega* y número de embarcaciones.....	50
Gráfico 2-12 Biomasa de anchoveta, número de plantas y capacidad de procesamiento.....	51
Gráfico 2-13 Biomasa y captura de anchoveta y exportaciones de harina de pescado.....	51
Gráfico 3-1 Equilibrio de libre acceso y de acceso restringido .....	69
Gráfico 3-2 Ingresos y costos en función del esfuerzo pesquero.....	69
Gráfico 3-3 Biomasa y captura de anchoveta anuales, 1950 - 2012.....	82
Gráfico 3-4 Temperatura semestral promedio con un periodo de rezago versus biomasa semestral 1994-I - 2010-I .....	86
Gráfico 3-5 Biomasa versus crecimiento más captura, real (dXRNQ real), según quintil inferior y superior de temperaturas, y estimado (dXQ T prom).....	86
Gráfico 3-6 Crecimiento y captura real (dXRNQ real) y estimado para una temperatura promedio (A), temperatura Niña 2007 (B) y temperatura Niño 1997/98 (C), con límites inferior y superior para un intervalo de confianza del 95% en cada caso .....	88
Gráfico 3-7 Biomasa versus crecimiento y captura semestrales, con temperatura promedio, temperatura Niño 1997/1998 y temperatura Niña 2007, entre 1994 y 2010 .....	88
Gráfico 3-8 Eficiencia técnica y de asignación en un enfoque orientado al input .....	94
Gráfico 3-9 Capacidad de pesca.....	95
Gráfico 3-10 Curva de oferta de una pesquería en el corto plazo.....	98
Gráfico 3-11 Curva de oferta de una pesquería en el largo plazo.....	99
Gráfico 3-12 Óptimos técnico, biológico y económico en la pesca .....	100

Gráfico 3-13 Consumo Intermedio (CI) real y estimado de harina de pescado para condiciones promedio entre 1994 y 2008, con límite inferior y superior para un intervalo de confianza del 95% .....	106
Gráfico 3-14 Costo variable medio estimado para temperaturas altas (Niño), temperatura superficial del mar promedio (T Prom) y temperaturas bajas (Niña).....	108
Gráfico 3-15 Resultados por semestre para los óptimos técnico, biológico y económico.....	112
Gráfico 4-1 Demanda estimada y real de harina de pescado peruana, entre 1994 y 2011 .....	125
Gráfico 4-2 Demanda estimada total de harina de pescado del Perú, bajo condiciones de 1994, condiciones promedio y condiciones del año 2008. Incluye precio y cantidad de harina de pescado exportada (VHP) entre 1994 y 2011 .....	126
Gráfico 4-3 Modelo Gordon-Schaefer y los ingresos y costos de la captura semestral de anchoveta en el Perú 2001 y 2007 .....	128
Gráfico 4-4 Participación de las 7 empresas pesqueras más grandes sobre la cuota total, 2009.....	140
Gráfico 4-5 Cuota individual máxima a ser asignada antes de ganar poder de mercado .....	141
Gráfico 4-6 Precio y costo medio estimado por tonelada de harina de pescado en el largo plazo, con datos del 2008-I.....	144
Gráfico 4-7 Oferta y demanda de corto plazo con datos del 2008-I.....	147
Gráfico 7-1 Relación entre la biomasa total de anchoveta y temperatura semestral.....	171
Gráfico 7-2 Biomasa versus crecimiento más captura para el quintil superior e inferior de la temperatura superficial del mar .....	172
Gráfico 7-3 Biomasa versus crecimiento y captura semestrales estimadas mediante una regresión no lineal.....	174
Gráfico 7-4 Proporción lineal entre el consumo intermedio y los costos variables de producir harina de pescado, 2001-2007 .....	178
Gráfico 7-5 Porcentaje de captura respecto a la cuota global. 1986-2008 .....	180
Gráfico 7-6 Porcentaje de captura respecto a la biomasa. 1989-2008 .....	180

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Concentración e integración vertical de las empresas pesqueras, 2007 .....	65
Tabla 3-1 Efecto de variables ambientales sobre el modelo de excedentes de producción.....	79
Tabla 3-2 Modelos bioeconómicos aplicados a la pesquería peruana.....	82
Tabla 3-3 Coeficientes estandarizados de la regresión de costos a largo plazo .....	106
Tabla 3-4 Producción de harina de pescado, consumo intermedio, costos fijos, variables y totales, 2001-2007 .....	107
Tabla 3-5 Valores reales y calculados de la captura de anchoveta y la producción de harina de pescado.....	114
Tabla 4-1 Especies acuícolas que más consumen harina de pescado 2008 .	115
Tabla 4-2 Exportaciones peruanas de harina de pescado según destino 2003-2012 .....	116
Tabla 4-3 Días de veda y cuotas de captura globales.....	127
Tabla 4-4 Captura (en miles de TM) costos, ingresos y utilidades (en miles de US\$) anuales de la flota anchovetera 2001 y 2007, a precios constantes del 2001 .....	129
Tabla 4-5 Características del régimen del cuotas individuales aplicados en Chile, Islandia, Nueva Zelanda, Perú y Reino Unido .....	137
Tabla 4-6 Límite inferior y superior para la cuota máxima según simulación Montecarlo para el costo medio e ingreso medio.....	145
Tabla 4-7 Cuotas máximas para posibles elasticidades de oferta y demanda	146
Tabla 7-1 Coeficientes estandarizados de la regresión de demanda empírica .....	182

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 La anchoveta como eslabón de cadenas biológicas y cadenas productivas.....	10
Figura 3-1 Ubicación geográfica de modelos que incluyen efectos ambientales .....	77
Figura 3-2 Capacidad de bodega semestral (CB) versus captura de anchoveta (QAN).....	103
Figura 3-3 Relación captura de anchoveta (QAN) versus producción de harina de pescado (QHP) .....	104
Figura 3-4 Relación precio de la tonelada de anchoveta (PAN) versus consumo intermedio (CIHP) .....	104
Figura 3-5 Captura anchoveta (LQAN) versus su precio (LPAN) en versión logarítmica 1994-2008 .....	109
Figura 3-6 Producción de la harina de pescado (LQHP) versus su precio (LPHP) en versión logarítmica 1994-2008.....	109
Figura 4-1 Valor unitario de la harina de pescado (VHP en US\$) versus cantidad exportada total (XSQHPTOTAL en ton) 1994-2011 .....	117
Figura 4-2 Regresión con datos de panel para el valor unitario de la harina de pescado.....	120
Figura 4-3 Actores y acciones relativas al control de captura y el esfuerzo pesquero .....	132
Figura 7-1 Regresión para la biomasa sin efecto ambiental .....	169
Figura 7-2 Regresión para la biomasa con efecto ambiental sin intercepto ...	169
Figura 7-3 Regresión para la biomasa con efecto ambiental e intercepto .....	173
Figura 7-4 Regresión no lineal para la biomasa de anchoveta .....	173
Figura 7-5 Estadísticos de los residuos para la regresión de la función logística de la anchoveta.....	174
Figura 7-6 Simulación de Montecarlo para la capacidad de carga (K).....	174
Figura 7-7 Simulación de Montecarlo para el máximo rendimiento sostenible (MSY).....	174
Figura 7-8 Simulación de Montecarlo para la captura sustentable correspondiente a la biomasa promedio entre 1994 y 2010 .....	175
Figura 7-9 Regresión para la captura de anchoveta .....	175
Figura 7-10 Regresión para los costos variables translog de la harina de pescado por mínimos cuadrados.....	176
Figura 7-11 Estadísticos de los residuos de la regresión translog del consumo intermedio .....	178
Figura 7-12 Simulación de Montecarlo para óptimo económico a largo plazo	178
Figura 7-13 Simulación de Montecarlo para el consumo intermedio de 1997-II .....	179
Figura 7-14 Simulación de Montecarlo para el consumo intermedio de 1999-II .....	179
Figura 7-15 Oferta a corto plazo translog con variables instrumentales .....	179
Figura 7-16 Estadísticos de los residuos de la regresión de oferta a corto plazo translog con variables instrumentales .....	179
Figura 7-17 Simulación Montecarlo para el precio de la harina de pescado del año 2008 .....	184



Figura 7-18 Simulación Montecarlo para el costo medio de la harina de  
pescado del año 2008..... 184

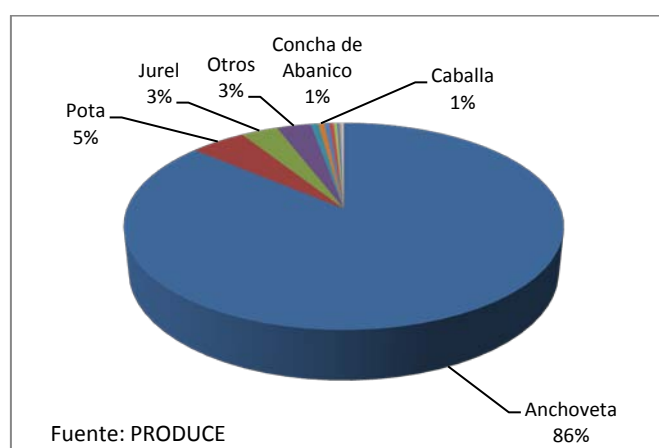
# 1. Introducción general

## 1.1. El sector pesquero.

A lo largo de nuestra historia, la pesca ha garantizado el sustento de las poblaciones costeras en el Perú, desde la aparición de la cultura Caral, de 5,000 años de antigüedad, hasta la actualidad.

La pesca deja de ser artesanal y pasa a ser una actividad industrial en los años 50 del siglo XX gracias a la captura de la anchoveta, especie marina que por su alto contenido proteico y lipidito es utilizada para la producción de harina y aceite de pescado que luego se convertirá en alimentos para peces, aves y cerdos. La actividad pesquera en el Perú se concentra en la anchoveta, cuya captura representó en el año 2011 el 86% de todo el desembarque marítimo, como muestra el Gráfico 1-1.

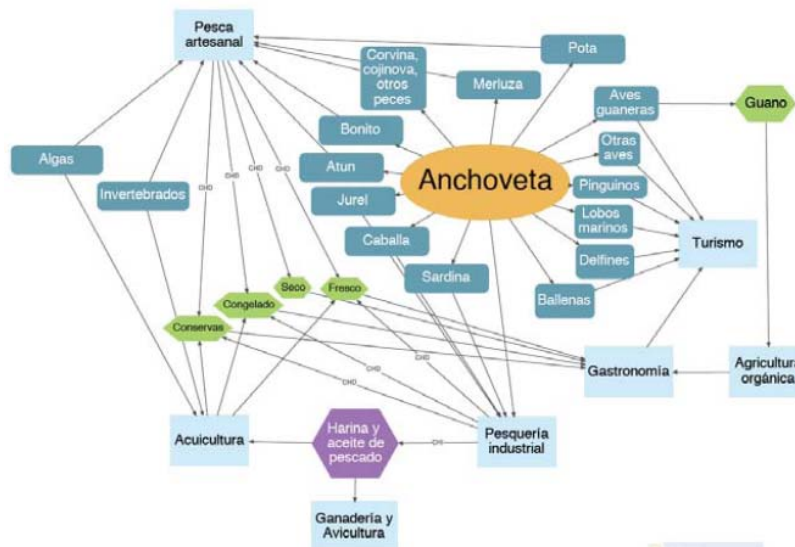
Gráfico 1-1 Desembarque de especies marinas 2011



La captura de anchoveta en el Perú se realiza en dos zonas de pesca determinadas por el hábitat marino donde se forman los stocks de la especie: la zona norte-centro ubicada de manera referencial entre los paralelos 4° S y 16° S del Pacífico Sur, y la zona sur entre los paralelos 16° S y 18°21'03" S. La anchoveta es parte de la cadena alimenticia de muchas especies marinas, como aves guaneras, lobos marinos y otros grupos de peces; y más allá de la pesca industrial, es también parte de diferentes cadenas productivas, como la agricultura orgánica, la avicultura, la ganadería, la acuicultura y la gastronomía. La Figura 1-1 resume todas las cadenas de las cuales la anchoveta es un eslabón importante, haciendo evidente que los vaivenes de abundancia y escasez en su stock se reflejarán para bien y para mal en muchas especies y actividades económicas.

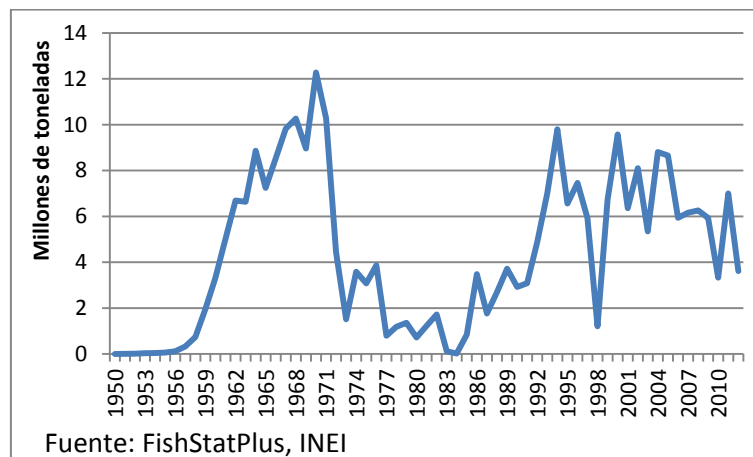
El rasgo más importante de la especie es la variabilidad que sufre su stock debido a cambios ambientales, dentro de los cuales el más conocido, aunque no el único, es el Fenómeno del Niño. Esta variabilidad tiene un impacto sobre la captura y genera ciclos de bonanza y crisis en el sector pesquero, tal como lo muestra el Gráfico 1-2. Ahí se aprecia que 1970 es el año que registra la mayor captura de anchoveta del país en el siglo XX, con un valor de 12 millones de toneladas (MT), mientras que en 1984 la captura fue de 0.5 MT.

Figura 1-1 La anchoveta como eslabón de cadenas biológicas y cadenas productivas



Elaborado por: Patricia Majluf. Tomado de: Ministerio de la Producción (2009).

Gráfico 1-2 Captura de anchoveta 1950-2012

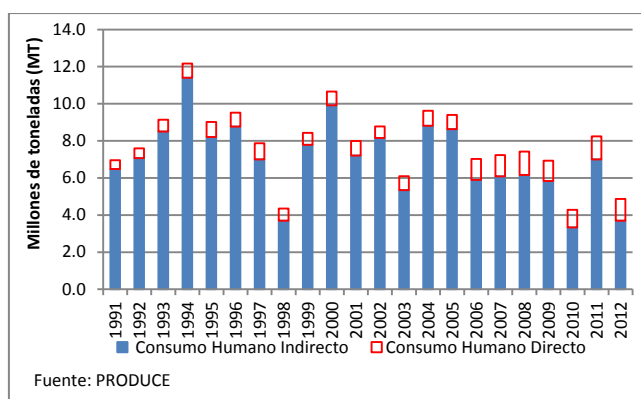


La actividad pesquera en el país se divide en dos subsectores: la pesca artesanal o de pequeña escala y la pesca industrial de mediana o gran escala. De acuerdo a los resultados del I Censo Nacional de Pesca Artesanal recientemente publicados (El Comercio, 2012), esta actividad utiliza embarcaciones de hasta 36.2 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega y desembarca en aproximadamente 116 caletas, dedicándose a la captura de diversas especies, entre ellas la anchoveta. El censo ha identificado a 56,599 personas que laboran en este subsector, y la existencia de 16,045 embarcaciones artesanales, de las cuales sólo 6,143 poseen permiso de pesca vigente.

La pesca industrial a mediana o gran escala está formada por embarcaciones con una capacidad de bodega mayor a 36.2 m<sup>3</sup> y usa para su actividad 25 puertos pesqueros e infraestructura de servicios. Para el año 2012, el Ministerio de Trabajo (2013) registra en sus planillas electrónicas un promedio mensual aproximado de trabajadores de 28,000. En lo que se refiere a la pesca industrial de anchoveta, en el primer semestre del año 2012, la flota estaba conformada por 1,121 embarcaciones con una capacidad de bodega total de 183,100 m<sup>3</sup>.

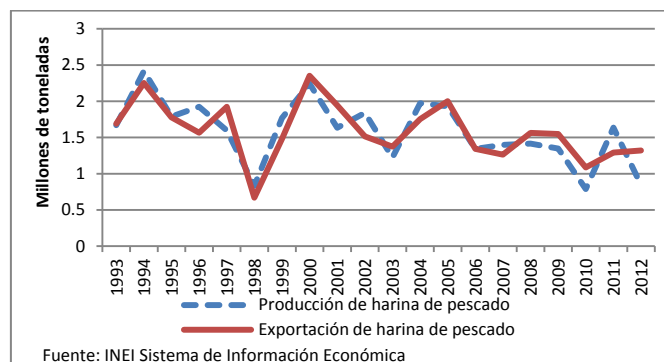
Según el destino de la captura, la actividad pesquera se puede clasificar en pesca para el consumo humano directo (CHD) y pesca para el consumo humano indirecto (CHI). Dado el uso primordial que se le da a la anchoveta para la elaboración de harina y aceite de pescado, la captura es destinada en un 90% a CHI, tal como lo muestra el Gráfico 1-3. Esta captura se realiza mediante embarcaciones industriales de mediana o gran escala y en una pequeña proporción, con embarcaciones artesanales y de pequeña escala.

Gráfico 1-3 Desembarque marítimo total de 1991 al 2012, según utilización



El principal destino de la captura de anchoveta es la producción de harina y aceite de pescado para el mercado externo, teniendo como principales compradores a China, Alemania, Japón y Canadá, entre otros. El Gráfico 1-4 muestra la producción y exportación de la harina de pescado desde 1993 y sirve además para entender cómo está conectado el sector a los vaivenes de la economía mundial.

Gráfico 1-4 Producción y exportación de harina de pescado 1993-2012



A nivel macroeconómico el peso del sector pesquero es pequeño. Entre los años 2001 y 2012, su participación promedio en el Producto Bruto Interno ha sido de 0.5% aproximadamente; mientras que su contribución a las exportaciones totales del país medida en dólares es del 7.1% aproximadamente (BCRP, 2013). Por otro lado, la ocupación que se genera en el sector industrial corresponde al 0.2% de la PEA del país.

## 1.2. Marco legal

El sector industrial de la pesca ha atravesado desde su nacimiento varias crisis, siendo la más aguda la del año 1973, resultado de la pesca excesiva y la

ocurrencia de un Fenómeno del Niño. La crisis se prolonga aproximadamente hasta 1985, donde los niveles de captura se empiezan a recuperar lentamente. En 1992 se aprueba una nueva Ley General de Pesca, que establece los parámetros básicos de la actividad con el objetivo de promover una explotación económicamente eficiente y al mismo tiempo ambientalmente sustentable. Los decretos legislativos derivados de esa ley imponen un control a la actividad pesquera en base a cuotas globales, es decir, fijando un volumen máximo de captura válido para todas las flotas pesqueras industriales del país.

Si bien en los años previos a la creación de esta ley ya existía un sobre dimensionamiento de la flota pesquera y capacidad de procesamiento, gracias a la fijación de límites de captura globales, las embarcaciones, junto con el inicio de la temporada de pesca, empezaban una carrera desenfrenada por capturar la cuota más grande posible de este volumen total. Tal carrera los llevó a aumentar su capacidad de bodega y a modernizar la flota para poder asegurar el máximo volumen de captura posible, agudizando el problema del exceso de capacidad.

El Gráfico 1-2 muestra que en el año 2002 se capturó un nivel más o menos alto de anchoveta, 8 millones de toneladas métricas. Sin embargo, ese mismo año, si se hubiera utilizado el 100% de la capacidad instalada para procesarla, solo se hubieran necesitado 27 días de trabajo para convertir esa captura en harina de pescado.

Aunque la legislación de 1992, con los límites de captura globales, trata de resolver el problema de la sobre pesca y convertir esta labor en una actividad biológicamente sustentable, profundiza en la industria rasgos de suma ineficiencia, caracterizados aún en el año 2008 por:

- La sobrecapitalización del sector, tanto en la captura como en el procesamiento
- Días efectivos de pesca en el año reducidos a 50 - 60
- Concentración de la inversión en capacidad extractiva
- Congestión en la actividad de embarque y desembarque debido a la reducción de los días efectivos de pesca
- Mayor vulnerabilidad de la industria ante la ocurrencia del fenómeno del niño debido a la desviación de los recursos a la capacidad de captura

En el año 2009 entra en vigencia el Decreto Legislativo N° 1084, que establece un sistema de cuotas individuales para el control de la pesca, es decir, un volumen máximo de captura calculado para cada embarcación. Este marco legal trata de convertir a la pesca en una actividad biológicamente sustentable y, al mismo tiempo, económicamente eficiente.

La implementación de este decreto se inició con la inscripción formal de las embarcaciones y la asignación de los límites de captura individuales en base a sus registros históricos de captura y la capacidad de bodega de cada embarcación. Los límites de captura globales son calculados, para cada zona y para cada temporada de pesca por el Instituto del Mar del Perú IMARPE y luego dividido entre las embarcaciones.

### 1.3. *Problemas pendientes*

El cambio mencionado en la legislación es un avance respecto a la situación anterior, sin embargo, no garantiza que, en el nuevo contexto regulatorio, los mecanismos de mercado mejoren automáticamente los niveles de eficiencia y bienestar en el sector. Es necesario entonces indagar qué otras circunstancias contribuirán a hacer de la pesca una actividad económicamente eficiente, socialmente aceptable y ambientalmente sustentable.

La teoría económica de los recursos naturales sugiere, en el caso de los recursos renovables, encontrar una combinación adecuada entre la tasa de renovación de la especie - al que le podemos llamar el óptimo biológico-, y, una tasa de explotación, de tal manera que asegure el mayor rendimiento económico posible de la actividad extractiva, el óptimo económico. Con ello se logrará satisfacer la mayor cantidad de necesidades, tanto en el presente como en el futuro, permitiendo que el recurso se renueve periódicamente.

La meta, entonces, está fijada. Se trata del logro del óptimo biológico y el óptimo económico; y en el afán de alcanzar el camino hacia la meta plantearemos a continuación un conjunto de problemas a resolver.

#### 1.3.1. *El óptimo económico*

Óptimo, eficiencia y bienestar son conceptos usados por la teoría económica para describir la mejor situación deseable. No obstante, la literatura económica predominante de los recursos naturales no desarrolla el concepto de eficiencia más allá de las pautas que ofrece la teoría neoclásica estándar, en donde se mide la eficiencia del sistema económico exclusivamente a través del logro de la máxima renta posible, entendida ésta como el máximo beneficio microeconómico.

Partiendo de la definición de óptimo de Pareto, que indica que un sistema ha llegado a su máximo nivel de eficiencia cuando ya no es posible mejorar el bienestar de alguien sin perjudicar el bienestar de otros, es necesario encontrar, para el caso del sector pesquero, un conjunto de indicadores que sirvan para evaluar los efectos de los cambios regulatorios en los niveles de eficiencia y bienestar del sector.

Existen propuestas en la literatura que sugieren el uso de variables como la capacidad de captura, el nivel de inversiones, el nivel de empleo y otros. Sin embargo, es necesario evaluar si tales indicadores son suficientes para reflejar el caso peruano. Por lo tanto, esto obliga a plantear las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles serían los indicadores de eficiencia y bienestar en el sector pesquero peruano, que nos permitiría determinar cuán lejos estamos del óptimo que propone la teoría económica?
- ¿Cuáles son los puntos de referencia que definirían el óptimo paretiano?

#### 1.3.2. *Modelos biológicos y modelos económicos*

La eficiencia y bienestar de un sector económico ligado a la extracción de un recurso natural renovable están restringidos por las leyes biológicas que rigen

la población de la especie capturada. En este contexto, la tasa de renovación de la especie impone obviamente un umbral que el sistema económico no puede atravesar, de lo contrario, aparecerían escenarios de sobreexplotación del recurso, la reducción de las existencias y la consiguiente crisis del sector que depende de él.

En la literatura actual existen modelos gráficos y algebraicos que incorporan estas restricciones biológicas a la actividad económica en torno a los recursos pesqueros. El más popular es el modelo bioeconómico Gordon-Schaefer (Schaefer, 1954), que, partiendo de una función logística de población, usa como variables representativas del modelo la tasa intrínseca de crecimiento de la especie, la capacidad de carga del sistema y el coeficiente de capturabilidad, que luego se combinan con el precio del recurso y los costos de extracción. Con estas variables determina en qué casos una pesquería puede ser sustentable.

Otro es el modelo de estructura de edades de Beverton y Holt (Sparre & Venema, 1997), que partiendo a la población en cohortes (edades) y calculando para cada cohorte tasas de crecimiento y mortandad, determina la biomasa de una especie. A partir de ahí se le puede añadir variables económicas, como precio y costos, para entender el comportamiento de una pesquería.

Asimismo, existen versiones dinámicas de estos modelos, para lo cual se añaden a las variables anteriores una tasa de descuento y un periodo de tiempo (Clark, 1985).

Sin embargo, existe discusión entre los biólogos sobre cuál es el modelo que mide con mayor precisión el stock pesquero, concretamente, de la anchoveta en el Perú, sabiendo que éste es afectado periódicamente por el Fenómeno del Niño, situación que no se presenta en otras zonas pesqueras del mundo.

Por lo tanto, es necesario evaluar en base a la literatura disponible:

- ¿Cuál es el mejor modelo biológico que nos permitiría representar adecuadamente el desenvolvimiento del stock de anchoveta peruana de tal manera que incluya las fluctuaciones originadas por los Fenómenos del Niño?

Precisar el modelo biológico nos ayudará a reconocer las posibilidades que tiene la pesquería del Perú y entender los niveles de eficiencia y bienestar que puede alcanzar el sector.

### *1.3.3. Estructura de mercado*

Luego de identificar los límites que impone la naturaleza respecto al uso de los recursos pesqueros, es necesario evaluar cuál es la estructura de mercado más adecuada para lograr el uso óptimo de estos recursos.

La teoría económica enseña que son los mercados competitivos los que se caracterizan por ser las estructuras más eficientes para la sociedad, en vista de que hacen uso hasta de la última unidad de recurso posible, siempre y cuando

el costo de ésta, el costo marginal, iguale al precio del producto en el mercado, el ingreso marginal. Esta situación además implica que dentro de los recursos utilizados, la mano de obra también será utilizada en su nivel máximo posible, lo que incrementa el nivel de empleo y con ello el bienestar de la sociedad.

No obstante, cuando se trata del uso de recursos renovables, alcanzar el equilibrio competitivo es una situación muy riesgosa, puesto que en una pesquería abierta, sin control de acceso, no habría cómo hacer prevalecer los límites biológicos. Aunque existen en el mundo casos exitosos de autogestión en pesquerías artesanales, esto no se aplica fácilmente en la pesquería industrial de la anchoveta en el Perú, pues ésta se desarrolla en un escenario geográfico muy extenso y en ella conviven empresas muy grandes y muy pequeñas.

Por lo tanto, en cuanto a las estructuras de mercado y la eficiencia económica es necesario plantearse las siguientes preguntas:

- En el caso específico de la pesca industrial peruana, ¿definitivamente hacer que el mercado se acerque a la competencia perfecta significaría una amenaza para el equilibrio biológico?, o ¿es acaso más conveniente cierto grado de concentración de la producción y que la industria se acerque a lo que llamamos competencia monopolística o incluso al oligopolio?
- Si ése fuera el caso, ¿cuál sería el efecto de la concentración del poder de pesca sobre los niveles de eficiencia deseables?, o, ¿se abre la posibilidad de que exista colusión entre algunos actores para ganar un control sobre el precio?

#### *1.3.4. El mercado mundial y el precio del recurso renovable*

El bienestar económico del sector pesquero depende del producto total que se logre, es decir, de la cantidad de recurso capturado y de su precio en el mercado. Los límites de captura impuestos por la legislación nacional determinan la cantidad a ser capturada, pero el comportamiento del precio está sujeto a más consideraciones.

A pesar de tratarse de un recurso natural, el precio de la anchoveta no está predestinado a subir con el paso de los años, como es el caso de los recursos no renovables debido a su ineludible agotamiento paulatino. Bajo el supuesto de que el acceso a la pesca industrial en el Perú puede ser adecuadamente controlado, el precio de la anchoveta se vería afectado básicamente por los vaivenes de la oferta y la demanda, cuyos cambios tienen a su vez causas particulares.

Por el lado de la oferta, la disponibilidad del recurso puede verse alterada por cambios dramáticos en el hábitat de la especie por efecto de los Fenómenos del Niño recurrentes. Asimismo, en el contexto de una concentración oligopólica de la oferta, el precio también podría verse afectado por el poder de mercado de algunas empresas. Ambas características de la industria ya han sido planteadas como temas de estudio en los párrafos anteriores.



Por el lado de la demanda, dado que la anchoveta en el Perú se destina casi exclusivamente a la producción de harina y aceite de pescado para la exportación, la demanda mundial hacia este recurso tiene gran influencia sobre su precio y por ende, sobre las decisiones de los productores locales.

Entonces, en cuanto al problema del precio del recurso consideramos importante indagar lo siguiente:

- ¿Cómo está configurado en mercado mundial de la harina de pescado y qué efectos han tenido sus cambios en el precio y en los niveles de captura local?

### *1.3.5. Métodos de control de captura*

Los recursos naturales renovables poseen dos características que no tienen todos los bienes: por un lado, son bienes rivales en cuanto su consumo por parte de unos reduce su disponibilidad para otros; y por otro lado, son no excluibles, es decir, se hace difícil o muy costoso restringir el acceso a su consumo. Es por eso que, en el caso de estos bienes, los mecanismos de regulación automáticos del mercado conducen a resultados ineficientes y a la sobre explotación del recurso, tal como lo han planteado Schaefer (1954), Hardin (1968) y otros.

Ante tal situación, la teoría sugiere que el Estado aplique mecanismos que restrinjan el acceso al recurso, a través de vedas, cuotas de explotación o controlando el número de unidades que aprovechan el recurso. En el caso del Perú, como hemos visto líneas arriba, desde el año 1992, el gobierno ha establecido límites de captura, que han sido globales hasta el año 2008, mientras que a partir del 2009 los límites de captura son individuales. Obviamente este cambio en la metodología de control tiene sus defensores y detractores, por lo tanto, nos proponemos evaluar:

- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas biológicas (para la especie) y sociales (para el hombre) de los sistemas de control por captura global de una especie?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas biológicas (para la especie) y sociales (para el hombre) de los sistemas de control por cuota individual de una especie?

## *1.4. Propuesta para el desarrollo sostenible.*

### *1.4.1. Objetivos*

Luego de organizar adecuadamente los problemas pendientes planteados en el apartado anterior hemos definido el objetivo principal y los objetivos específicos de nuestra investigación.

El objetivo principal será:

- Determinar un conjunto de indicadores que permitan medir los niveles de eficiencia y bienestar económico en el sector de la pesca en el Perú.

Los objetivos específicos serán:

- Mostrar la situación actual del sector de la pesca de la anchoveta y la producción de harina de pescado en el Perú, como resultado de su desenvolvimiento histórico, desde el año 1950 hasta el año 2009, en el que se inicia el régimen de cuotas individuales.
- Identificar qué factores afectan el nivel de eficiencia que alcanza la pesca de anchoveta en el Perú, así como cuantificar su magnitud.
- Evaluar el impacto de la demanda internacional y de la regulación pesquera sobre los niveles de eficiencia, y el efecto del sistema de cuotas individuales sobre el poder de mercado en el sector.

### *1.4.2. Hipótesis*

Asumimos que estos temas planteados como objetivos específicos pueden ser caracterizados por variables representativas, cuyos cambios tendrán efectos sobre el precio del recurso y la cantidad capturada del mismo.

La cantidad capturada determinará la eficiencia con la que se utilizan los factores productivos, mientras que el precio por la cantidad, es decir, el producto total, servirá para determinar el nivel de bienestar que se puede lograr en el sector.

Por lo tanto, las hipótesis que orientarán nuestra búsqueda de datos y que permitirán establecer relaciones entre las variables representativas del sector serán:

- La disponibilidad de capital, la abundancia de mano de obra y el libre acceso al recurso natural han configurado al sector de la pesca como un sector altamente ineficiente.
- La introducción del control de captura por cuotas individuales mejora la eficiencia pero otorga poder de mercado a las empresas con mayor concentración de la propiedad en el sector.

### *1.4.3. Metodología*

Para alcanzar los objetivos de la investigación el trabajo se organizará en capítulos, uno correspondiente a cada objetivo específico, y cada uno con una metodología particular en función al tema.

Así, para alcanzar el primer objetivo referido a la descripción del sector pesquero, en el capítulo correspondiente se ofrecerá una visión general del desarrollo histórico de la industria de la anchoveta, centrándose en los factores que con mayor fuerza han determinado su evolución. Como factores internos determinantes consideraremos a la oferta y demanda nacional de anchoveta, mientras que como factores externos consideramos al Fenómeno del Niño, la Niña, las variaciones interdecenales de la biomasa y la demanda mundial de harina y aceite de pescado. Esta descripción nos debe ayudar a entender cómo se ha llegado a la situación actual del sector, en sus aspectos positivos y negativos.

La metodología de este capítulo será básicamente descriptiva.

En el siguiente capítulo, referido a los determinantes de la eficiencia, se desarrollarán dos grandes temas. Por un lado, se resumirán los modelos bioeconómicos basados en los excedentes de producción y sus conceptos asociados; haciendo una revisión bibliográfica de casos en los que se incluyen variables ambientales en el modelamiento; se indagarán sobre los casos de aplicación de modelos a la evaluación del stock pesquero en el Pacífico Sur; y, se calculará del máximo rendimiento sostenible para la pesca de anchoveta en el Perú. Por otro lado, desarrollará aspectos, tanto generales como aplicables a la pesquería, relativos a las medidas de eficiencia a nivel técnico, biológico y económico; y, finalmente, se calculará el nivel de eficiencia que alcanza el sector de la pesca de anchoveta en el Perú

En cuanto a las herramientas metodológicas aplicables a este tema, se usará el modelo bioeconómico de excedentes de producción estático para calcular el máximo rendimiento sostenible del sector; se calculará una función de oferta del sector; y, se aplicará el coeficiente de utilización para el cálculo de la eficiencia técnica y económica del sector. El tratamiento econométrico de la función logística para la biomasa y de la función de costos para la producción de harina de pescado se hará por medio de los modelos convencionales.

Habiendo determinado en el capítulo anterior la función oferta del sector y gracias a ello el coeficiente de utilización económica como medida de eficiencia, en este capítulo calcularemos la demanda de harina de pescado para hacer una mejor descripción de los vaivenes del precio. El capítulo describirá además las ventajas y desventajas de la regulación por cuotas globales para luego mostrar con qué particularidades se ha aplicado en el Perú la regulación por cuotas individuales. Asimismo, se evaluará hasta qué punto la determinación de cuotas individuales otorgan poder de mercado a las empresas de mayor capital y cuál es la capacidad regulatoria del Estado para garantizar el crecimiento biológicamente sostenible en el sector.

En este capítulo, la metodología consiste en modelar la demanda de harina de pescado con datos de panel y se aplicará el modelo de Anderson para el cálculo de la cuota máxima a asignarse a una sola empresa. Asimismo se usará criterios que ofrece la teoría económica institucional para evaluar la capacidad regulatoria del Estado.

#### *1.4.4. Alcances y limitaciones*

El espacio físico para el análisis de nuestras variables será todo el litoral del país compuesto por las dos zonas de pesca: norte-centro ubicada de manera referencial entre los paralelos 4° S y 16° S, y la zona sur entre los paralelos 16° S y 18°21'03" S del Pacífico Sur.

Como hemos visto líneas arriba, la anchoveta es capturada por dos tipos de flota, una artesanal y otra industrial. La captura realizada por la flota artesanal tiene como destino final el consumo humano directo, y es un porcentaje mínimo del total capturado en el país. La captura realizada por la flota industrial se usa casi en su totalidad para la producción de harina y aceite de pescado. Entonces, en el caso de la anchoveta, la magnitud de la pesca artesanal es tan pequeña que no será objeto de este análisis y nos concentraremos en la captura industrial.

El espacio temporal de análisis aspira a abarcar desde el año 1950 hasta la fecha, esto siempre y cuando la disponibilidad de información lo permita.

## 2. La pesca de la anchoveta en el Perú: reseña y situación actual

Objetivo: Mostrar la situación actual del sector de la pesca de la anchoveta y la producción de harina de pescado en el Perú como resultado de su desenvolvimiento histórico, desde el año 1950 hasta el año 2009, en el que se inicia el régimen de cuotas individuales.

Descripción: Este capítulo ofrecerá una visión general del desarrollo histórico de la industria de la anchoveta, refiriéndose a los factores que con mayor fuerza han determinado su evolución. Como factores internos determinantes consideramos a la oferta y demanda nacional de anchoveta, mientras que como factores externos consideramos al Fenómeno del Niño, la Niña, las variaciones interdecenales de la biomasa y la demanda mundial de harina y aceite de pescado. Esta descripción nos debe ayudar a entender cómo se ha llegado a la situación actual del sector, en sus aspectos positivos y negativos.

Metodología: Será un capítulo principalmente descriptivo.

### 2.1. *El mercado mundial de harina y aceite de pescado*

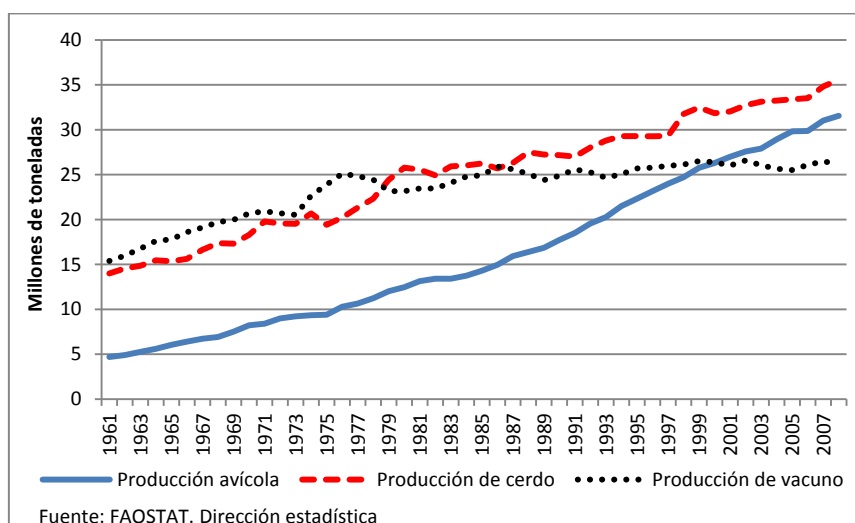
La pesca industrial de anchoveta nace en el Perú en la segunda mitad del siglo XX estrechamente vinculada a los requerimientos del mercado mundial de proteínas. El crecimiento económico que se inicia después de la Segunda Guerra Mundial principalmente en los Estados Unidos, Europa y Japón, trae consigo tanto un incremento de los ingresos de la población como un aumento de la misma. Estos cambios impulsan la demanda de proteínas animales para consumo humano lo que llevará particularmente a un aumento del consumo de aves, cerdos y vacunos por parte de la población con un poder adquisitivo creciente.

El Gráfico 2-1 muestra la producción avícola, porcina y de vacuno de los países miembros de la OECD<sup>1</sup>, en millones de toneladas, desde 1961 hasta el 2009. Para el caso de la carne de pollo, los datos muestran un crecimiento muy pronunciado en casi toda la serie de tiempo. En la década de los sesenta, la producción de carne de pollo creció en 75% en toda la década; en la década de los setenta, el crecimiento fue de 48%; en los ochentas, 35%; en los noventas, 42%; y, desde el 2001 al 2009, el crecimiento total ha sido de 15%. En el caso de la carne porcina, el crecimiento es alto, aunque algo más moderado. Las cifras muestran un aumento del 31%, 30%, 6%, 18% y 0% para las décadas respectivas. En el caso de la carne de vacuno, los crecimientos fueron 34%, 11%, 6%, 3% y -12%, para los mismos periodos de tiempo. En realidad, este crecimiento no empieza en los años sesenta, es la continuación de un ciclo expansivo que se inicia después de 1945 y prolonga la creciente demanda mundial por alimentos, la que, como veremos en las páginas siguientes, ejercerá sus efectos sobre el precio internacional de la harina de pescado y tendrán impacto en la industria pesquera peruana.

---

<sup>1</sup> Incluye a 26 países: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Corea del Sur, Dinamarca, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Nueva Zelanda, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia, Suiza y Turquía.

Gráfico 2-1 Producción avícola, porcina y de vacuno - Países OECD



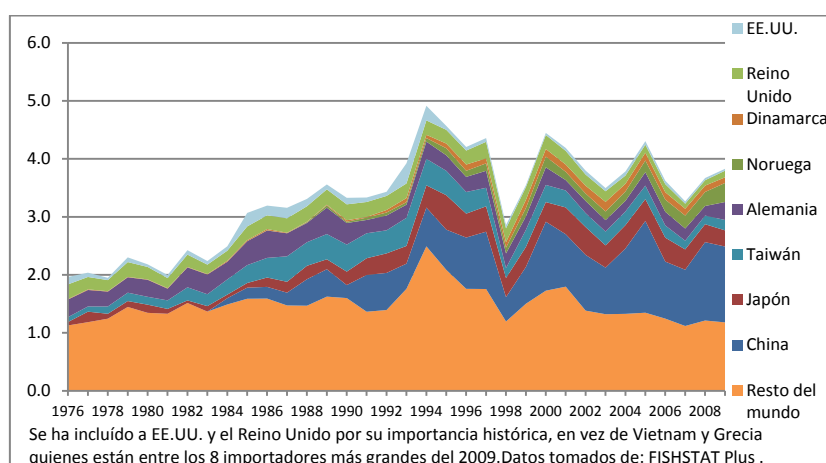
Con el incremento de la producción avícola y la ganadería de cerdos en los países de la OECD crecen también los requerimientos de fuentes de proteínas usadas como insumo para la preparación de pienso para estas industrias. Antes de la explotación industrial de la harina de pescado, los alimentos compuestos obtenían las proteínas y vitaminas requeridas de fuentes como, las harinas de sangre, de huesos y de carnes residuales; o harinas de obtención agrícola estable y segura como la alfalfa, maíz, trigo, afrecho y harina de soya. Sin embargo, gracias a su producción industrial desde la década de los cincuenta, la harina de anchoveta desplaza el uso de la mayoría de estos productos por su alto contenido de proteína y su bajo precio relativo respecto a los mismos. Mientras que la harina de soya y la harina de semillas de girasol tienen un 45% de contenido de proteína cruda, la harina de anchoveta estándar tiene un 65% de proteína, compuesta además por un alto contenido de aminoácidos esenciales (lisina, metionina, leucina, entre otros), los que, de no usar harina de anchoveta, habría que adquirirlos y añadirlos por separado a la preparación del pienso (Elejalde, 1966, pág. 120). Sólo la harina de sangre y la harina de hígado sobrepasan a la harina de anchoveta en su contenido proteico, pero también en costo, por lo que dejan de ser fuentes atractivas.

Según información obtenida en la IFFO (Seafish, 2010), en 1960, el 48% de la harina de pescado de todo el mundo fue usada como alimento para aves y el 50% como alimento para cerdos, quedando un 2% para otros usos, como por ejemplo el abono. Es así que la producción de alimento compuesto para la avicultura y la industria porcina en los países desarrollados de la posguerra está fuertemente ligada a la captura de anchoveta en el Perú, otorgando el impulso necesario para modelar y orientar el desarrollo del sector pesquero industrial naciente en el país. Es por eso que para entender el desarrollo de la captura de anchoveta en el Perú es necesario analizar la producción de harina de pescado y su consumo mundial.

El Gráfico 2-2 muestra a los principales países importadores de harina de pescado del mundo, en cuanto a volumen, desde 1976 hasta el 2009. El gráfico nos servirá para delimitar tres etapas en el comercio mundial de harina de pescado según el país o región que ha determinado la demanda, y

posteriormente mostrar qué efectos han tenido las tendencias propias de cada etapa en la captura de anchoveta y la producción de harina de pescado del Perú. Los tres momentos del comercio mundial de harina de pescado los podemos resumir así: el primero, es la etapa del establecimiento del mercado mundial, que data desde la posguerra hasta inicios de la década del sesenta (no aparece en el gráfico<sup>2</sup>); el segundo, es la etapa del desarrollo del mercado en base al crecimiento europeo, cuya duración abarca desde la década del sesenta hasta mediados de los noventa; y, el tercero, es la etapa de la influencia de China en el mercado, desde mediados de los noventa hasta la actualidad. A continuación, el desarrollo de cada etapa.

**Gráfico 2-2 Principales países importadores de harina de pescado (Millones de toneladas)**



### 2.1.1. Establecimiento del mercado mundial de harina de pescado

Como hemos mencionado anteriormente, el ciclo de crecimiento económico que se inicia en el mundo después de la Segunda Guerra Mundial implica la necesidad de disponer de insumos adecuados para la creciente demanda de la industria avícola y porcina. Particularmente en los Estados Unidos, el sector avícola y porcino recibe un fuerte impulso del gobierno a través del Acta Agrícola aprobada en 1949 por el senado, la que determina una política agraria con una fuerte presencia de subsidios a los precios, a la producción y a las exportaciones. Esta norma crea el mecanismo legal para que el gobierno determine precios mínimos a un grupo de commodities dentro de los que se encuentran la carne de pollo, de cerdo, huevos, entre otros (GATT, 1950). Asimismo, se faculta a la Commodity Credit Corporation, una agencia estatal de apoyo al sector creada en 1933, a exportar, en forma de donaciones, el excedente agrícola evitando así una caída interna de precios y una reducción de la producción. En este mismo sentido, en 1965, el gobierno de ese país crea un programa especial de pago a los exportadores avícolas para que puedan competir en mejores condiciones en mercados extranjeros.

Al mismo tiempo, a inicios de los años sesenta, otros países de la OECD<sup>3</sup> crean también programas de subsidio agrícola, en donde sobresalen, junto con

<sup>2</sup> No disponemos de series de tiempo para el periodo de 1950 hasta 1970, pero se comentarán los datos encontrados.

<sup>3</sup> En 1962, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Luxemburgo, Noruega, Reino Unido y Suecia reportaron al GATT subsidios al subsector porcinos; mientras que Alemania Federal, Canadá,

el apoyo a los cereales, el apoyo a la producción porcina y los huevos (GATT, 1962). Estas políticas agrícolas impulsan la demanda por harinas para piensos, dentro de las que la harina de pescado juega un rol importante. Es así que, en 1963, Estados Unidos encabeza la lista de los países importadores con un 20% del total mundial, seguido de Alemania Occidental con un 16%, el Reino Unido con 15% y Holanda con 11% (Elejalde, 1966).

Desde el nacimiento de este mercado encontramos entre los importadores tres tipos de países: países productores y a la vez importadores, países importadores para abastecer su consumo local, y países importadores que luego reexportan la misma harina o la harina transformada en pienso. Estados Unidos tiene un papel determinante en esta etapa, pues pertenece al primer grupo de países, ya que además de ser el mayor productor, con un 17% de la producción mundial en 1958, es el mayor importador. Según datos que muestra el mismo autor recientemente referido, en ese mismo año Estados Unidos producía sólo el 77% de su propio consumo, teniendo que recurrir a la importación para cubrir el resto. Para 1962, este porcentaje de autoabastecimiento disminuye al 63%, de tal manera que entre 1958 y 1962, sus importaciones crecieron en un 29% en promedio cada año. Japón pertenece también a este grupo, dado que hasta 1959 su producción interna pudo satisfacer completamente su demanda, luego de lo cual pasó a ser un gran importador, ocupando el quinto lugar en 1963.

Alemania Occidental y el Reino Unido pertenecen al segundo grupo de países, cuyo consumo depende más de la importación de harina de pescado pues su producción local ha sido muy pequeña. En 1958, Alemania Occidental sólo producía el 37% de su consumo y para satisfacer su demanda registra un crecimiento anual de sus importaciones del 27%, de 1958 a 1962. El Reino Unido, en 1948, sólo pudo satisfacer el 40% de sus necesidades de harina de pescado, y para 1963 este porcentaje bajó a 21%.

Holanda pertenece al tercer grupo de países, los que importan harina de pescado para reexportarla como tal o transformada en pienso. En 1958, la producción local de harina de pescado fue mínima y apenas representó el 4% de su consumo total, entendiéndose que el consumo no se dirige en este caso al sector avícola o porcino local, más bien, a esos mismos sectores pero de otros países europeos.

Por el lado de la oferta, en 1958 los principales países productores de harina de pescado eran: Estados Unidos, con un 17% de la producción mundial en toneladas métricas; Japón, con el 11% del total mundial; Perú, cuya producción aumenta en años previos vertiginosamente hasta alcanzar el 10% del total mundial en 1958; y, Noruega, que también alcanza el 10% de todo lo producido en el mundo. Estos cuatro países abarcan casi el 50% de la producción mundial, sin embargo, sólo el Perú y Noruega son exportadores netos pues su consumo interno de harina es una parte muy pequeña de su producción.

---

Finlandia, Noruega, Nueva Zelanda, Reino Unido, Suecia, Suiza y Suráfrica reportaron subsidios a la producción de huevos.



En 1950, el precio que se pagaba por tonelada era de US\$ 50, lo que significó un atractivo muy grande para la configuración de la industria pesquera del Perú, en donde hasta esa fecha la harina de pescado era producida en base a residuos de la industria conservera y de especies como el machete, sardina, lorna y otras. En esos años, la anchoveta era la principal fuente de alimentación de las aves guaneras, cuyo excremento era empacado y vendido como un fertilizante poderoso. Sin embargo, de acuerdo a Elejalde (1966), por cada 32 toneladas de consumo de anchoveta por parte de las aves guaneras, éstas eran capaces de producir una tonelada de fertilizante, mientras que para producir una tonelada de harina de pescado el requerimiento de anchoveta era mucho menor (en 1963 el coeficiente de conversión de toneladas de anchoveta a toneladas de harina era de 5.8). A esta ventaja hay que añadirle otra más contundente: el rendimiento económico de una tonelada de harina de anchoveta era diez veces mayor que la tonelada de fertilizante, por lo que, siendo la señal económica totalmente clara, los industriales de la época simplemente la siguieron y empiezan con la explotación industrial de la especie para bastecer la creciente demanda mundial.

Para fines de los años cincuenta, el precio ya había subido a más de 100 US\$ por tonelada, sin embargo, en 1960 el precio cae a 50US\$ aproximadamente, resultado de una probable especulación por parte de un comerciante portugués, Joaquín Pena, quien había llegado a tener un importante control del comercio mundial de harina, según refieren los autores Trillo y Tord (2003). Este episodio trae consigo dos consecuencias: en 1960, los principales exportadores de harina de pescado fundan la Fishmeal Exporters Organization FEO, organización destinada a la defensa de los intereses de los países productores, quienes adoptan como primera medida el establecimiento de cuotas de producción, permitiendo que el precio se recupere hasta que en 1963 vuelve a bordear los US\$ 100. La segunda consecuencia es la creación en el Perú del Consorcio Pesquero, como canal de comercio alternativo a las empresas de comercio internacionales quienes imponían contratos de compra a futuros, de plazo muy largo y a condiciones y precios desfavorables. De esta manera los países productores tratan de lograr un mayor control sobre el precio y así, en el caso del Perú, poder expandir aún más su industria.

### *2.1.2. Etapa determinada por del crecimiento europeo*

El ciclo de expansión de la economía mundial que se inicia en los años cincuenta y dura hasta la primera mitad de los años setenta, se caracteriza por el crecimiento veloz de la economía europea occidental y del Japón, situación que se refleja en la demanda de harina de pescado de los países respectivos. En el caso de los países europeos miembros de la OECD, su crecimiento agrícola estuvo sustentado en un apoyo estatal directo. Un ejemplo concreto es Alemania Federal, quien en 1964 reforma su sistema de subsidios y declara el afán de mantener el liderazgo de su sector ganadero en el mercado mundial. Así, al comparar el volumen de exportaciones de carne de cerdo antes de la reforma (1963) con el año 1973, reportan un crecimiento del 4,700% (GATT, 1975). Una orientación similar muestra Noruega, Dinamarca, el Reino Unido, Japón, países que, junto con Alemania, han sido durante los años setenta grandes importadores de harina de pescado para abastecer de insumos necesarios al crecimiento del sector agropecuario. Es así que para 1976, la

Comunidad Económica Europea ya había definido políticas comunes para ciertos productos agrícolas de sus países miembros, que incluían subsidios que podían ser financiados por la entidad comunitaria o por el propio país. Dos son los mecanismos más utilizados: un fondo de reembolso destinado a las empresas agrícolas exportadoras para cubrir la diferencia de precios, cuando el precio internacional del producto era menor que el precio comunitario; y, la determinación de precios mínimos en el mercado interno para garantizar un nivel de vida equitativo de los productores agrícolas respecto a los demás sectores del país (GATT, 1976).

En el caso de Estados Unidos, para 1975 ya había desactivado los subsidios a las exportaciones avícolas mencionados anteriormente para quedarse con subsidios al arroz, tabaco, oleaginosas, entre otros. Es por eso que en la segunda mitad de los años sesenta, Estados Unidos empieza a perder preponderancia como importador de harina de pescado, y Alemania Occidental junto con otros países europeos pasan a ocupar su papel. Según los datos que registra FishStat Plus, en 1976, los países europeos importaban el 37% del total mundial, estando Alemania en primer lugar con el 15%, seguido por el Reino Unido con el 13%, mientras que a Estados Unidos sólo le correspondió el 6%. Al mismo tiempo se trata de un mercado más diversificado desde el punto de vista de los compradores, ya que casi el 50% de la importación total está a cargo de una veintena de países con cuotas muy pequeñas.

La reducción de la participación de los Estados Unidos en las importaciones mundiales de harina de pescado se debe además a que, gracias a la reorientación de sus subsidios, se convierte en el primer país productor de soya en el mundo, reforzando el papel de sustituto más cercano a la harina de pescado, de tal manera que la producción nacional de esta oleaginosa le permite disponer de una fuente alternativa de proteínas para la preparación del alimento compuesto.

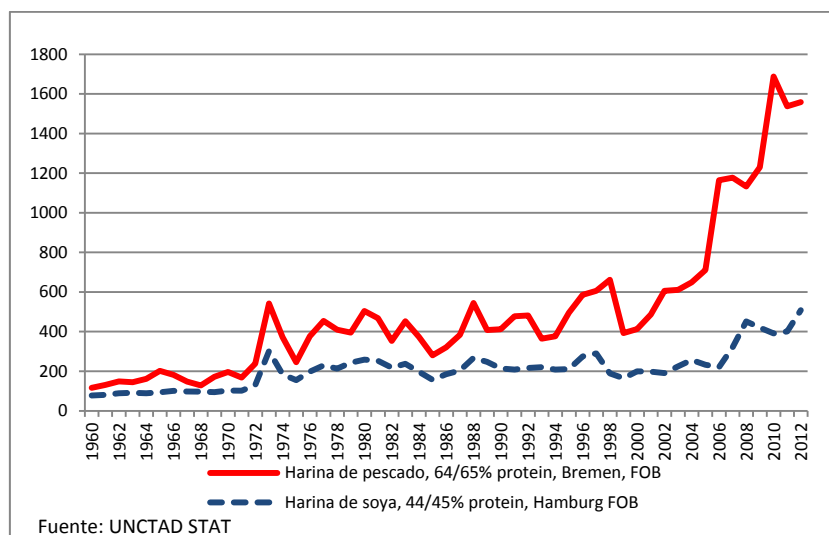
Alemania Federal ocupa el primer lugar en la lista de importadores hasta el año 1986, no sólo gracias al dinamismo creciente de su economía sino además porque se convierte en una plataforma de reexportación de harina de pescado hacia toda Europa e incluso hacia los países socialistas. Esto le permite convertirse en el mercado europeo más grande de commodities agrícolas y que el precio del mercado de Hamburgo sea el precio de referencia utilizado para las transacciones comerciales de harina de pescado en el mundo (Tveteras, 2000). El rol de país reexportador ya lo había cumplido Holanda en años anteriores, ahora se suma Alemania Federal y después lo harán también Dinamarca y Francia.

En cuanto a la oferta, para el año 1964, el Perú ya lideraba las exportaciones mundiales con un 45.6% del total, seguido de Sudáfrica con 7%, Noruega con 6% y Chile con 4% del total. En menos de una década, el Perú pasó de tener una pesquería industrial naciente a ser el primer país exportador de harina de pescado, con un 64% del total, en el año 1962. No obstante, siendo una industria que crece obedientemente según los requisitos de la demanda internacional, el peso que adquiere su participación es tal que cualquier cambio importante en su volumen de producción afectará significativamente el mercado internacional.

El Gráfico 2-3 muestra el precio de la harina de pescado y la harina de soya, desde 1960 hasta el 2012. Vemos ahí que durante la primera mitad de los años sesenta el precio por tonelada ya se había colocado encima de los US\$ 100, y, a fines de esa década y hasta inicios de los setenta el precio fluctuaba entre los US\$ 150 y US\$ 200, mostrando una relativa estabilidad. Sin embargo, esta situación será totalmente alterada por dos eventos significativos. Por un lado, la caída drástica de la biomasa de anchoveta en el Perú en 1972, asociada a tres causas: variaciones interdecenales de la biomasa, la ocurrencia de un Fenómeno del Niño intenso, y la sobrepesca practicada en años anteriores bajo un sistema de libre acceso al recurso natural (Fréon, Bouchón, Mullon, Christian, & Ñiquen, 2008). Por otro lado, la crisis mundial del petróleo que eleva los costos de producción de todas las industrias en 1973.

Dado el rol preponderante del Perú en la configuración de la oferta, era de esperarse que cualquier cambio importante en su volumen de producción tuviera efectos significativos sobre el precio internacional. Es así que, en 1973, ante la caída de las exportaciones peruanas en un 78%, el precio se eleva hasta los US\$ 542 por tonelada métrica, debido a lo cual los productores de pienso se ven obligados a reemplazar la harina de pescado por harina de soya, ocasionando con ello en los años siguientes una reducción del precio hasta colocarse en aproximadamente US\$ 245, en 1975. A partir de entonces, el precio internacional de la harina de pescado se verá sometido a sucesivas variaciones, resultado, por un lado, de los cambios regulares que afronta cualquier producto en su oferta y demanda, pero además afectado por la variabilidad de las condiciones marinas que sufre la zona este del Pacífico Sur.

Gráfico 2-3 Precio de la harina de pescado y harina de soya (US\$ por tonelada)



El ciclo de crecimiento sostenido del que disfrutaron las economías de Estados Unidos, Japón y los países de Europa occidental después de la Segunda Guerra Mundial termina en 1974, como resultado del cambio en la disponibilidad del petróleo, cuyo precio<sup>4</sup> pasa de fluctuar entre los US\$ 2 y US\$ 3 por barril en la década del sesenta, a costar US\$ 11.20 en 1974, y US\$ 35.50 en 1980. Este nuevo escenario se traduce en un estancamiento en las

<sup>4</sup> Petróleo crudo, promedio de Dubai, Brent, Texas en US\$ por barril. Fuente: UNCTAD STAT.

economías desarrolladas del crecimiento de su PBI per cápita, durante 1974 y 1975, y en shocks inflacionarios que modifican la estructura de costos en las industrias de todo el mundo. El crecimiento de los países de la OECD se retoma en 1976 con lo cual se reactiva la demanda hacia la harina de pescado, no obstante el precio jamás regresará a bordear los US\$ 200 como fue antes de la crisis.

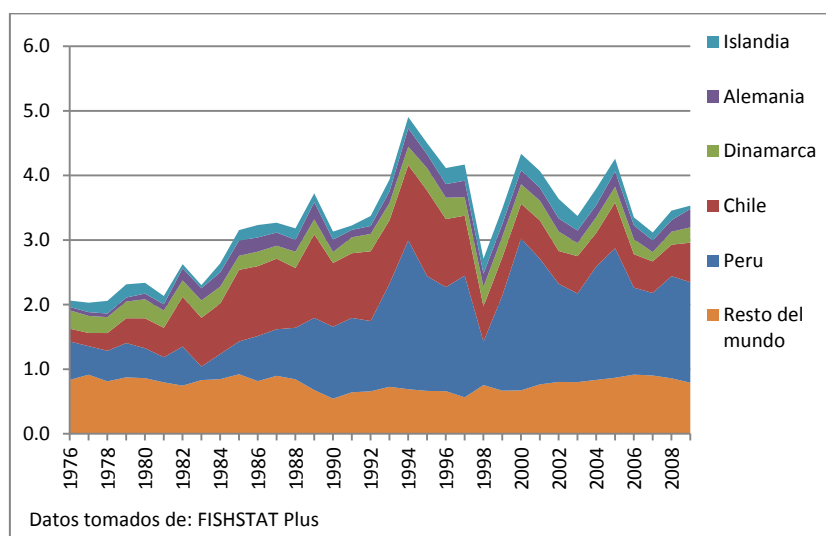
Esta nueva etapa de crecimiento está todavía acompañada en Europa de una política de apoyo monetario directo a los productores agrícolas. Entre 1979 y 1980, los países miembros de la Comunidad Económica Europea en conjunto reportan al GATT un aumento del gasto comunitario en subsidios para la carne de cerdo de 157% y para la carne de pollo y huevos de 124%, en términos nominales (GATT, 1981). Si bien la inflación es también una característica importante de esta etapa del crecimiento económico, al ser esta cifra 32% acumulada para los dos años analizados, el crecimiento de los gastos en subsidios en términos reales fueron, 125% y 93% respectivamente, cifras nada despreciables.

El Gráfico 2-3 muestra que, a partir de 1976 y durante 20 años aproximadamente, el precio fluctuará alrededor de los US\$ 400, correspondiendo al nuevo impulso en la demanda pero también al nuevo escenario en los costos de producción de harina de pescado. A este nuevo contexto económico internacional, y bajo la constante inestabilidad de la biomasa de anchoveta, es que la industria pesquera peruana debe adaptarse para garantizar su existencia. Como comentaremos más adelante, en esta etapa de la historia económica mundial, la industria pesquera peruana entraba en 1968 a un proceso de estatización y salía de él en 1976.

A inicios de los ochentas, los países desarrollados entran a una fase de estancamiento acompañado de una inflación creciente y desempleo, lo que tratan de resolver con la restricción de su oferta monetaria, elevando las tasas de interés. Esto origina la incapacidad de pago de los préstamos fácilmente otorgados en años anteriores a las economías latinoamericanas gracias al exceso de liquidez en los mercados financieros, dando inicio en 1982 a lo que se conoce como la crisis mundial de la deuda externa. El precio de la harina de pescado sufre fluctuaciones con tendencia hacia abajo, llegando en 1985 a US\$ 280 la tonelada métrica.

Por otro lado, esta caída es impulsada también por el crecimiento de la oferta mundial de harina de pescado gracias al suministro chileno, tal como se muestra en el Gráfico 2-4. El proceso de privatización de la flota pesquera chilena llevado a cabo entre 1974 y 1978 y la flexibilización regulatoria respecto al acceso a los recursos marinos (Thorpe, Aguilar, & Reid, 2000) impulsan la captura de anchoveta en el norte de Chile y le permiten aumentar sus exportaciones de harina de pescado, entre 1981 y 1985, en más del doble (143%), haciendo que el volumen total exportado en el mundo supere por primera vez la línea de los 3 millones de toneladas.

Gráfico 2-4 Principales países exportadores de harina de pescado (Millones de toneladas)



Entre 1986 y 1988, los países de la OECD inician un programa de reforma en su política de subsidios tratando de que los productores agrícolas prescindan del apoyo monetario del Estado, especialmente en lo que se refiere al subsidio directo al precio. Los resultados son moderados y se muestran en las siguientes cifras: si en 1986, en Japón los subsidios a los productores agrícolas en general correspondían al 65% de sus ingresos brutos, en el año 1990, esta cifra se reduce al 52%; en los mismos años, en la Unión Europea los subsidios bajan de 39% a 33%; y, en Estados Unidos, de 24% a 17% (OECD, 2011). Vemos pues que, aunque las cifras se hayan reducido un poco, gracias al apoyo del Estado, en los países de la OECD se sostiene un crecimiento agrícola que repercute en el mercado de harina de pescado.

Es así que, en la segunda década de los ochentas, tanto la demanda como la oferta de harina de pescado, ambas crecientes, imprimen un ritmo cambiante al precio con una tendencia alcista, incluso atravesando la etapa de la crisis internacional de 1990, hasta el año 1993, en donde la harina de pescado alcanza el precio más bajo que tendrá durante la década de los noventa, US\$ 364 aproximadamente, motivada por la fuerte expansión de la oferta mundial, la que en 1994 alcanza el volumen máximo exportado de harina de pescado en toda la historia, 4'903,315 toneladas (ver Gráfico 2-4).

Este pico en las exportaciones será originado esta vez por el aumento en la captura de anchoveta peruana, resultado de dos factores. Por un lado, el proceso de privatización y desregulación que se lleva a cabo en el Perú desde 1976 recibe un nuevo impulso gracias a leyes dictadas en 1985 y se profundiza aún más en los años noventa, con medidas del gobierno de corte neoliberal. El nuevo contexto político es muy favorable a la inversión, lo que se traduce en un aumento del número de embarcaciones pesqueras, pero mayor aún es el crecimiento de plantas de procesamiento de harinas de pescado (Fréon, Bouchón, Mullon, Christian, & Ñiquen, 2008). Por otro lado, entre 1990 y 1994, la biomasa en la región norte-centro del litoral peruano registra un crecimiento de 250% (IMARPE, 2010), lo que permite que las exportaciones de harina de pescado sobrepasen por primera vez los dos millones de toneladas, llevando al

total de exportaciones mundiales a un valor cercano a los 5 millones de toneladas.

Este valor en las exportaciones mundiales será seguido de volúmenes más moderados hasta que en 1998 sufre una drástica caída motivada por el Fenómeno del Niño más severo del siglo XX en la zona sureste del Pacífico (Ñiquen & Bouchon, 2004). Este desequilibrio climático origina que el precio de la harina de pescado llegue a su máximo valor de finales de siglo, US\$ 661 la tonelada métrica.

Si bien el precio de la harina de pescado es influenciado por las mismas tendencias que afectan los precios de otros commodities, hay variables particulares en este mercado que es preciso comentar. Una de ellas se refiere a la inestabilidad del stock de anchoveta en el este del Pacífico Sur, tema que ya hemos mencionado y que será desarrollado con más detalle en las secciones siguientes. Otro aspecto está relacionado con sus condiciones de comercialización. Según Tveteras (2000), mientras que las harinas oleaginosas, como la harina de soya o de semillas de girasol, disponen de mercados con información transparente que hacen posible realizar transacciones en efectivo y a futuro, en el mercado de harina de pescado los aspectos relacionados a la transacción son conocidos básicamente por las partes involucradas, es decir, por un lado los productores y por otro, un grupo de comerciantes que trabajan en nombre de la industria de alimentos. Probablemente, el carácter privado de este mercado se deba a la variabilidad de la oferta que impone un alto nivel de incertidumbre en el mercado, haciendo inviable la formación de stocks para épocas de escasez y el uso de información histórica para proyectar precios. Los stocks de harina de pescado equivalen a tres meses de producción, lo que no significa mucho comparado con otros commodities.

Otra característica del precio de la harina de pescado es que su valor guarda una clara correspondencia con el precio de la harina de soya, su principal sustituto, por lo menos desde 1970 hasta 1996. La harina de soya es la principal fuente de proteínas en el mundo para los alimentos preparados, por dos motivos: por su alto contenido proteico, y por sus altos volúmenes de producción. La harina de soya contiene desde un 40% hasta un 50% de proteína, superior al contenido de otras oleaginosas, aunque menos que la harina de pescado, quien tiene un 65% en su calidad estándar. Por otro lado, mientras que la producción total de harina de pescado en el mundo es de 5 millones de toneladas aproximadamente, la producción de harina de soya ha sido 15 veces más (Tveteras, 2000), lo que determina su preponderancia en la producción de alimentos preparados.

Así pues, el Gráfico 2-3 de la página 26 nos muestra que, desde 1970 hasta 1996, existe una trayectoria bastante paralela entre las curvas de precios de ambas harinas, que se puede expresar matemáticamente como una relación de equilibrio entre los dos precios, de aproximadamente 2 a 1, a favor de la harina de pescado. No obstante, esta relación de precios se ve afectada en el corto plazo principalmente por la alta variabilidad de la oferta de harina de pescado, de tal manera que cuando su precio sube demasiado y por un tiempo prolongado, los productores de pienso adaptan sus fórmulas con harina de

soya, obligando a los animales a acostumbrarse al nuevo balance de proteínas. Este cambio de requerimiento hace que suba el precio de la harina de soya hasta que el suministro de harina de pescado se normalice y se regrese a la situación inicial. Es evidente que la harina de soya funciona como una válvula de desfogue en esta relación y debilita el poder que puedan aspirar a tener sobre el precio los productores de harina de pescado. Es claro también en el mismo gráfico, que este mecanismo de compensación ha funcionado solo hasta 1996, en donde la proporción de 2 a 1 deja de existir. Las causas de esta desviación en los precios tienen que ver, por un lado, con un cambio tecnológico en la producción de harina de pescado que permite mejorar su calidad y evita así ser fácilmente reemplazada por la soya, y por otro lado, con el creciente uso de la harina de pescado en la acuicultura, asociada al ingreso en la escena económica mundial de un nuevo actor: China.

### *2.1.3. Etapa del crecimiento Chino y la acuicultura*

La harina de pescado puede ser clasificada según su valor nutricional en súper prime, prime, tradicional y subproducto. Si la harina está compuesta por un 68% o más de proteínas, se le considera prime o superprime, mientras que si tiene hasta 65% de proteínas se le considera tradicional o subproducto. Las harinas superiores (prime y superprime) se obtienen con la tecnología del secado a vapor indirecto, lo que evita el contacto de la materia prima con el combustible en el proceso de secado, mejorando su calidad. Asimismo, son más valoradas no solo por su alto contenido proteico, adecuado para animales en etapas tempranas de crecimiento, sino, además por ser más digeribles por el estómago de ciertas especies, como peces carnívoros y crustáceos (IFFO, 2011).

Conocer la clasificación de la harina de pescado según sus tipos nos ayuda a entender porqué a partir de 1996, su precio rompe la relación histórica que mantenía con la harina de soya. El Perú, siendo el principal exportador mundial de harina de pescado, inicia en los años noventa un proceso de reconversión industrial que le permite aumentar su producción de harinas de alta calidad. Es así que ya en 1996, el 27% del total de las exportaciones peruanas de harina de pescado correspondían al tipo prime o súper prime, mientras que en el año 2000, esta cifra sube a 45% (Santibáñez V. & Santibáñez O., 2003), tasa que se ha mantenido más o menos hasta la fecha<sup>5</sup>. Esto ha ocasionado, no solo que sea más difícil de reemplazar por la harina de soya, sino, además ha originado una reducción de los volúmenes de producción de la harina tradicional, siendo entonces uno de los factores que han impulsado el precio, como se muestra en el Gráfico 2-3 de la página 26.

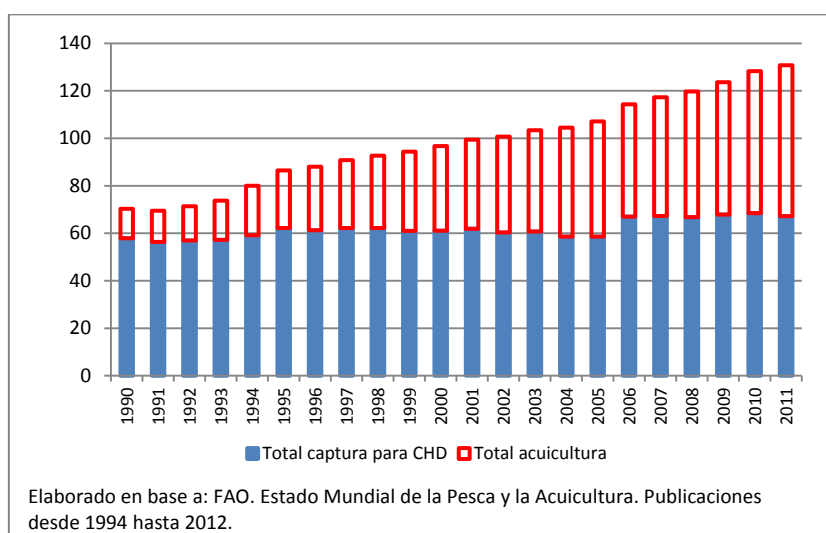
Sin embargo, el factor más importante que explica el aumento en el precio durante la segunda parte de los años noventa es el crecimiento exponencial de un nuevo sector en la industria de alimentos en el mundo: la acuicultura. Los sucesivos reportes de la FAO sobre el Estado de la Pesca Mundial (FAO, 1994, 2002, 2008, 2010 y 2012) registran que, desde mediados de la década de los

---

<sup>5</sup> Más aún, una resolución emitida en el año 2008 por el Ministerio de la Producción del Perú (N°621-2008-PRODUCE) fortalecerá esta tendencia pues establece un calendario de plazos para que todas las plantas productoras de harina de pescado adapten su tecnología al proceso de secado indirecto.

ochenta, la pesca de captura ha alcanzado un límite cercano a los 90 millones de toneladas, y no ha crecido a pesar del aumento sostenido de la demanda de pescado para consumo humano directo en los países desarrollados. El estancamiento se debe a que, según considera la FAO, el 80% de las especies capturadas en el mundo están totalmente explotadas o inclusive algunas de ellas sobreexplotadas (FAO, 2008), generando una demanda insatisfecha que ha sido cubierta por la acuicultura. Así, el Gráfico 2-5 muestra el crecimiento del consumo de productos acuícolas en comparación con el estancamiento de la pesca de captura para el consumo humano directo (CHD) en el mundo, desde 1990 hasta el 2011. Se ve que la captura de peces y crustáceos para CHD, desde 1990, no puede pasar significativamente los 60 millones de toneladas, mientras que la producción acuícola registra un espectacular crecimiento promedio anual del 17% desde el mismo año. El mismo reporte de la FAO anota que de todos los peces y crustáceos que se consumen en el mundo, el 47% es de origen acuícola, lo que demuestra el peso que ha adquirido este sector en la alimentación mundial.

**Gráfico 2-5 Pesca para consumo humano directo según origen (Millones de toneladas)**



Las principales especies de la acuicultura en cuya dieta la harina de pescado es fuente importante de proteínas son: el camarón marino y los peces marinos, además del salmón, carpa, trucha y anguila entre otros. La demanda de piensos de este sector ha sido tan grande que si en el año 1988, el 60% de la harina de pescado del mundo era destinada a los alimentos compuestos para aves y sólo el 10% para el sector acuícola, en el 2008, las cifras prácticamente se invierten, el 59% de la harina se destinó al sector acuícola, mientras que sólo el 9% para aves (Tacon & Metian, 2009; Jackson, 2010), tal como se muestra en el Gráfico 2-6.

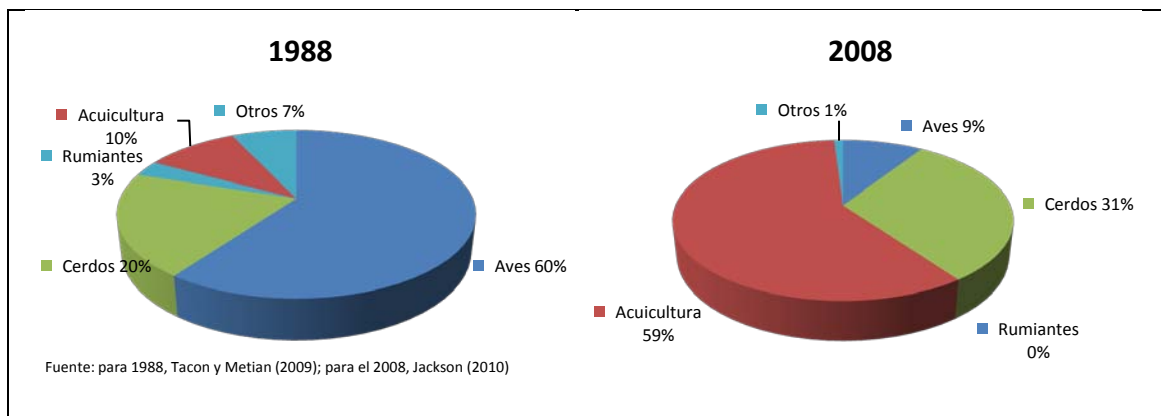
El crecimiento del sector acuícola ha impulsado tanto el precio de la harina de pescado que se ha iniciado rápidamente el esfuerzo de reducir su dependencia de esta materia prima, con importantes logros. Así, si en 1995, era necesario en el mundo usar 1.04 kilogramos de pescado en piensos para lograr 1 kilogramo de producto acuícola, para el 2007 este ratio bajó a 0.63, en promedio para todo el sector (Naylor, y otros, 2009). Tales logros se deben a que dentro del sector acuícola la demanda hacia la proteína de pescado no es



homogénea, pues existen especies omnívoras cuyos piensos no necesitan tan alto contenido de harina de pescado como sí ocurre en el caso de las especies carnívoras. Para éstas últimas, la demanda hacia la harina de pescado es mucho más inelástica respecto al precio, obligando a los productores a innovar métodos para racionalizar su uso, con ciertos logros. Así, el uso de harina de pescado por cada kilo de salmón producido ha disminuido en Canadá, Chile, Irlanda, Noruega y el Reino Unido en la medida que ha aumentado la producción, entre 1977 y 2006, como efecto de mejoras tecnológicas (Tveteras & Tveteras, 2010).

No obstante, a pesar de la reducción en los requerimientos de harina de pescado por unidad de producto acuícola, el volumen producido se ha expandido de tal manera que su consumo total de harina de pescado ha aumentado. Los datos del Gráfico 2-5 muestran que la producción acuícola se ha quintuplicado, desde 1990 hasta el 2011, mientras que el precio de la harina de soya se ha casi duplicado y el de la harina de pescado casi cuadruplicado en el mismo periodo (ver Gráfico 2-3 de la página 26); y, en la medida que no ha sido posible la sustitución de la proteína de pescado por la proteína de soya en todos los casos, el vínculo tradicional que mantuvo el precio de ambas harinas durante muchos años empieza a romperse, a partir de 1996. Por lo pronto, la relación entre ambos precios ha pasado a ser volátil y es probable que en el largo plazo innovaciones tecnológicas en la acuicultura restauren su relación estable (Asche, Oglend, & Tveteras, 2011), aunque no necesariamente al nivel de dos a uno.

Gráfico 2-6 Uso de la harina de pescado en el mundo, en 1988 y 2008



El crecimiento pronunciado del sector acuícola mundial desde los años noventa tiene al mismo tiempo un responsable: China. Desde que en 1979 su política económica da un giro hacia un capitalismo pragmático, el sector privado ha pasado a ser el motor del crecimiento de la economía china y la clase media del país uno de sus principales mercados. El efecto en el mundo de estos cambios está determinado por las dimensiones del país, no sólo respecto a su territorio, sino por el tamaño de su población. En 1990, el Banco Mundial registra una población de 1,135 millones de habitantes y un PBI per cápita de 391 US\$, mientras que en el 2011 los valores fueron 1,344 y 3,120 US\$ respectivamente; es decir, un incremento de solo el 18% en población pero del 690% en la producción per cápita, lo que ha hecho sentir sus efectos en la

producción y el consumo de pescado, y consecuentemente en el mercado de alimentos balanceados para este sector.

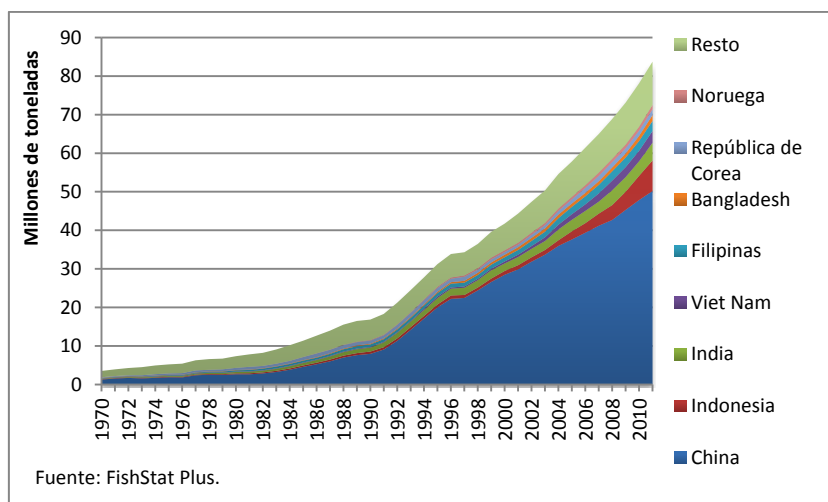
Si bien existe un giro hacia la economía de mercado en China, el Estado no se ha limitado a jugar el rol de simple promotor de la actividad privada en el sector acuícola. Desde las reformas iniciadas en 1979 y más aún con la Ley de Pesca de 1986 se ha privatizado gran parte de la producción, comercialización y distribución del sector acuícola. Sin embargo, de acuerdo al reporte Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura de la FAO (2002), la presencia del Estado se ha hecho sentir a través de préstamos, donaciones y subsidios para fomentar la inversión en el sector. En el año 2002, por lo menos el 80% la producción acuícola ya estaba a cargo de empresas privadas y cooperativas, no obstante, la presencia del Estado era aún fuerte en el sector de piensos a través de la producción directa y la promoción. En 1990, el Estado era propietario del 99% de las fábricas de piensos para la acuicultura; esta cifra se redujo a 47% en 2002, cambio que estuvo acompañado con la reducción de aranceles a la importación de insumos para piensos, para estimular la inversión. En cuanto a la investigación y desarrollo, en el año 2002, esta actividad estaba a cargo de 210 institutos de investigación pesquero y 30 universidades con la acuicultura como carrera; eran financiadas por el gobierno central y los institutos administrados directamente por la Academia China de Ciencias Pesqueras perteneciente al Ministerio de Agricultura. Es así que, según el reporte mencionado, el crecimiento acuícola que se muestra entre 1979 y 1999 se debe en un 50% por innovaciones resultado de la inversión en investigación y desarrollo, financiada principalmente por el Estado (FAO, 2002, pág. 104).

Paralelamente, los subsidios a los ingresos de los productores agrícolas en la Unión Europea, Japón y Estados Unidos han seguido bajando moderadamente, hasta alcanzar, en el 2009, las cifras de 24%, 48% y 10% respectivamente. Entonces, constatamos en esta etapa que, mientras que en Europa y otros países de la OECD el nivel de subsidios al sector avícola y porcino se reduce, la demanda mundial de harina de pescado es impulsada esta vez por el sector acuícola Chino, que se desarrolla en realidad gracias a políticas que mezclan los mecanismos del libre mercado en el sector acuícola productivo, con rasgos de planificación central en el área de la investigación y desarrollo, y propiedad estatal en la producción de piensos.

El Gráfico 2-7, muestra la producción acuícola mundial en millones de toneladas, desde 1970 hasta el 2011, en donde la magnitud de la producción de China respecto al resto de países es abrumadora. El crecimiento de su sector acuícola ha sido exponencial: en toda la década del setenta fue de 58%; en la década de los ochenta, de 359%; en los noventa, de 211%; y, en la década de los 2000 fue de 59%. Es evidente observar que la dimensión de los volúmenes de compra para abastecer a tamaña industria tiene un efecto significativo sobre el mercado mundial de proteínas para alimento compuesto. Así es que la producción acuícola China representó el 62% de la producción mundial, en términos de cantidad, en el 2009, y su participación en las importaciones mundiales de harina de pescado fue del 34%, aproximadamente.

Así como China, un nuevo grupo de países en desarrollo ha ingresado al mercado mundial de harina de pescado, alterando en algo el dominio sobre la demanda que ejercía el grupo tradicional de países desarrollados. Es el caso de Vietnam, Grecia, Turquía, Indonesia, y Chile, los que incluyendo China determinaron el 43% de las importaciones mundiales, en 2009 (FishStatPlus, 2011). No obstante, para el caso del Perú, China se ha convertido en el principal destino de las exportaciones de harina de pescado, adquiriendo en el 2011 el 59% del total exportado.

Gráfico 2-7 Producción acuícola mundial (Millones de toneladas)



En este contexto, cabe resaltar la observación de la FAO (2008) respecto al crecimiento importante del consumo de proteína animal por parte de la población en varios países en desarrollo, aunque sigue siendo mucho menor que en los países desarrollados. Para explicar este aumento se distinguen dos causas: la primera, se vincula al crecimiento de la población y del ingreso per cápita de países como China, Brasil, India y otros; y, la segunda, se refiere a un proceso creciente de urbanización que ha traído consigo un rápido crecimiento del número de supermercados que no se dirigen sólo a los consumidores de ingresos elevados, sino también a los de ingresos medios y bajos. El reporte resalta que el crecimiento de la urbanización influye en los hábitos dietéticos y cambia el estilo de vida de los individuos, debido al desarrollo de infraestructuras, incluidas cadenas de frío, que permiten ampliar el comercio de bienes perecederos, tales como la carne de res, aves y pescado. Este aumento en el consumo de proteínas animales tiene efectos sobre la demanda mundial de harina de pescado y sobre la captura de anchoveta en el Perú, orientando la inversión del sector pesquero del país hacia la captura, más para satisfacer la demanda internacional que la demanda de pescado para consumo humano directo nacional.

En cuanto a la oferta mundial exportable de harina de pescado, desde 1994 al 2008, ésta se ha mantenido alrededor de los 3.8 millones de toneladas (ver Gráfico 2-4 de la página 28), mientras que la producción mundial ha fluctuado en torno a los 6 millones de toneladas, para lo cual la captura total de las especies usadas en producirla ha sido 20 millones de toneladas aproximadamente (FAO, 2008; FAO, 2010). Esto se debe a que, luego del Fenómeno del Niño de 1998, las condiciones climáticas en el Pacífico Sur se

han mantenido estables y con ello la biomasa explotada por Perú y Chile, los mayores exportadores mundiales de harina de pescado. A esta relativa estabilidad en la oferta mundial también ha contribuido la implementación, en los años noventa, de regímenes de control de captura en ambos países, para lidiar con el problema de la sobreexplotación del recurso natural originado por los procesos de desregulación estatal acompañados con esquemas de libre acceso que se aplicaron en los años ochenta. Chile, en 1991, introduce un sistema de control de cuotas individuales (Thorpe, Aguilar, & Reid, 2000); mientras que el Perú, en el año 1992, aprueba una nueva Ley General de Pesca con la cual se refuerza la regulación a través del sistema de cuotas globales (Congreso de la República del Perú, 1992). Es así que la captura y procesamiento en Perú y Chile, quienes exportaron en conjunto, en el año 2009, el 61% del volumen mundial, ha determinado para estos últimos años un límite natural de producción, el que es difícil de superar con la producción de otras zonas geográficas, pues aquellas en las que se pesca para producir harina ya están completamente explotadas o sobreexplotadas (Naylor, y otros, 2009).

No obstante, las siguientes tendencias podrían alterar el límite de producción en el largo plazo: mejoras tecnológicas que modifiquen el ratio de conversión de pescado en harina de pescado, cuyo valor ha sido en promedio, del 2001 al 2006, 4.45 para el Perú y 4.09 para Chile (Péron, Mittaine, & Le Gallic, 2010); cambios en la biomasa que respondan no tanto a shocks climáticos como el Fenómeno del Niño o la Niña, sino a los ciclos interdecenales a los que también están sometidas las especies pelágicas que habitan en el Pacífico Sur (Fréon, Bouchón, Mullon, Christian, & Ñiquen, 2008); y, un aumento significativo del aprovechamiento de los desechos del procesamiento de pescados y mariscos de la industria conservera siempre y cuando se mejore el proceso de eliminación de residuos no deseados, como las cenizas de huesos, o posibles contaminantes, como las dioxinas (Naylor, y otros, 2009).

Finalmente, la captura de anchoveta y otras especies pelágicas ha recibido un estímulo adicional de parte de la demanda internacional de aceite de pescado. Se trata en realidad de un subproducto del proceso de producción de harina de pescado, que demuestra tener propiedades poco frecuentes en otros alimentos. Por un lado, el aceite de pescado contiene mucha más energía almacenada que la mayoría de proteínas y carbohidratos, lo que lo convierte en un insumo de gran calidad para la producción de piensos. Por otro lado, el aceite de pescado contiene una serie de ácidos grasos que pasan a formar parte de las membranas celulares en animales y seres humanos, y les otorga la flexibilidad suficiente como para realizar su función de transporte de moléculas a través de las membranas. La serie de ácidos grasos más conocida es la llamada omega 3, a la que se le atribuyen además otras propiedades benéficas respecto a enfermedades coronarias, desórdenes psiquiátricos, artritis, recuperación de cirugías, entre otros (IFFO, 2011).

En la medida que los productores de harina de pescado ha ido mejorando su proceso productivo y permitiendo la recuperación de los líquidos (agua de cola) que antes se desechaban, la producción de aceite de pescado se ha asentado como subproducto y su oferta se ve afectada por los ciclos de abundancia y escasez de la anchoveta y otras especies pelágicas del Pacífico Sur. Mientras

que en 1994, las exportaciones mundiales de aceite de pescado alcanzaron la cifra de 931 mil toneladas, en 1998 fueron sólo 426 mil toneladas, para recuperarse luego en el 2000, con 874 mil toneladas, vaivén que se observa también en las exportaciones de harina de pescado.

El aceite de pescado ha ido creciendo en importancia debido a la demanda proveniente de la acuicultura, cuyo desarrollo ha sido ya expuesto en este apartado. Es así que en el año 2008, el 85% de la producción total ha sido absorbida por la acuicultura y se estima que el porcentaje siga creciendo (FAO, 2010). En el sector acuícola, el salmón y la trucha son las especies que más consumen aceite de pescado (Jackson, 2010). Por otro lado, el aumento de la esperanza de vida de la población en las economías desarrolladas y la incidencia de enfermedades cardiovasculares que ello acarrea, impulsa la demanda de alimentos con ácidos grasos no saturados, provocando un impulso a la demanda de aceite de pescado por parte de la industria farmacéutica. Mientras que en 1990, el 5% de la producción mundial del aceite de pescado era utilizado para comestibles refinados, se estima preliminarmente que en el 2010, este porcentaje subió a 12% aproximadamente (Jackson, 2010). En este caso, el aceite de pescado está sometido a normas técnicas de producción distintas a las que se usan en la acuicultura, lo que representa una exigencia adicional a los exportadores de la materia prima.

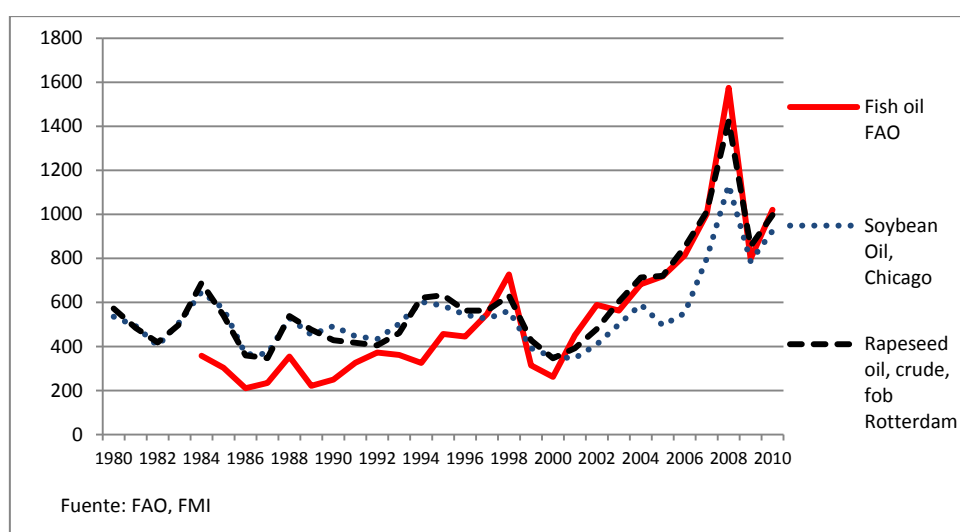
En la década de los ochenta, la demanda mundial de aceite de pescado era liderada por un grupo de países europeos, entre los que se encuentran Noruega, Dinamarca, Holanda y Francia. De ellos, Noruega se caracteriza por su gran producción acuícola, mientras que Dinamarca, Holanda y Francia importan aceite de pescado para usarlo en su industria de piensos y reexportarlo en gran parte. En los años dos mil, Chile y China han tomado posiciones importantes en el mercado por el desarrollo de sus respectivas industrias acuícolas. Por otro lado, la oferta mundial de aceite de pescado está compuesta por casi los mismos países que producen harina de pescado. En el año 2009, Perú lidera el grupo con el 33% de la exportación mundial en toneladas métricas, seguido por Dinamarca con 18% y por Chile con 9% (FishStatPlus, 2011).

La participación del aceite de pescado en el mercado mundial de aceites usados para la producción de piensos es muy pequeña, y, a pesar de su alto contenido energético y las otras propiedades descritas, tiene como principales sustitutos al aceite de soya y el aceite de rape. Mientras que la producción mundial de aceite de pescado ha tendido a ser en los últimos años aproximadamente 1 millón de toneladas anuales (Jackson, 2010), la producción mundial de aceite de soya fue, entre los años 2005 y 2009, aproximadamente 36 millones de toneladas en promedio anual; y la producción mundial de aceite de rape, 19 millones de toneladas en promedio anual (USDA, 2011). El Gráfico 2-8 muestra que desde 1984 hasta el año 2000, el precio del aceite de pescado ha estado casi siempre debajo de los otros aceites mencionados, llegando a costar ese año 262 US\$ por tonelada métrica. A partir del año 2001, el aceite de pescado, lo mismo que otros commodities, muestran un rápido crecimiento, hasta el año 2008, que alcanza un pico de 1,574 US\$, superando a sus principales sustitutos. El año 2009, es un año de descenso en los precios de los commodities debido a las crisis económica internacional, sin embargo, se

estima que, en la medida que las principales economías del mundo se recuperen, los precios retomarán su tendencia alcista.

El tamaño reducido del mercado mundial de aceite de pescado se refleja en la composición de las exportaciones peruanas. Entre el año 2000 y el 2009, del valor total de las exportaciones pesqueras peruanas en US\$, sólo el 13% ha correspondido en promedio a las exportaciones de aceite de pescado, mientras que el resto corresponde a la harina de pescado (BCRP, 2013). No obstante, el reciente incremento del precio que muestra el Gráfico 2-8 refuerza el impulso a la captura de anchoveta en el Perú, y el uso de esa rica fuente energética y de ácidos grasos para abastecer a los mercados mundiales, tanto en lo que se refiere a la producción de piensos, como para suplemento alimenticio para el consumo humano.

Gráfico 2-8 Precio del aceite de pescado, aceite de soya y aceite de rape (\$ por tonelada métrica)



Como hemos mencionado líneas arriba, el futuro de la oferta exportable de la harina y aceite de pescado en el largo plazo es incierto, debido a su fuerte dependencia de factores climáticos. No obstante, el comportamiento de la demanda es más predecible, y las tendencias en la producción acuícola y en el ingreso per cápita de países desarrollados y en desarrollo refuerzan la idea de que seguirá subiendo. Analizando estas tendencias y asumiendo los escenarios más probables para 28 productos alimenticios en el mundo, Delgado y otros (2003) predicen para el año 2020 un crecimiento del precio en términos reales del 18%, tanto de la harina como del aceite de pescado respecto al año 1997, por encima de los crecimientos de los precios reales de los peces de alto valor (15%), los peces de bajo valor (6%); y muy por encima de la carne vacuna (-3%), carne de pollo (-2%) y harinas vegetales (-1%), que muestran una caída en términos reales. Hay que observar que estos pronósticos no incluyen los datos de las alteraciones recientes en los precios relativos entre la harina de soya y de pescado que empiezan a hacerse más visibles desde el 2004 (ver Gráfico 2-3 de la página 26).

Por ahora, el crecimiento exponencial de la producción acuícola ha sido posible a pesar de la limitada oferta de harina de pescado y los esfuerzos tecnológicos realizados han evitado que la disponibilidad de harina de pescado se convierta

en un cuello de botella para la acuicultura (Asche, Oglend, & Tveteras, 2011). Sin embargo, para los compradores de harina de pescado sigue siendo un asunto estratégico la búsqueda de fuentes alternativas de proteínas y ácidos grasos. Un ejemplo de este interés es la propuesta planteada en el año 2008 por el Consejo Nacional de Normas Orgánicas de Estados Unidos de un calendario de 12 años para limitar el uso de harina y aceite de pescado y otorgar certificados de producción acuícola sana y sustentable a las empresas que cumplan tales requisitos. Aunque Estados Unidos ya no está entre los grandes importadores mundiales de harina de pescado, es el principal productor de harina de soya, de tal manera que si el desarrollo de tales alternativas se demuestran rentables, pueden reducir el uso de la harina y aceite de pescado a las etapas de desarrollo donde sus aminoácidos y ácidos grasos son estrictamente indispensables, y con ello modificar los mercados en el largo plazo, en perjuicio de los actuales productores. Entre las posibles fuentes alternativas están: proteínas vegetales que podrían ser extraídas de la cebada, canola, maíz, semillas de algodón, soya y trigo; lípidos de origen vegetal, tales como canola, soya, lino, palma; proteínas y aceites extraídos de algas; y, desechos de la ganadería, tales como carnes, huesos, sangre y plumas de los que se pueden extraer harinas (Naylor, y otros, 2009).

## **Conclusiones**

Del análisis previo se pueden extraer algunas ideas centrales que serán utilizadas en el desarrollo de las siguientes secciones en este trabajo. Éstas son:

- El crecimiento económico, primero de Estados Unidos, luego de los países europeos y finalmente de China han determinado en forma consecutiva, a lo largo de varias décadas, la demanda internacional de la harina de pescado. Asimismo, el crecimiento de la población, el aumento del ingreso per cápita y el proceso de urbanización que se lleva a cabo en cada vez más países en desarrollo fortalecerá en años siguientes la demanda internacional de proteínas animales, tanto para el consumo humano directo, como para la producción de piensos.
- El crecimiento de la demanda internacional de harina y aceite de pescado y, por lo tanto, el precio de estos commodities, ha estado vinculado a una política de desarrollo agrícola basada en subsidios y otras formas de apoyo estatal en los países de la OECD y luego en China; creando un estímulo muy grande en los agentes económicos para abastecer a estos países con fuentes de proteínas de otras partes del mundo. Ese ha sido el rasgo común de las políticas agrarias aplicadas en los países mencionados, en los que encontramos gobiernos de corte liberal, keynesiano y socialista. En este contexto, la industria pesquera peruana ha seguido señales del mercado internacional sustentadas por la intervención estatal.
- El precio internacional de la harina de pescado ha estado determinado por una demanda consistentemente creciente, alterada solamente por las conocidas crisis internacionales de los años 1973-1975, 1980-1982, 1991, 2001 y 2008-2009. Sin embargo, la oferta de harina de pescado está fuertemente influenciada por las condiciones climáticas en el

Pacífico Sur, ejerciendo un impacto sobre el precio internacional y otorgándole a este mercado un alto nivel de incertidumbre. Las reformas liberales aplicadas en los países del este del Pacífico Sur, hábitat de la anchoveta, han llevado al recurso a sus límites de explotación y con ello a la oferta mundial de harina de pescado a su probable frontera de producción en el corto plazo. Un aumento de la oferta exportable dependerá de una fluctuación en las condiciones ambientales favorable al aumento de la biomasa, por ahora impredecible, o de un posible salto tecnológico en los métodos de transformación. Por lo pronto, se percibe de manera más nítida en el corto plazo que el incremento de la demanda hará sentir su efecto sobre el precio.

- El precio internacional de la harina de pescado ha mantenido un vínculo estrecho, hasta 1996 aproximadamente, con el precio de la harina de soya; sin embargo, a partir de esos años el rol sustituto de la harina de soya se ha debilitado. Por un lado, esto ha sido resultado de mejoras en el proceso productivo que ha permitido ofrecer harinas prime y súper prime para segmentos específicos en el consumo de piensos, en donde la harina de soya pierde su capacidad de sustituto. Por otro lado, el crecimiento de la acuicultura mundial, visto de manera global, ha aumentado el uso extensivo de la harina de pescado, gracias a los volúmenes de producción acuícola; no obstante, su uso intensivo, por unidad de producto acuícola, se ha reducido para algunas especies. Estos cambios están llevando al precio de la harina de pescado a una nueva etapa de crecimiento. Se espera que innovaciones tecnológicas permitan restaurar la relación estable entre los precios de ambas harinas y que mantengan a la harina de pescado integrada al mercado de harinas proteicas.

## 2.2. *El impacto del medio ambiente sobre la biomasa de anchoveta*

El ecosistema marino que existe en la costa norte del Perú es parte de un ecosistema mayor formado por todo el océano Pacífico y la atmósfera que descansa sobre él, y que responde a una dinámica propia de intercambios de temperatura y desplazamientos de corrientes, tanto en el mar como en el aire, determinando un equilibrio medioambiental pero inestable (Stenseth, y otros, 2003).

### 2.2.1. *La anchoveta y su hábitat*

El hábitat de la anchoveta en el Pacífico Sur se forma gracias al fenómeno llamado afloramiento, que permite que aguas profundas ricas en nutrientes alcancen la superficie y sirvan como soporte vital para una vasta cadena trófica. El afloramiento es resultado de la acción de los vientos alisios que producen el traslado de masas de aire del este de la cuenca del Pacífico hacia el oeste, ocasionando un desplazamiento de la superficie del mar en esa dirección y con ello su inclinación, siendo más elevado en el oeste y más bajo hacia el este de la cuenca (Bakun, 1996). Así, las características medioambientales ha convertido a esta parte del Pacífico en la zona de más alta productividad biológica del mundo, representando sólo el 0.1% de la superficie mundial de los océanos pero con una producción alrededor del 10%



de la captura mundial, entre los años 1998 y 2005 (Chávez, Bertrand, Guevara-Carrasco, Soler, & Csirke, 2008), proporción que se mantiene hasta la fecha, pues, en el año 2011, la captura mundial marina alcanzó los 79.8 millones de toneladas (FAO, 2012 a), mientras que la captura del Perú fue de 8.24 millones de toneladas (PRODUCE, 2013).

La anchoveta es una especie pelágica que habita en aguas superficiales hasta los 50 m de profundidad, a una distancia promedio de 60-80 km de la costa. Tienen un ciclo de vida de tres años y alcanza la madurez reproductiva al año, produciendo anualmente dos picos de desove, terminando el invierno (agosto-setiembre), y terminando el verano (febrero-marzo); siendo el desove de invierno el más pronunciado y el que más probabilidades tiene de sobrevivir, pues las bajas temperaturas de la estación favorecen la abundancia del fitoplancton, uno de los alimentos de la especie (Brochier, Lett, Tam, Fréon, Colas, & Ayñon, 2008).

Así como el hábitat descrito favorece la abundancia de la anchoveta, existen características propias de la especie que contribuyen también a su sostenimiento. Por un lado, tiene un ciclo de vida corto lo que la hace capaz de recuperarse de anomalías ambientales intensas pero relativamente cortas, como el Fenómeno del Niño que por lo general tiene una duración menor de un año. Por otro lado, la especie tiene la capacidad de sobrevivir bajo una gran variedad de condiciones medioambientales gracias a que se alimenta tanto del fitoplancton como del zooplancton de varios niveles tróficos marinos. Asimismo, a pesar de que el aumento de la temperatura del mar afecta su comportamiento reproductivo, es capaz de adaptarse a un amplio rango de temperaturas, que pueden estar entre los 14°C y 23°C (Chávez, Bertrand, Guevara-Carrasco, Soler, & Csirke, 2008). Es así que la variabilidad ambiental a la que está sometida la anchoveta ha condicionado en ella el desarrollo de estrategias adaptativas que permiten su subsistencia (Bertrand, Segura, Gutiérrez, & Vásquez, 2004).

### *2.2.2. El Fenómeno del Niño y la Niña*

El fenómeno del afloramiento en el Pacífico Sur es en realidad parte de una secuencia interanual alternada de períodos fríos y calientes, resultado de la circulación de dos fuerzas a lo largo de toda la cuenca del océano: la onda Rossby que se desplaza de este a oeste, y que luego de chocar con el límite de la cuenca se convierte en la onda Kelvin, circulando en el sentido opuesto. La periodicidad de la oscilación en la temperatura depende de la demora en el tránsito de estas dos ondas, observándose una duración irregular por causas aún desconocidas pero asociadas a anomalías en el equilibrio atmósfera-océano (Bakun, 1996). Las diferentes temperaturas del mar y direcciones del viento entre el oeste y este de la cuenca originan diferentes presiones atmosféricas en ambos lados, lo que se refleja en el Southern Oscillation Index.

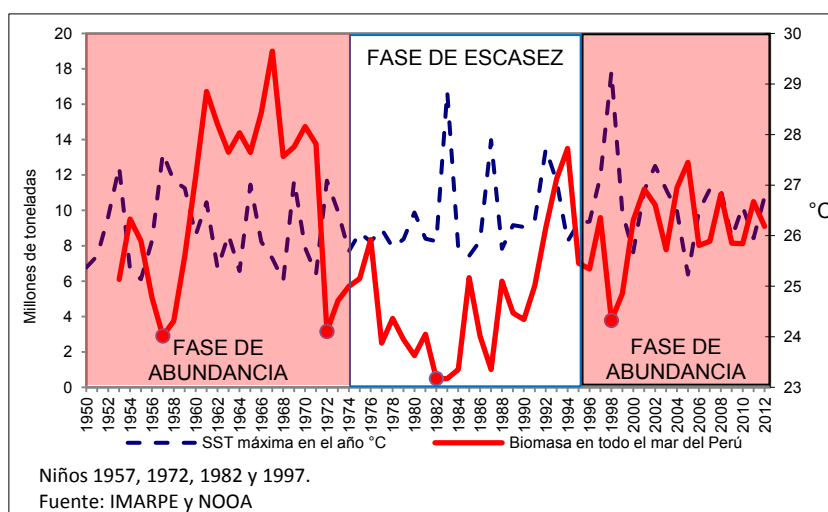
Al período caliente se le conoce como el Fenómeno del Niño (El Niño Southern Oscillation, ENSO) que se manifiesta en una elevación inusual del nivel del mar, un aumento de su temperatura superficial, la ocurrencia de lluvias abundantes en el norte del Perú y el Ecuador (Brainard & McLain, 1987) y cambios en la abundancia del fitoplancton. El indicador más visible de su

presencia es el cambio en la temperatura superficial del mar (SST), no obstante, para épocas en donde no se tiene registro de este valor se usa como indicador las variaciones en la abundancia de especies marinas, como la anchoveta o el guanay, ave guanera que se alimenta de anchoveta. Su ocurrencia es de una periodicidad irregular, como lo demuestra el Gráfico 2-9, en donde se registra caídas importantes en la biomasa en los años 1957, 1972, 1982 y 1997, acompañados de picos en la temperatura superficial del mar, en los años respectivos<sup>6</sup>. Al proceso en el cual la temperatura del mar disminuye y aumentan la biomasa de anchoveta se le conoce como la Niña.

Entre los efectos más impactantes del Niño sobre la población de anchoveta están los siguientes (Ñiquen & Bouchon, 2004):

- Cambios en la distribución territorial.- Durante el desarrollo del Niño los cardúmenes se acercan más a la costa, se sumergen a un nivel más profundo en el mar y migran hacia el sur, buscando aguas más frías. Asimismo, el cardumen se concentran en áreas más pequeñas haciéndose más vulnerables a la captura.
- Cambios en la estructura de la población.- Se reduce la proporción de juveniles y aumenta la proporción de adultos dentro de la población. No obstante, la situación cambia rápidamente en la fase final del Niño, en donde la población de juveniles se recupera.
- Cambios en la reproducción.- Se altera el patrón de reproducción observándose una menor intensidad de desove.
- Cambios en la estructura de la población pelágica.- El aumento de la temperatura superficial del mar favorece la reproducción de otras especies pelágicas, en especial la sardina.

**Gráfico 2-9 Ciclo de abundancia y escasez de la biomasa de anchoveta en el largo plazo y Temperatura Superficial del Mar (SST) en el mar peruano**



<sup>6</sup> Hay que señalar que el Gráfico 2-9 contiene temperaturas promedio anuales que no muestran relación con los vaivenes de la biomasa en el largo plazo. El vínculo sí es visible en el corto plazo para valores muy altos. El impacto de la temperatura sobre la biomasa se hará evidente más adelante, cuando utilizemos valores semestrales y rezagados un periodo.

Todas estas alteraciones se reflejan en una reducción de la biomasa de anchoveta, cuya magnitud dependerá, en principio, de la intensidad y duración del Niño, aunque como veremos a continuación, también de otros factores de naturaleza más prolongada y además global. En el caso de la Niña, sus efectos se manifiestan a través de una mayor biomasa, su desplazamiento mar adentro lejos de la costa y la formación de cardúmenes más dispersos, reduciendo su capturabilidad.

### *2.2.3. El medio ambiente global y el largo plazo*

Diversos autores advierten la existencia de variaciones climáticas de larga escala y largo plazo (dentro de las cuales actuarían el Niño y la Niña) haciendo sentir sus efectos a nivel local sobre la vida marina y terrestre en zonas específicas, pero no aisladas unas de otras. Stenseth et al. (2002) describen los efectos de la North Atlantic Oscillation (NAO) sobre la población de bacalao en el atlántico norte, y asimismo, los efectos sobre las poblaciones de sardina y arenques, las que a pesar de hallarse en hábitats separados por miles de kilómetros de distancia, responden simultáneamente a las mismas alteraciones climáticas producidas por la NAO. Asimismo, describen los efectos de la Southern Oscillation (SO) y el Niño (EN) sobre las especies pelágicas del este de la cuenca del Pacífico Sur, pero al mismo tiempo sobre especies de atún que habitan en la zona oeste de este mismo océano.

Por otro lado, Chávez et al. (2003) muestran evidencias de la correspondencia que existiría entre ciclos largos de duración interdecenal de la temperatura global del aire (y otros indicadores), con los ciclos de abundancia y escasez alternada entre la anchoveta y la sardina en el Pacífico Sur. Por la similitud con los efectos que tienen el Niño y la Niña, el autor propone el uso del término “El Viejo” para la fase caliente de largo plazo y “La Vieja” para la fase fría, en base a temperaturas superiores e inferiores en el centro del Pacífico este, respecto a su promedio. Según estos autores, desde inicios del cincuenta hasta 1975, las aguas del Pacífico tuvieron una temperatura menor a su promedio, lo que se reflejaría en la abundancia de la anchoveta; mientras que desde 1975 hasta mediados de los noventa, la temperatura fue mayor al promedio, lo que habría favorecido la predominancia de las sardinias. En 1995, habría cambiado el régimen a una fase fría, lo que estaría favoreciendo nuevamente a la población de anchoveta. Así, a la fase de abundancia de anchoveta en el largo plazo se le llama régimen de anchoveta, mientras que a la fase de abundancia de sardina se le llama régimen de sardina. El Gráfico 2-9 muestra el ciclo de largo plazo de la anchoveta, con sus fases de escasez y abundancia.

En este mismo, sentido Bertrand et al. (2011) evalúan el rol que juega el oxígeno disuelto en el mar sobre la población pelágica del Pacífico Sur y encuentran una correlación muy significativa entre cambios interdecenales del nivel de oxígeno marino y la abundancia alternada de anchoveta y sardina. La anchoveta, al ser más pequeña, requiere de menos oxígeno que la sardina, y, dado que la plataforma continental frente al Perú es baja en oxígeno, conforma el hábitat adecuado para nuestra especie estudiada. Estas condiciones que se mantienen a lo largo de decenas de años son modificadas en plazos más cortos por el Fenómeno del Niño que, entre otros impactos, oxigena el hábitat.

El mismo Bertrand et al. (2004), evalúan el Fenómeno del Niño de 1997/98 y encuentran que, a pesar de haber sido tan fuerte en duración e intensidad como el de 1982/1983, la población de anchoveta se recupera muy rápido, al contrario de lo ocurrido en el Niño de los ochentas. Esto se podría explicar por la presencia de “lagunas-refugios” cerca de la costa, que habrían sido posibles por encontrarnos, desde 1995, dentro de un régimen ambiental de largo plazo favorable a la anchoveta, permitiendo espacios de mar con la temperatura adecuada para la producción de nutrientes que ayudaron a la subsistencia de parte del stock, su desove y recuperación. Así, tal como se muestra en el Gráfico 2-9, en 1982, la biomasa de anchoveta registra una caída del 83% respecto al año anterior y se mantiene ese año y el siguiente en el nivel más bajo de la segunda mitad del siglo XX, en sólo medio millón de toneladas, presumiblemente debido a condiciones de largo plazo desfavorables para la especie; mientras que en 1997, la biomasa baja en 61% respecto al año anterior, pero los siguientes años tiene una recuperación del 40% y luego del 70%, producto de una mejor gestión pesquera y del retorno a condiciones ambientales normales dentro de los cambios de largo plazo.

Asimismo, la investigación de Ayón et al. (2011) refuerza la idea de fluctuaciones de largo plazo en la biomasa de la anchoveta. Ellos evalúan la disponibilidad de kril, uno de los principales alimentos de la anchoveta, frente a las costas del Perú y modelan ciclos de aproximadamente 25 años de duración, asociándolos a cambios en la temperatura y salinidad del mar. Estos ciclos de disponibilidad guardan sincronía con los ciclos de abundancia y escasez de la anchoveta, desde 1950. Por otro lado, Fréon et al. (2008) refieren la existencia de pseudociclos en la población de la anchoveta que podrían tener una duración entre 20 y 120 años no obstante, afirman que no es posible calcular con precisión su longitud debido a: que todavía se cuenta con escasa información; que el responsable del patrón de variabilidad aún es desconocido; y, que el reciente calentamiento global parece tener impacto sobre el comportamiento actual de la anchoveta, lo que estaría alterando el ciclo actual.

Queda en evidencia entonces que la disponibilidad de anchoveta en el mar peruano está sometida a cambios ambientales de plazos diferentes: cambios de corto plazo de la temperatura superficial del mar, de duración estacional, que determina el ciclo de vida de la especie y su abundancia regular; cambios en la biomasa por efectos de mediano plazo, originados por variaciones irregulares en la temperatura superficial del mar debido al Fenómeno del Niño y la Niña; y, cambios de naturaleza interdecenal, asociados a modificaciones ambientales de escala global y que producirían ciclos de abundancia y escasez cada 25 años o más.

#### *2.2.4. Disponibilidad de la anchoveta en el Perú desde 1950*

Así, la información del Gráfico 2-9 nos puede servir para identificar momentos importantes en la disponibilidad de anchoveta que influirá en las etapas de desarrollo de la industria pesquera peruana.

Hemos comentado ya que en los años cincuenta del siglo pasado se inicia la captura y procesamiento del recurso en forma industrial, lo que ha sido posible por el crecimiento de la biomasa, de 6 millones de toneladas métricas (TM), en

1953, hasta 19 TM, en 1967. Esta etapa de crecimiento fue alterada por un Fenómeno del Niño en el año 1957, que aparentemente tiene poco efecto sobre la industria nacional dado que, como veremos más adelante, en esos años la captura era una pequeña fracción de la biomasa (11% a lo más) y la industria mantuvo en todo momento tasas de crecimiento positivas.

Luego, ya con la industria pesquera establecida, se ingresa a una fase de reducción de la biomasa, que es acentuada por el Niño del año 1972, en donde el stock registra una caída del 77% respecto al año anterior, alcanzando un valor de 3 MT aproximadamente. Tal reducción, que ocasiona un importante aumento en el precio internacional de la harina de pescado (ver sección anterior), es resultado de, además del Niño mencionado, la sobrepesca practicada por la industria, registrándose ese año una tasa de captura respecto a la biomasa de 141%<sup>7</sup>, sobre un promedio de 75% en los 4 años anteriores; y, el cambio de largo plazo de una fase ambiental favorable a la anchoveta a una fase de abundancia de sardina. Luego, ya en esta fase, la biomasa de anchoveta se mantuvo en niveles muy bajos, teniendo un promedio anual de 3 MT, entre 1977 y 1990. Dentro de esta fase ocurre el Niño de 1982, que llevará a la biomasa a los niveles más bajos registrados durante la segunda mitad del siglo XX y tendrá efectos críticos sobre la industria nacional. Sin embargo, paralelo a la reducción de la biomasa de anchoveta frente al mar peruano ocurre un aumento de la biomasa de sardina, insumo que usará la industria nacional tanto para producir harina de pescado como para elaborar conservas de pescado.

Posteriormente, la recuperación de la biomasa de anchoveta, que en el año 1994 llega a los 13.5 MT, probablemente refleja el cambio de fase al régimen de abundancia, pero también el inicio del control estatal de captura en base a cuotas globales determinado por la Ley General de Pesca de 1992. Esta última etapa es alterada por el Niño de 1997, que ya ha sido comentado. Así, desde el año 2000 al 2009 se registra una biomasa promedio anual de 9.8 MT y una captura, también promedio del 70% de esta biomasa, lo que ha hecho posible una exportación anual de harina de pescado de 1.7 MT, en promedio, y, dado el peso de la producción peruana respecto al total mundial, ha contribuido a que la oferta mundial se mantenga alrededor de 3.7 MT.

## **Conclusiones**

Esta sección nos deja las siguientes conclusiones:

- La cuenca este del Océano Pacífico Sur se caracteriza por ser una zona de alta productividad biológica originada por un conjunto de condiciones ambientales, entre las que sobresale el fenómeno de surgencia de aguas profundas hacia la superficie. Por otro lado, esta misma zona está sometida a una alta variabilidad ambiental expresada fundamentalmente en cambios en la temperatura superficial del mar. Esta variabilidad se

---

<sup>7</sup> Dado que la anchoveta produce dos cohortes cada año, y la biomasa es medida solo en un momento en el año, es posible que la captura registre tasas de captura mayores al 100% de la biomasa.

manifiesta tanto en periodos de mediano como de largo plazo teniendo un alto impacto sobre la biomasa de anchoveta.

- Los Fenómenos del Niño y la Niña corresponden a eventos de mediano plazo, tienen una periodicidad irregular, entre siete y diez años, y están sometidos a fuerzas climáticas de escala global, lo que dificulta la predicción de su duración e intensidad, a pesar de los avances en el modelamiento acoplado de los procesos océano-atmosféricos. Este hecho impregna a los sectores económicos que dependen de la cuenca este del Pacífico Sur de un nivel alto de incertidumbre.
- Asimismo, existen condiciones de largo plazo en la temperatura superficial del mar, en sus niveles de oxígeno y en la disponibilidad de plancton y fitoplancton que determinan ciclos o pseudociclos ambientales prolongados, de 25 años o más, de abundancia y escasez de anchoveta. La capacidad de recuperación de la biomasa de anchoveta ante los Fenómenos del Niño es afectada por la fase del ciclo ambiental de largo plazo en que ocurra, siendo obviamente más rápida en la fase de abundancia llamada también régimen de anchoveta.
- Para alivio del mercado mundial de proteínas para piensos, la variabilidad que generan los cambios medioambientales sobre la oferta exportable de harina de pescado ha sido mitigada por la existencia de harinas sustitutas, no obstante, el crecimiento de la producción acuícola mundial que se da desde la segunda mitad de los años noventa ejerce nuevamente presión sobre la biomasa en esta zona marina del planeta.

### *2.3. La oferta de anchoveta y la capacidad de captura de la industria peruana*

#### *2.3.1. Nacimiento de la industria y crecimiento con libre acceso*

“Me gusta el mar, no hay que arar o sembrar en él, sólo cosechar”<sup>8</sup>

El surgimiento de la industria extractiva de anchoveta y su transformación fue antecedida del desarrollo de la industria conservera en el Perú. La Segunda Guerra Mundial altera el ritmo de producción y comercio de conservas de pescado, iniciándose en el Perú la industria respectiva para satisfacer esta demanda. Así, desde 1939 se registra un aumento del número de embarcaciones dedicadas a la captura de bonito y de plantas para procesarla (Trillo & Tord, 2003). Este pequeño crecimiento impulsa, en el norte del Perú, el desarrollo de infraestructura básica de descarga y comercio, y permite que un grupo de costeros nativos, complementados con migrantes españoles y yugoslavos, acumule experiencia en la captura de alta mar (Sulmont, 2006).

La finalización de la guerra y la restauración de la industria pesquera de EE. UU., truncan este incipiente desarrollo, pero al mismo tiempo, proveen la infraestructura y la experiencia que servirán de base para el nacimiento de la

---

<sup>8</sup> Frase atribuida por Torres (2006) a Luis Banchemo Rossi, el industrial pesquero más grande de los años sesenta, en donde se refleja la visión de la época sobre la naturaleza como fuente inagotable de recursos.

industria anchovetera en el Perú. El 70% de las plantas conserveras pasaron a convertirse en plantas de transformación de harina de pescado (Santibáñez V. & Santibáñez O., 2003) y los experimentados capitanes se convirtieron en patrones de las embarcaciones de anchoveta, y más aún, adiestraron a muchos otros que ingresaban al sector. Es así que los recursos orientados inicialmente a la captura para consumo humano directo, gracias a las fuerzas del mercado mundial, fueron desviados a la captura para el consumo humano indirecto.

El boom de la anchoveta en el Perú es el resultado de la conjunción de varios factores que se adecuan para dar origen al crecimiento explosivo que demuestra la industria. Un papel preponderante en este contexto es el que juega la demanda internacional, la que, tal como hemos visto en la sección 2.1 del presente capítulo, fue originada por el crecimiento de la producción avícola y porcina, primero de Estados Unidos y luego de los países europeos. La fuerte demanda de piensos para abastecer a estos sectores determinó un precio internacional de la harina de pescado exorbitante para las dimensiones peruanas de la época. En 1955, los costos de producción de una tonelada de harina de pescado eran de US\$ 55 (Trillo & Tord, 2003), mientras que el precio internacional de la tonelada era de US\$ 120 aproximadamente. No había como equivocarse, tal diferencia de cifras atrajo la atención de todo tipo de inversionistas, grandes y pequeños, movilizand o capital, ingenio y sudor en el afán de hacer dinero cubriendo la demanda internacional.

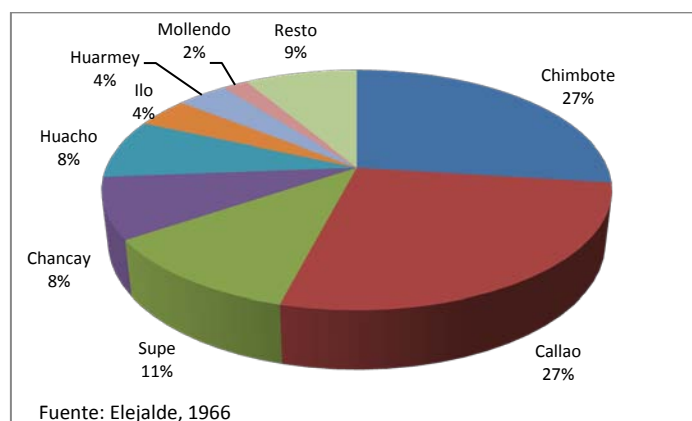
Un segundo factor que permite el desarrollo violento de la industria ha sido la disponibilidad del recurso natural. Tal como hemos visto en la sección 2.2 de este capítulo, el fenómeno del afloramiento frente a las costas del mar peruano forma el hábitat ideal para la existencia de especies pelágicas, con alto contenido de proteínas y ácido grasos. Coincidentemente, en los años cincuenta, el stock de anchoveta atravesaba una fase de abundancia, y crea la ilusión de ser inagotable y gratis para toda la vida. El único uso económico alternativo de la abundante anchoveta era el servir de alimento para las aves guaneras, sin embargo, el precio internacional de la harina de pescado fue un argumento contundente en la decisión respecto a qué uso debería tener este recurso.

Un tercer factor que facilita el nacimiento de la industria es la amplia disponibilidad de mano de obra, proveniente de la costa, sierra y selva del Perú hacia los puertos pesqueros de la costa centro y norte. Tal migración fue estimulada por la diferencia de salarios que se pagaban en las labores agrícolas y mineras respecto a los ingresos que se podían obtener en la industria pesquera. En 1950, un peón agrícola estaba acostumbrado a recibir de uno hasta dos soles al día (Sulmont, 2006), estando además sometido a regímenes de trabajo arcaicos; mientras que en la minería se recibía cinco soles diarios en trabajos duros, con altas tasas de accidentes y enfermedades pulmonares. Aunque en la pesca se trabajaba aproximadamente 5 meses al año, se podía recibir cien soles al día o más, lo que si se prorratea para todo el año, resulta en un ingreso diario de cuarenta soles (US\$ 2.67, según el tipo de cambio de ese año), sin considerar algunos ingresos extras que se podían conseguir en los días que no se dedicaba a la pesca. También era posible trabajar en las plantas de harina de pescado, aunque con un ingreso menor.

Para 1963, se estima que las personas que trabajaron en la pesca industrial de anchoveta recibieron en promedio 3,500 soles mensuales (Elejalde, 1966), lo que prorrateado durante el año eran 60 soles diarios; mientras que los obreros sin calificación en las plantas de harina recibieron 612 soles mensuales, lo que prorrateado durante el año eran 20 soles aproximadamente.

Es así que se configura un mercado laboral con abundante mano de obra atraída por la diferencia de salarios relativos al resto del país, lo que se refleja en el crecimiento poblacional en los principales puertos de la costa centro y norte del Perú, entre los que se encuentran Chimbote, Callao, Supe, Chancay, Huacho y otros (ver Gráfico 2-10). Un caso especial lo representa Chimbote, ciudad que según el censo de 1940 tenía una población de 4,243 habitantes, y que para 1961 ya había crecido 14 veces; asimismo, para 1972, la población se había multiplicado 38 veces respecto a la de 1940 (INEI, 1998). Hay que anotar también que en Chimbote se instala a inicios de los sesenta una importante siderúrgica, pero que empleaba solamente a 1,500 trabajadores (Sulmont, 2006).

**Gráfico 2-10 Principales puertos pesqueros según desembarque en 1963**



El proceso migratorio ocurrido en Chimbote ha sido motivo de estudios antropológicos y ha servido de contexto para la creación literaria<sup>9</sup> (Rubio, 2006), debido a que ahí se mezclan casi todas las identidades étnicas del Perú: serranos, costeños, cholos, criollos, negros, chinos, e inclusive gringos<sup>10</sup>. Dentro de esta configuración, el cholo serrano es considerado el nivel más bajo de la pirámide social, pues es objeto de burla e inclusive desprecio por su modo de hablar y su aspecto físico, aunque por otro lado se valora su capacidad física para el trabajo (Sulmont, 2006). Esta diferenciación se verá reflejada en el tipo de ocupación al que accede y el correspondiente nivel de salarios. Así, los patrones de las embarcaciones eran preferentemente de la costa, pero la mayoría de tripulantes de la sierra, debido además a su escasa formación previa, de tal manera que si el ingreso promedio de un tripulante

<sup>9</sup> La novela “El zorro de arriba y el zorro de abajo” del escritor peruano José María Arguedas describe la mezcla cultural que ocurre en Chimbote, producto de la migración.

<sup>10</sup> Un caso particular de migración es el de Alejandro Toledo, presidente del Perú de 2001 al 2006, cuya familia es originaria de Cabana, provincia de Pallasca, ubicada a 3,150 metros sobre el nivel del mar, y decide trasladarse a Chimbote. El padre trabaja de obrero en sector de la construcción y la madre de vendedora de pescado.



llegaba a ser S/. 3,500 al mes, el del patrón era de S/. 9,000 (Zapata & Garfias, 2006).

Por otro lado, la migración pone de manifiesto la coexistencia de diferentes visiones del mundo respecto al papel del dinero y la acumulación, según el modo de vida en que se ha formado cada uno de los estratos que cohabitan en Chimbote. Mientras que para los empresarios de la costa, la anchoveta, la mano de obra y el dinero en sí representaban la posibilidad de producir más dinero, para el pescador común, compuesto mayoritariamente de población serrana, el dinero era el medio de acceso a los cines, bares, night clubs, prostíbulos, chinganas y centros similares que se abrieron por la época en la ciudad. Torres (2006) refiere escenas en los bares en donde se quemaban billetes de 10, 20 y 50 soles para prender cigarrillos, lo que se puede interpretar como una forma de demostrar poder y exigir el reconocimiento que por el origen racial no se tenía. Mientras que para unos el dinero era un medio de acumulación, para otros un medio de despilfarro. La perspectiva de la acumulación no estaba incorporada en el modo de pensar del migrante de la sierra.

No obstante, motivados por uno u otro fin, todos convenían en que había que pescar más, pues los ingresos de todos los actores dependían de la captura y estaban calculados como una proporción de la tonelada de producto. En 1963, una planta harinera podía recibir del extranjero US\$ 120 por tonelada de harina de pescado, lo que al cambio de la fecha significaba S/. 3,120 aproximadamente<sup>11</sup>; ésta le pagaba al armador, dueño de la embarcación, S/. 235 (US\$ 9) por tonelada de anchoveta capturada. Asimismo, la tripulación recibía un ingreso proporcional a la captura, S/. 80 (US\$ 3) por tonelada, de los cuales el patrón retenía S/. 20 (US\$ 0.77) por tonelada y el resto se repartía entre los demás (Elejalde, 1966). Por lo tanto, a más captura, más ingreso para todos, tal era el espíritu reinante.

La multiplicación de la población ocurre también en los otros puertos, aunque no en forma tan pronunciada como en Chimbote. Entre 1940 y 1961, en el puerto de Paita la población se multiplica por 5.18 veces; en Santa, por 5.12 veces; en Huarmey, por 2.92 veces; y, en Supe, por 1.83 veces (Elejalde, 1966). En cuanto al Callao, en 1963 el segundo puerto pesquero, la población muestra también un gran crecimiento. Según el censo de 1940, la población era de 84 mil habitantes; para 1961, había crecido 2.6 veces; y, en 1972, aumentó 4 veces respecto a 1940 (INEI, 1998). Estos cambios dan origen a la aparición y crecimiento de los llamados “pueblos jóvenes” o barriadas, zonas en donde se instala la población migrante que estará dispuesta a ofrecer su fuerza de trabajo como pescadores, si fuera el caso, o en el resto de oficios que surgen en la cadena de producción de la industria pesquera.

Por otro lado, un cuarto factor que facilita el nacimiento de la industria es la disponibilidad de bienes de capital adecuados, usados originalmente para la preparación de harina de pescado en California durante el auge de la pesca de sardina en las décadas de los treinta y cuarenta, pero que debido a la desaparición de la especie quedan ociosos pero en buen estado.

---

<sup>11</sup> Tipo de cambio de 1963, S/. 28.82 (BCRP).

Simultáneamente, confluye la disponibilidad de la banca peruana de otorgar préstamos de corto plazo renovados anualmente, de tal manera que era factible iniciarse en la industria con muy poco capital propio pues la garantía descansaba en el alto precio internacional de la harina de pescado (Thorp & Bertram, 1988).

Un quinto factor que permite la aparición y el desarrollo de la industria de la anchoveta es el rol del Estado, inicialmente ausente, para luego tímidamente ejercer su poder regulatorio con la aplicación de vedas. En 1947, el gobierno de José Luis Bustamante y Rivero establece, a través del D.S. N° 781, la soberanía marítima peruana hasta una extensión de doscientas millas, con lo que reserva al capital nacional el espacio para la libre explotación de los recursos marinos. En los años cincuenta, los problemas de la pesca eran atendidos por la Dirección de Pesquería y Caza, una dependencia del Ministerio de Agricultura. En 1959 se crea el Instituto de Recursos Marinos IREMAR con apoyo de la FAO y la ONU para realizar investigaciones de carácter científico, no obstante, debido a la reducción de la biomasa ocurrida en 1963 se reformulan sus funciones y se convierte en 1964 el Instituto del Mar del Perú IMARPE, institución con la cual se inicia la aplicación de vedas.

El boom de la anchoveta de los años cincuenta y sesenta en el Perú es explicado entonces por la confluencia de todos estos factores: la creciente demanda internacional, la disponibilidad de la biomasa de anchoveta, la gran disponibilidad de la mano de obra, la posibilidad de financiamiento y el contexto del libre acceso garantizado por la escasa regulación estatal. Asimismo, estas condiciones permiten la aparición de nuevos grupos económicos de origen nacional cuya fortuna proviene de la pesca y no tienen vínculos con la élite tradicional asentada desde inicios del siglo XX en el sector comercio, agricultura e industria. Es así que en 1968, del total de ingresos por exportaciones que recibe toda la industria de harina de pescado, el 41.7% lo recibieron los nuevos grupos económicos, mientras que el 19.8% le correspondió a empresas cuyo capital proviene de la élite tradicional (Abramovich, 1973). Esta distribución es reflejo del cambio que ocurre en la estructura del capital en muchos sectores económicos del país.

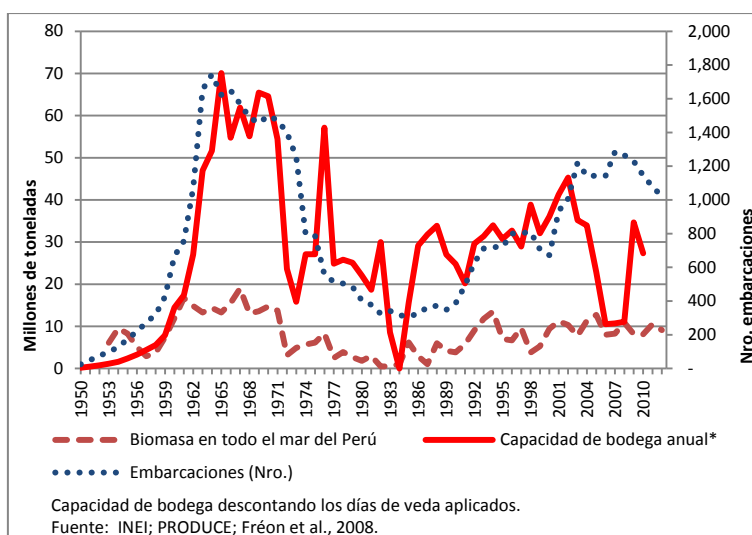
### **Número de barcos, número de plantas, captura y exportaciones.**

La confluencia de estos factores dio como resultado el crecimiento de la inversión en embarcaciones y en plantas procesadoras de harina de pescado. Tal como se muestra en el Gráfico 2-11, el número de embarcaciones dedicadas a la captura industrial no llegaba a 100 unidades en el año 1952, mientras que para 1964 se registraron 1,744 unidades, la cifra más alta que se ha alcanzado hasta la fecha. Lo mismo ocurre con la capacidad de captura. Ésta crece no solo con la cantidad de embarcaciones sino además con el tamaño, el material de la embarcación y las mejoras tecnológicas que se implementan.

Una medida estándar del poder nominal de pesca de una embarcación es la capacidad de bodega máxima en toneladas métricas, que le permite cierta magnitud de captura según las veces que se usa la embarcación durante el año. Si asumimos 240 días posibles de pesca (Aguero, 2007), desde 1950

hasta 1964, años en donde no se aplicaban vedas, y, desde 1965 en adelante descontamos los días de veda en cada año (IMARPE, 2010), la capacidad efectiva de pesca por año queda representada por la línea continua del Gráfico 2-11. Así, si asumimos que un nivel de pesca sostenible equivale al 70% de la biomasa, en 1965, el nivel de captura sostenible debió haber sido como máximo 9.2 MT, no obstante, las embarcaciones acumularon una capacidad de captura de 70 MT, es decir, 7.6 veces más de lo biológicamente sustentable.

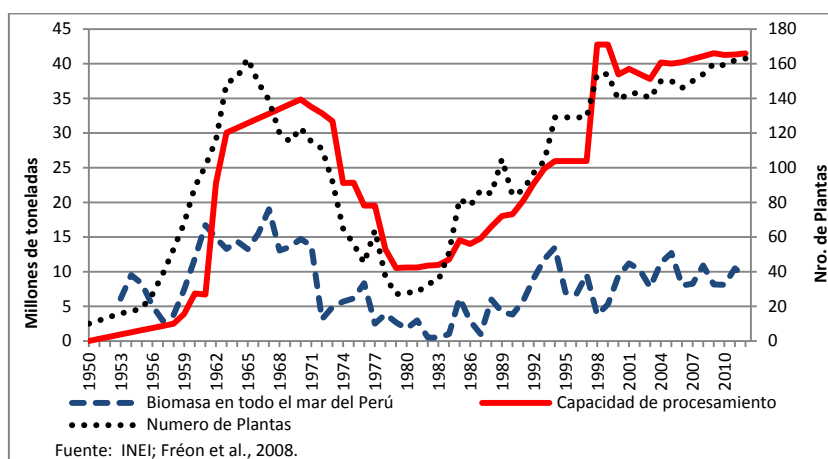
**Gráfico 2-11 Biomasa de anchoveta, capacidad de bodega\* y número de embarcaciones**



El crecimiento de las plantas productoras de harina de pescado ocurre también de manera desproporcionada. Tal como se muestra en el Gráfico 2-12, para 1952, el número de plantas procesadoras era menos de 20, mientras que para 1965 la cifra subió hasta 163. Igual de impactante es el crecimiento de la capacidad de procesamiento, que normalmente se mide con la cantidad de materia prima que puede procesar una planta por hora. Entonces, si se asume que para 1965 la capacidad de procesamiento promedio fue de 44 toneladas/hora y que la planta trabajó 20 horas al día y 220 días al año, para abastecer a las 163 plantas se hubiera requerido de 31.4 MT de anchoveta al año. La línea continua del Gráfico 2-12 muestra la capacidad de procesamiento anual del sector, que para 1965 se llegó a ser de 31.4 MT, para una disponibilidad de biomasa sostenible de 9.2 MT, es decir, 3.4 veces más.

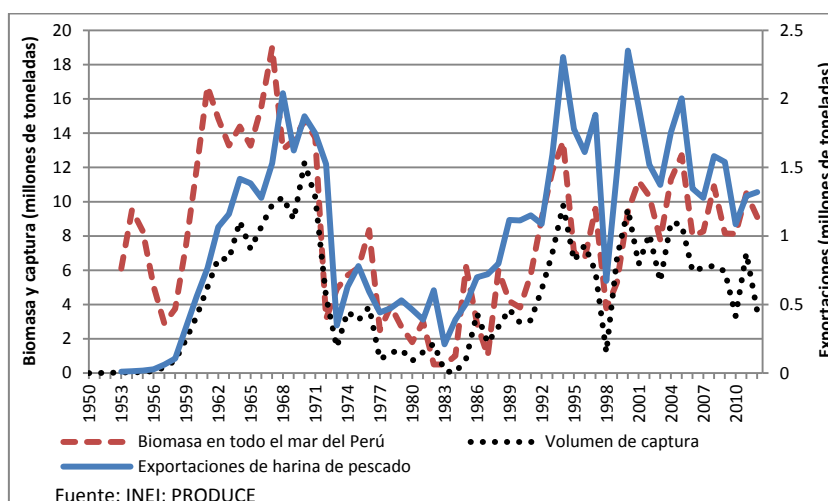
Desde su nacimiento, la industria de la anchoveta está caracterizada por un alto grado de integración vertical, lo que nos permite identificar tres tipos de plantas de harina de pescado en cuanto a sus vínculos con las embarcaciones. Por un lado están las plantas que se abastecen exclusivamente de su propia flota, que entre 1961 y 1962 fueron el 32.4%; luego, las que se abastecen de su flota pero requiere comprar además de otras embarcaciones, y que en los años indicados fueron el 37%; y, las que sólo se abastecen comprando la materia prima a embarcaciones ajenas, que fueron el 30.6% (Elejalde, 1966). Dado que la pesca de anchoveta para consumo humano directo siempre ha sido un valor insignificante, las plantas harineras son las que determinan la demanda interna de esta materia prima, y el crecimiento sobredimensionado de las mismas ejercerá una presión constante hacia la captura.

Gráfico 2-12 Biomasa de anchoveta, número de plantas y capacidad de procesamiento



Tal como se muestra en el Gráfico 2-13, en la década de los cincuenta, la captura (línea punteada) respecto a la biomasa correspondió a un nivel pequeño, en promedio fue sólo del 9%. No obstante, la demanda internacional de harina de pescado se refleja en el crecimiento empinado de las exportaciones (línea continua en el gráfico) durante veinte años, haciendo que la captura respecto a la biomasa suba al 52% en promedio, en la década de los sesenta. Más aún, a finales de los años sesenta y principios de los setenta, las tasas de captura llegaron al 70%, 80% y más del 100%, como ya se comentó en un párrafo anterior. De ahí el término “boom de la anchoveta” usado para describir lo que ocurrió en aquellos años.

Gráfico 2-13 Biomasa y captura de anchoveta y exportaciones de harina de pescado



Un rasgo importante a destacar es que el crecimiento rápido del sector trajo consigo una demanda hacia actividades conexas a la pesquería que permitió sostener a gran parte de la masa laboral que se muda a la ciudad. El transporte, la comercialización de todo tipo de insumos, la fabricación de redes para la captura, de bolsas de yute para el empaque, las fundiciones, los talleres de metalmecánica para la fabricación de equipos y repuestos, y los astilleros, son sectores que responden ágilmente a la demanda proveniente de la pesquería. Un caso especial lo constituyen los astilleros nacionales, que luego de adaptar planos de embarcaciones japonesas empiezan a producir barcos

adecuados a la captura de la anchoveta, sin tener a disposición personal técnico formado en la especialidad de la ingeniería pesquera, carrera que no existía en la época. Es así que, a inicios de los años setenta, el astillero PICSA (Pesquera Industrial del Callao S.A. del Grupo Bancharo) llegó a producir una embarcación de 350 toneladas de capacidad de bodega por semana (Trillo & Tord, 2003), aunque dependía de la importación de motores y equipos usados en las naves.

Esto permite distinguir dos características positivas en la industria pesquera que la diferencian de otros sectores económicos, como la minería, también extractiva y vinculada a la exportación. Por un lado, la industria pesquera nace y se fortalece bajo el control de capital nacional, lo que trae consigo la posibilidad de que el excedente generado en la pesca se invierta en el mismo sector o se expanda a otras áreas de la economía<sup>12</sup>. Por otro lado, la industria pesquera permite el desarrollo una cadena de producción bastante extendida a la que pudieron integrarse empresas pequeñas, medianas y grandes, dado que las tecnologías usadas eran accesibles y adaptables. Si bien era una industria que recurría a la importación de insumos y equipos, se estima que entre el 60% y 83% de los ingresos obtenidos por el sector terminaban distribuidos dentro del país. Distinto es el caso de la minería, que adquiere más los rasgos de un enclave, pues su producción está a cargo mayoritariamente de empresas extranjeras cuyos excedentes fluyen a sus casas matrices, y usan métodos de producción intensivos en capital, con tecnologías que difícilmente se encadenan con las industrias de las zonas donde se ubican (Thorp & Bertram, 1988).

No obstante, la industria pesquera incuba también características desfavorables que la harán vulnerable a situaciones críticas. El dinamismo basado en el manejo de tecnologías sencillas que muestra el sector y sus eslabones secundarios y que permiten el crecimiento de la industria, se convierte al mismo tiempo en una debilidad. La expansión del capital nacional pesquero no alcanza a distinguir la importancia de crear centros de capacitación, investigación y desarrollo, lo que hubiera sido útil al momento de enfrentar momentos de crisis, por ejemplo, a través de medidas de racionalización y mejoras en la productividad. Por otro lado, hemos visto que se trata de un sector que ha acumulado una sobrecapacidad de captura y procesamiento exorbitantes y muestra un alto grado de endeudamiento<sup>13</sup>. La primera manifestación de estas debilidades se hace evidente en 1960, año a partir del cual se inician una serie de crisis sucesivas en el sector y que lo hará inestable hasta su estatización en 1973.

Tal como hemos mencionado en la página 24, en 1960 el precio internacional de la harina de pescado cae hasta US\$ 50, resultado de especulaciones por parte de los comercializadores internacionales de harinas de pescado y de soya. Dado que la expansión inicial fue financiada en su mayor parte con créditos privados y no se recurrió a la banca de fomento estatal por no creerse

---

<sup>12</sup> El conglomerado liderado por Bancharo Rossi diversificó sus inversiones en banca, procesamiento de frutas, carnes y vegetales, transporte y minería (Trillo & Tord, 2003).

<sup>13</sup> En 1963, entre el 60% y 80% de los activos fijos y de capital de trabajo fueron financiados por préstamos (Thorp & Bertram, 1988).

necesario (Abramovich, 1973), la caída del precio impidió el pago de las deudas de corto plazo. Los industriales nacionales trataron de defenderse a través de la integración vertical, creando su propio canal de comercialización, el Consorcio Pesquero, y participando activamente en la creación de la FEO (Fishmeal Exporters Organization), con la cual establecen cuotas de producción. No obstante, esto no resolvía el problema de fondo, a saber, la excesiva carga financiera que soportaba la industria. Así, en 1963, la coincidencia de una reducción de la biomasa de anchoveta por un aumento en la temperatura del mar, y la aplicación de un sistema de cuotas aplicada por la Sociedad Nacional de Pesquería, generan un estado de desconfianza en la banca nacional y la limitación de la disponibilidad de crédito, agudizando así la crisis en el sector, a partir de 1964.

A partir del año 1965 se inicia un tímido proceso de reducción de capacidad de captura y procesamiento de manera natural, pues en los años 1965, 1966 y 1967, el número de embarcaciones varía en -7%, 2%, -5%, respectivamente, y luego seguirá bajando a tasas moderadas hasta 1974. La tendencia es la misma respecto al número de plantas. Estas reducciones son impulsadas además por la caída del precio internacional de la harina de pescado, que en 1966, 1967 y 1968, bajan sus cotizaciones en 10%, 19% y 13%, respectivamente.

El resultado de esta crisis fue la concentración de la propiedad en la industria y el desplazamiento de parte del capital nacional por el extranjero de suficiente respaldo financiero. En 1967, el 43% de la producción total de harina de pescado estaba en manos de 10 grupos económicos, entre los que sobresale el Grupo Banquero, con el 11% del total. Asimismo, en ese mismo año, de los 28 grupos económicos más importantes, 17 eran de capital extranjero o sociedades entre peruanos y extranjeros (Malpica, 1980), aunque en cuanto al volumen de producción total, su posición no fue la dominante. De este modo, en 1968, las empresas de capital peruano produjeron el 62% del total, mientras que el 32% fue elaborado por empresas formadas con capital nacional y extranjero (Abramovich, 1973).

Respecto al rol del Estado, luego de haberse limitado a formalizar licencias de pesca sin ningún grado de restricción, asume un papel de salvador y promotor de la industria, pero al mismo tiempo, el rol de regulador directo del uso del recurso. Dado que el sector pesquero contribuía con el ingreso de divisas al país, el Estado decide en 1963 acudir en su rescate con una ley destinada a aliviar la carga tributaria, y asimismo, pone a disposición de la industria, a través del Banco Industrial (el banco de fomento del Estado), un préstamo con financiamiento externo para consolidar sus deudas (Trillo & Tord, 2003; Elejalde, 1966). Este apoyo habría permitido la recuperación de la captura, en 1964. Por otro lado, debido a la reducción de la biomasa, en 1965 se determina la primera veda que fue de 31 días; en 1966, los días de veda aumentaron a 122; y, a partir de 1968, se establecen regularmente dos temporadas de veda, en enero-febrero y en julio-agosto (IMARPE, 2010). Asimismo, el Estado empieza a definir cuotas de captura globales pero no son acatadas por la industria. Se definió una cuota anual desde 1966 hasta 1969 de 8 MT y desde 1970 una cuota de 10 MT (Thorp & Bertram, 1988). Sin embargo, si

observamos Gráfico 2-13 de la página 51 notaremos que las capturas de esos años están por encima de estos límites.

Finalmente, esta etapa de nacimiento y de crecimiento explosivo de la industria pesquera deja al sector en 1970 conformado por tres subsectores: el subsector extractivo, con 1,499 embarcaciones; el subsector de transformación, con 123 plantas; y, un sector de comercialización externa, compuesto por 4 canales de distribución, a saber, el Consorcio Pesquero del Grupo Bancharo, la Asociación de Productores Pesqueros de capitales extranjeros, el Sindicato Pesquero del grupo Martínez, y el grupo Padel también de capitales extranjeros. De esos cuatro, el conglomerado más fuerte era el Grupo Bancharo debido al alto nivel de integración vertical alcanzado, pues poseía un canal de comercialización, plantas de harina de pescado, embarcaciones e inclusive el astillero más grande del país. No obstante, a pesar de existir grandes corporaciones en el sector, el régimen de libre acceso al recurso natural atraía el ingreso de más embarcaciones y con ello invitaba más a la competencia entre las empresas que a la cooperación para enfrentar problemas comunes, como la escasa infraestructura portuaria, la solución del deterioro ambiental o mejores condiciones en el financiamiento.

### *2.3.2. Estatización, privatización y estancamiento*

Hemos visto que a fines de los años sesenta, la industria pesquera está caracterizada por ser un sector sobredimensionado, endeudado e inestable, pues está sometido a una volatilidad grande, tanto en lo que se refiere al precio internacional de la harina de pescado, lo que determina sus ingresos, como a la biomasa de la anchoveta, lo que determina la cantidad que puede producir.

A esto hay que añadirle un contexto regulatorio en donde la prioridad de la política macroeconómica deja de ser el sector exportador. Desde 1964, las tasas de inflación bordeaban el 10% anual, no obstante, existía un tipo de cambio fijo respecto al dólar (BCRP, 2011 a; BCRP, 2011 b). Si bien, en 1967, el gobierno eleva el tipo de cambio en 40%, éste seguirá anclado a un nuevo valor fijo muchos años más, y ante la continua la inflación interna, que para 1968 llega al 20%, el efecto final será un crecimiento de los costos de producción.

En 1968, el gobierno militar del General Juan Velazco Alvarado inicia una serie de cambios políticos y económicos de corte socialista que modificarán completamente la estructura de la propiedad del sector, y tendrá efectos en el exceso de capacidad pesquera. En 1970, el gobierno militar declara su intención de orientar las fuerzas de la industria hacia la pesca para el consumo humano directo, para lo cual invierte en la construcción de muelles artesanales, frigoríficos, mercados mayoristas y crea la Empresa Pública de Servicios Pesqueros EPSEP dedicada a comercializar pescado para el consumo humano directo (Zapata & Garfias, 2006). Ese mismo año decide estatizar los canales de comercialización externos de harina de pescado, de tal manera que se hizo del control del ingreso de divisas del sector. En 1970, la captura alcanza el máximo valor para la época, 12 MT y las exportaciones de harina de pescado un pico de 1.8 MT. En 1971, promulga la primera Ley General de Pesquería DL

18810, la que define la pesca para el consumo humano directo como una actividad prioritaria, mientras que la pesca para el consumo humano indirecto es definida como de tercera prioridad. Asimismo, impide que las empresas extranjeras participen de la extracción cuando se trata de la elaboración de harina de pescado y crea la Comunidad Pesquera, una figura jurídica que representa al conjunto de trabajadores que laboran en una empresa a fin de que participen en la propiedad, la gestión y los beneficios de la empresa (Congreso de la República del Perú, 1971). No obstante, la captura excesiva practicada en años previos, aunados al cambio de régimen biológico de la anchoveta a una fase de escasez ocasiona una reducción de la biomasa en el año 1971, lo que se agudiza con el Niño de 1972 y 1973. La captura cae de 1971 a 1973 en 16%, 57% y 66%, respectivamente, lo que se refleja también en el volumen de exportaciones en variaciones parecidas. Debido a esto el sector alcanza a tener en 1973 una deuda acumulada de US\$ 300 millones (Santibáñez V. & Santibáñez O., 2003). El gobierno reacciona estatizando toda la industria en crisis, tanto las 1,255 embarcaciones que existían dedicadas a la pesca industrial, como las 92 plantas harineras, pagando por los activos a sus propietarios y asumiendo las deudas y el costo de mantenimiento de una gran fuerza laboral y la capacidad instalada.

Entre 1974 y 1976 la biomasa, la captura y la exportación de harina de pescado tienen comportamientos muy volátiles, pero siempre orientados hacia la baja. Un cambio repentino en la cúpula militar, en 1976, pone fin a las reformas de la etapa anterior y empieza un proceso de privatización de las embarcaciones, previa disminución de su número, no obstante muchas de ellas renovadas y repotenciadas en su capacidad de captura. Así, el Estado puso en venta 556 embarcaciones, con lo cual la capacidad de bodega total se redujo en 40%. En cuanto a las plantas, si bien no las privatizó, de las 92 originales sólo mantuvo operativas 45, con lo que la capacidad de procesamiento total de materia prima se redujo en 38%. El proceso de privatización estuvo acompañado de un programa de incentivos de renuncia que redujo el número de empleados de 26,000 a 16,000 (Trillo & Tord, 2003), de tal manera que tenemos un esfuerzo significativo dirigido por el Estado para reducir la capacidad de la industria. En principio, las embarcaciones privadas sólo podían vender su captura a la empresa estatal Pesca Perú, de tal manera que se mantenía un control indirecto sobre la captura, no obstante, en 1977 se relaja esta norma, y se les permite vender a las empresas conserveras, las que poco a poco empezaron a producir también harina de pescado de anchoveta y ya no solo de residuos, tal como lo habían estado haciendo hasta el momento.

La prevalencia de la fase ambiental desfavorable a la anchoveta mantiene bajos niveles de biomasa, de captura y de exportación de harina de pescado. Contados desde 1973 podemos afirmar que el sector entra a una larga fase de 17 años de estancamiento. El promedio de captura de anchoveta entre los años 1973 y 1990 sólo fue 1.9 MT anuales y el volumen de exportaciones, 0.6 MT anuales, cifras que al compararse con los picos alcanzados en 1970 dan una idea de la magnitud del estancamiento. La capacidad de bodega total de las embarcaciones llega a su mínimo nivel en 1985, con casi 85,000 toneladas, sin embargo, esa capacidad utilizada 220 días al año hubiera permitido capturar un volumen equivalente a 4.3 veces la captura sustentable de ese año. La capacidad de procesamiento de las plantas harineras se reduce a su



mínimo valor en 1979, con 2,395 TM/h, las que usadas 20 horas diarias, 220 días, hubieran requerido 10.5 MT de anchoveta en el año, 5.5 veces el stock sustentable. A pesar de que el precio internacional de la harina de pescado fluctúa alrededor de los US\$ 400 entre 1973 y 1990, la reducida biomasa de anchoveta limita la inversión en el sector, manteniendo la capacidad de captura y procesamiento en los niveles más bajos desde la formación de la industria.

No obstante, la fase ambiental establecida entre 1970 y 1990 favorece a la población de sardinas, lo que impulsa el resurgimiento de la industria de conservas e indirectamente la capacidad de producir harina de pescado. Así, en 1980, el Perú se convierte en el primer país productor de conservas de sardinas del mundo, con una producción de 10 millones de cajas, de las cuales 8 millones fueron para la exportación. Con la intención de fomentar la pesca para el consumo humano directo, en 1982, un decreto supremo del gobierno condiciona la fabricación privada de harina de pescado a la producción de conservas, usando no menos del 17% de la capacidad instalada. Esta medida impulsa el crecimiento exagerado de plantas conserveras que luego se transformarán en plantas harineras, creando de nuevo una capacidad instalada que requerirá ser alimentada por el recurso marino, esta vez por sardinas en ausencia de anchoveta. En 1984 se transfieren 10 fábricas de harina de pescado al sector privado, continuando así con el proceso de privatización y se decretan beneficios tributarios para la instalación de plantas de agua de cola (Santibáñez V. & Santibáñez O., 2003). El Gráfico 2-12 de la página 51 muestra, desde 1982, de nuevo una etapa de aumento veloz del número de plantas harineas y su capacidad de procesamiento.

El primer gobierno de Alan García instalado en 1985 renueva los esfuerzos por alentar la pesca para el consumo humano directo a través de beneficios tributarios a las empresas conserveras, aunque concentró sus medidas en permitir a flotas extranjeras, en este caso rusas, la pesca en alta mar, con la condición de que el 17% de captura sea entregada al Estado, para su distribución entre la población a precios subsidiados (Zapata, 2002). En 1987 se aprueba la segunda Ley de Pesquería DL 24790, en donde se declara el fomento tanto a la inversión privada nacional como extranjera en el sector, y se restringe la participación estatal a la comercialización de harina hacia el extranjero, para lo cual se crea el Instituto de Comercio Exterior, entidad que monopoliza esa actividad (Congreso de la República del Perú, 1987).

Por otro lado, una ligera recuperación de la biomasa a partir de 1987 y los siempre atractivos precios internacionales<sup>14</sup> reactivan el interés de las empresas harineras a obtener anchoveta y en la medida que el crecimiento de la biomasa se hacía más evidente, aumenta con ello el número de plantas harineras. No obstante, la reducción en el número de embarcaciones ocurrida en años previos dificultaba su abastecimiento. Es así que el gobierno autoriza a las embarcaciones de madera de cerco de boliche, llamadas "Vikingas", que normalmente se ocupaban de la captura para el consumo humano directo, a abastecer tanto a las plantas harineras privadas como a Pesca Perú, iniciándose así otra etapa de crecimiento del número de embarcaciones y su capacidad de captura, tal como lo muestra el Gráfico 2-11 de la página 50.

---

<sup>14</sup> En 1988, el precio se eleva a US\$ 544 y se mantienen encima de los US\$ 400 hasta 1993.

Ya con un mercado laboral establecido desde la época del boom y la migración continua de la población hacia las ciudades costeras, el nuevo aumento en la capacidad de captura y de procesamiento puede ser acompañado por la disponibilidad de trabajadores. Sin embargo, el pescador de los años ochenta ya no es el mismo de los años cincuenta, ahora una parte considerable pertenece a un movimiento sindical. Si bien, el Sindicato de Pescadores de Chimbote y Anexos se funda en 1945 compuesto inicialmente por pescadores artesanales, crece junto con el sector asimilando pescadores y trabajadores de la actividad industrial y se afilia a una central sindical de carácter nacional. Juntos con trabajadores de otros sectores industriales se convierten en la base de apoyo del gobierno del General Velazco defendiendo la propiedad estatal, gracias a la cual potencian su capacidad organizativa. Ya para 1976 existía la Federación de Pescadores del Perú, una organización de carácter nacional que organiza una huelga para impedir la privatización, pues de lo contrario perderían la asignación del salario mínimo para las épocas de veda, lo que finalmente ocurre (Zapata, 2002). De esta manera, el salario del pescador vuelve a estar vinculado exclusivamente a la captura obtenida, comportándose para el dueño de la embarcación como un costo variable y otorgando la flexibilidad suficiente para disponer de él sólo cuando es necesario. Así, la tripulación de una embarcación recibía el 22.4% de los ingresos obtenidos por el armador, pagado por las plantas harineras, así como por Pesca Perú. En 1985, durante el primer gobierno de Alan García, una huelga de carácter nacional de la Federación de Pescadores del Perú logra modificar la determinación del salario del sector pesquero, vinculando su valor al precio CIF de la tonelada de harina de pescado del mercado de Hamburgo. Así, el precio que recibe el armador y sobre el cual se aplica el 22.4% para el tripulante, es el 10% del valor CIF de la harina de pescado, si el comprador es Pesca Perú, y 8.5% si el comprador es algún miembro de la Sociedad Nacional de Pesquería, después de haber descontado al valor CIF US\$ 44 por concepto de transporte internacional, en ambos casos. En opinión de los trabajadores, estos cambios representan un aumento en sus ingresos (Castro, 2011).

Finalmente, la persistente orientación del sector pesquero hacia el mercado externo, ya sea produciendo harina, aceite o conservas, ha sido preocupación de diversos gobiernos en vista de las altas tasas de pobreza y desnutrición de partes importantes de la población, y tal como hemos visto, han tomado medidas para tratar de reorientar la actividad pesquera. Sin embargo, una de las limitaciones fundamentales que impide la formación de un mercado masivo de consumo de pescado fresco es la inexistencia de una infraestructura de refrigeración capaz de mantener el producto ligeramente encima de los 0°C a lo largo de toda la cadena de distribución; y si es congelado, una cadena de frío más costosa aún que permita su conservación a -30°C (Kleeberg & Nieto, 2001). Es así que, desde el nacimiento de la industria se registra un crecimiento del consumo anual per cápita de pescado, que se puede calificar como modesto, si lo comparamos con el crecimiento que tiene la captura para la producción de harina. Así, si en 1963, el consumo anual de pescado era 7 kg por persona (Elejalde, 1966), en la década del setenta en promedio anual sube a 11.7 kg (INEI, 1991). Para la década de los ochentas, el consumo anual sube ligeramente en promedio a 12.25 kg por persona, impulsado por el crecimiento de la producción de conservas, aunque el consumo de pescado fresco siempre

ha predominado sobre el enlatado y congelado. El suministro de pescado fresco ha estado a cargo de pescadores artesanales, los que, en los años ochenta, disponían de aproximadamente de 5,000 pequeñas embarcaciones, con una capacidad de bodega de 3 TM en promedio (INEI, 1991). Esto muestra que la pesca en el Perú está claramente dividida en un sector artesanal cuya captura se dirige al consumo humano directo y un sector industrial que pesca para exportar, de tal manera que en 1989, sólo el 5% del desembarque total fue destinado al consumo directo, mientras que el resto a la transformación en harina, la que a su vez era principalmente exportada. Para el industrial pesquero, la diferencia significativa entre lo que puede lograr en el mercado nacional y el precio internacional de la harina de pescado, acompañado de grandes volúmenes de venta y costos de producción relativamente bajos, han determinado hacia dónde invierte sus esfuerzos. La fuerza del mercado mundial no ha podido ser debilitada por las medidas gubernamentales, así la industria pesquera nace siendo exportadora y continúa así hasta la fecha.

Para fines de los años ochenta, la industria pesquera privada había adquirido de nuevo su rol protagónico pues, en 1989, era dueña de 373 embarcaciones industriales y poseía 86 plantas de harina de pescado (INEI, 1991), aunque el Estado todavía era productor directo de harina de pescado, con 20 plantas a su cargo. El proceso de privatización iniciado en 1976 y ampliado año tras año con nuevos dispositivos, recompone la propiedad de la industria, ratificando la desaparición de algunos grupos, por ejemplo, las empresas del grupo Banquero; permitiendo la continuidad de empresas que participaron del boom de los sesentas, como es el caso de SIPESA del grupo Galsky, o el Consorcio Chavín del grupo Manzur; pero también dando pie al ingreso de nuevos grupos al sector. Algunos grupos privados sobrevivieron a la etapa de la estatización encapsulados en el sector de conservas de pescado y a partir de ahí han podido recomponer su liderazgo luego de la privatización. Para la entrada a los años noventa, encontramos a un sector con amplia presencia de capitales nacionales y con empresas con un alto grado de integración vertical, pues poseen desde embarcaciones hasta comercializadoras de harina de pescado (Zapata, 2002).

### *2.3.3. Control de cuotas globales y la carrera por el recurso*

Para la primera parte de la década de los noventa, el precio internacional de la tonelada de harina de pescado muestra un valor promedio US\$ 434 (ver Gráfico 2-3 de la página 26), manteniendo la volatilidad que lo caracterizó en la década anterior. Al mismo tiempo, la transición paulatina de las condiciones ambientales hacia una fase favorable a la anchoveta permite un crecimiento de su biomasa del 250%, entre 1990 y 1994 (ver Gráfico 2-9 de la página 41), lo que impulsa de nuevo la captura y la exportación de harina de pescado, dando la posibilidad de que alcancen de nuevo picos históricos (ver Gráfico 2-13 de la página 51).

A esta nueva etapa de crecimiento de la industria pesquera contribuirán también las políticas regulatorias de corte liberal del nuevo gobierno elegido en 1990. Las medidas de ajuste fiscal y contracción monetaria, así como las privatizaciones y la eliminación del control cambiario tienen como resultado la estabilización del sistema de precios, la dinamización del sistema financiero y

el aumento de la inversión privada en amplios sectores productivos de la economía. Este impulso a la inversión es también acompañado por la flexibilización de la legislación en el mercado laboral<sup>15</sup>, que debilita el poder de los sindicatos en cuanto a la determinación del salario, permitiendo con ello establecer una nueva estructura de costos en el sector pesquero. Así, en 1991, se crea la Asociación de Armadores de Nuevas Embarcaciones Pesqueras AANEP, formada por tres de las empresas más grandes del sector, y negocian con sus trabajadores, agrupados en el Sindicato Único de Nuevas Embarcaciones Pesqueras SUPNEP, un nuevo porcentaje para determinar el salario de la tripulación, ya no el 22.4% del precio de la tonelada de pescado como era hasta la fecha, sino el 18% (SUPNEP, 2011), en vista de que las embarcaciones disponían de una mayor capacidad de bodega y requerían de menos personal, de tal manera que el pago recibido por el armador sería mayor, así como la parte de cada tripulante (Kuramoto, 2005).

En 1992, se aprueba una nueva Ley General de Pesca 25977 (Congreso de la República del Perú, 1992), la cual manifiesta el interés del Estado en preservar los recursos hidrobiológicos plenamente explotados y en limitar el crecimiento de la capacidad extractiva, en vista de que la sobre pesca y el exceso de capacidad han sido dos rasgos determinantes del sector en años anteriores. El artículo 9 de dicha norma renueva la facultad del Ministerio de Pesquería de determinar cuotas de captura y el artículo 24 restringe el otorgamiento de nuevas autorizaciones de pesca de tal manera que sólo se pueden conceder en casos de sustitución de la capacidad de bodega existente.

En vista del crecimiento significativo de la biomasa, de la aplicación de un sistema de control de captura por medio de cuotas globales, así como la expansión del crédito gracias a la desregulación financiera, se inicia, en la primera mitad de los años noventa, un ciclo de modernización de la flota pesquera y transformación tecnológica en las plantas, para lograr que cada embarcación tenga la capacidad de capturar la porción más grande posible del recurso, antes que lo pueda hacer otra embarcación y se alcance la cuota total. A diferencia de la etapa inicial de la industria en donde la “carrera por el recurso” se llevaba a cabo en un contexto de libre acceso, haciendo peligrar la sostenibilidad de la especie, en esta oportunidad, el mecanismo de cuotas globales resguarda la biomasa, pero impulsa a los actores a mejorar su poder de captura, agudizando el problema del exceso de capacidad y la ineficiencia en el sector. Así, se constata que una gran parte de la flota renueva sus equipos de pesca, moderniza su sistema de refrigeración para preservar la calidad del insumo hasta llegar a la planta y mejora su capacidad de desplazamiento según la distribución y concentración espacial de los cardúmenes (Bouchon, Cahuín, Diaz, & Ñiquen, 2000). En cuanto a la transformación tecnológica en las plantas, se implementa el método de secado a vapor indirecto lo que permite mejorar la producción de harinas estándar y aumentar la producción de harinas prime y súper prime, para con ello debilitar

---

<sup>15</sup> La Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada D.L. 757 (Congreso de la República del Perú, 1991), aprobada en 1991, elimina la posibilidad de determinar salarios por pactos colectivos tomando como referencia cotizaciones internacionales, de tal manera que muchas embarcaciones, en aplicación de esta norma, desligan el pago al tripulante del precio internacional de harina de pescado.

la dependencia del precio de la harina de pescado en relación al precio de la harina de soya. Esta tendencia es reforzada, en 1994, con la privatización de las plantas que quedaban en manos de Pesca Perú, lo que profundiza la integración vertical en la industria y mejora la posición de los nuevos dueños en la cadena de producción. La modernización en las plantas se refleja en una mejora en el ratio de conversión de anchoveta en harina de pescado. Así, antes de este proceso de mejora, el ratio mostraba un valor promedio anual de 5.11, entre 1987 y 1991; luego de los cambios tecnológicos, se registra un ratio de 4.55, en 1996 (Santibáñez V. & Santibáñez O., 2003).

No obstante, esta etapa de modernización de la capacidad de extracción y procesamiento estuvo acompañada de un sobreendeudamiento, avalado en el sistema financiero, otra vez, por el crecimiento de la biomasa y el precio internacional de la harina de pescado. El círculo virtuoso de extracción, procesamiento y exportación se quiebra en 1997 y 1998 por la ocurrencia de un Fenómeno del Niño que origina una caída de la biomasa en 60% en 1998 y por las restricciones en el crédito internacional que trae consigo la crisis rusa. La industria atraviesa un nuevo periodo de crisis. En 1998, la deuda acumulada había crecido a US\$ 1,800 millones (Cayo & Paredes, 2003) cuando el monto total de exportaciones de ese año fue US\$ 400 millones. Sin embargo, tal como hemos visto en el apartado anterior, la fase ambiental favorable a la anchoveta permite una recuperación rápida de la biomasa lo que hace posible, al año siguiente, duplicar la cantidad de toneladas a exportarse, significando un alivio para las empresas endeudadas. Esta vez, el Estado decide no acudir al rescate y se produce un leve ajuste en el mercado, pues el número de embarcaciones se reduce en 13% en 1998 y en 5% en 1999, mientras que el número de plantas baja en 10% en el año 2000 (ver Gráfico 2-11 y Gráfico 2-12 de las páginas 50 y 51 respectivamente), situación a la que contribuye también la caída en el precio internacional de los commodities, producto de la crisis asiática, que para el caso de la harina de pescado significó una reducción del 41% en 1999 (ver Gráfico 2-3 de la página 26). En este contexto, las plantas harineras que no disponen de embarcaciones para abastecerse de anchoveta son más vulnerables ante la escasez, pues terminan pagando un precio muy elevado por el insumo. Así, entre 1994 y 1998 el precio de la tonelada de anchoveta había variado entre US\$ 35 y US\$ 90 (Apoyo, 1999), elevando los costos de producción de las plantas harineras no integradas. Ya para el año 2001 la deuda total había bajado a US\$ 1,300 millones y en 2002 las empresas que producían el 50% de toda la harina de pescado del país ya habían reestructurado su deuda con la banca (Cayo & Paredes, 2003).

Si bien esta crisis reduce el esfuerzo pesquero en el sector, el resultado final no fue tan significativo debido a que, en 1998, una nueva ley, D.L. 26920 (Congreso de la República del Perú, 1998), otorga autorizaciones formales de pesca a la flota de madera existente a la fecha. La flota de madera está compuesta de embarcaciones de 32 a 110 m<sup>3</sup> de capacidad, originalmente se dedicaban la captura de pescado para consumo humano directo pero en los años ochentas se les permite abastecer a las empresas harineras. La particularidad de estas embarcaciones consiste en que se trata de unidades informales, que no hacen caso a las disposiciones de vedas y zonas de pesca, de tal manera que prolongan el esquema de libre acceso que ha existido en la pesca de anchoveta. No se puede registrar con precisión su número y su

capacidad de captura, pues pueden tener autorización para pescar por ejemplo jurel, y cambiando la medida de la red pasan a pescar anchoveta. Este nuevo dispositivo legal libera a las embarcaciones de madera del requisito de sustitución de capacidad de bodega para obtener autorizaciones de pesca, haciéndola sólo obligatoria para las embarcaciones de mayor escala, las que tienen casco de acero. Por lo tanto, desde 1998, la legislación divide a la flota industrial en dos: la flota de madera regulada por la ley 26920 y la flota de acero, compuesta por embarcaciones de más de 100 m<sup>3</sup> de capacidad de bodega, regulada por la ley 25977. Para 1998 se cuentan 284 embarcaciones de madera con una capacidad total de bodega de 14,272 TM (Hidalgo, 2005), lo que representa un 9% de la capacidad de captura total de la industria. Aunque es una proporción pequeña, se desconfía de esta cifra pues se ha encontrado que muchas embarcaciones tienen en realidad el doble de la capacidad que declaran (Bernales, 2008).

Es así que, a pesar de la restricción a la entrada de nuevas embarcaciones impuesta por la Ley General de Pesca de 1992 y debido a la exoneración a esta norma que recibe la flota de madera mediante el decreto de 1998, la capacidad de bodega total del sector aumenta en 67%, desde 1992 al año 2000, aunque el número de embarcaciones se mantendrá cerca de los 750 en ese periodo, con un repunte en 1998 y una caída en el año 2000, como muestra el Gráfico 2-11 de la página 50. El crecimiento de la capacidad de bodega se debe al proceso de modernización mencionado que trajo como resultado el remplazo de una embarcación antigua por una nueva, pero de mayor capacidad. No obstante, se debe observar que la capacidad de bodega es en realidad una medida nominal del poder de pesca, pues éste puede ser potenciado por mejoras en los equipos de pesca y la velocidad de la embarcación, de tal manera que el aumento de la capacidad mostrado en este periodo es, en términos de poder efectivo de pesca, mucho mayor.

Ya en los años 2000, el precio internacional de la harina de pescado adquiere un impulso extraordinario, resultado de la expansión de la producción acuícola mundial y del crecimiento económico de China. Entre 2001 y 2009, el precio de este commodity crece en 14% en promedio cada año, empezando con un valor de US\$ 486 y terminando con US\$ 1,229 (ver Gráfico 2-3 de la página 26). En este contexto atractivo para la inversión, el Ministerio de Pesquería, mediante un decreto supremo del año 2000, flexibiliza aún más los límites de entrada para la flota de madera, permitiéndoles obtener autorización para la pesca destinada al CHI a las embarcaciones que obtuvieron permisos de pesca para CHD después de 1992 (Ministerio de Pesquería, 2000). En este mismo sentido, un decreto de urgencia emitido el año 2001, reemplaza el requisito de sustitución de “igual volumen de capacidad de bodega” del artículo 24 de la Ley General de Pesca, con la frase “como mínimo igual volumen de capacidad de bodega” con lo que formaliza el crecimiento de capacidad que ya estaba ocurriendo en las embarcaciones de mayor escala. En general, durante esta década se han ido emitiendo una serie de decretos que flexibilizan y prolongan excepciones al espíritu de la Ley General de Pesca, lo que se traduce en un aumento del poder de pesca, tanto de las embarcaciones madera, como las de mayor escala (De la Puente, Sueiro, Heck, Soldi, & De la Puente, 2011). Es así que, entre el año 2001 y 2009, la capacidad de bodega siguió creciendo, aunque a un ritmo más moderado respecto a la década anterior, alcanzando un aumento

del 12%. No obstante, mientras que la capacidad de bodega de la flota de acero se ha mantenido más o menos constante durante este periodo, alrededor de los 180,000 m<sup>3</sup>, la capacidad de la flota de madera se ha más que duplicado, aumentando su participación respecto a la capacidad total de la industria, de 7% a 19%, entre los años señalados (Bernales, 2008).

Hemos mencionado ya que las reformas en el mercado laboral implementadas en la década de los noventa permiten un ajuste del salario a pagarse a la tripulación de una parte de la flota de acero, a aquellos agrupados en la SUPNEP. El efecto de tal acuerdo es que el mercado laboral termina segmentado en tres niveles, según el tipo de embarcación al que pertenece el tripulante: las embarcaciones de acero agrupadas en la AANEP, las embarcaciones de acero no agrupadas en dicha asociación y las embarcaciones de madera. Los tripulantes de las embarcaciones agrupadas en la AANEP reciben el 18% del precio de la tonelada de anchoveta, mientras que los de otras asociaciones llegan a recibir hasta el 22.4%, aunque no hay certeza de qué porcentaje de las embarcaciones pagan esta última cifra. En todo caso, se constata que la flota de acero paga un salario mucho mayor que lo que pagan los armadores de la flota de madera. Bernales (2008) estima un ingreso anual para los tripulantes de los asociados a la AANEP de US\$ 5,616, contra un ingreso anual para los tripulantes de la flota de madera de US\$ 2,834. Este nivel remunerativo superior respecto a la flota de madera se explica por la mayor productividad que logra la flota de acero y por el mayor nivel de sindicalización, siendo 48.5% del total de tripulantes, contra el 21.4% en la flota de madera (Apoyo, 2008). Según la legislación vigente, el tripulante debe recibir adicionalmente al ingreso directo por pesca, pagos por vacaciones, gratificaciones, tener seguro de salud, de desempleo, un fondo de pensiones para su jubilación e inclusive ropa especial de pesca y los víveres durante la faena por cuenta del armador.

En el caso de la flota de madera, el pago es bastante diferenciado. Hay armadores que descuentan de los ingresos por pesca, antes de calcular el pago al tripulante, los gastos de operación en donde incluyen, junto con el combustible, aceites y redes, la ropa especial de pesca y los víveres. Partiendo de ese saldo calculan el 40% para la tripulación y esa es toda la remuneración que recibe el pescador. El armador no paga vacaciones, seguro de salud, gratificación, seguro de desempleo ni jubilación (Castro, 2011). También se registran casos en donde el armador descuenta de sus ingresos totales las contribuciones sociales, la alimentación y los gastos de mantenimiento de la embarcación, y sobre el saldo calcula el 35% para el tripulante (Bernales, 2008). Dada la abundancia de mano de obra en las ciudades pesqueras la disponibilidad a trabajar por un salario reducido permite el funcionamiento de las embarcaciones de madera. El salario tratará de ser compensado luego en otras actividades durante el tiempo de veda. Así, el vínculo laboral en las embarcaciones de madera es mucho más débil que en el caso de las embarcaciones de acero (Apoyo, 2008). Vemos pues que esta flexibilidad en el tratamiento del salario, acompañada de la flexibilidad regulatoria respecto al esfuerzo pesquero ha permitido el crecimiento del número de embarcaciones de madera y su capacidad de captura como fue señalado en un párrafo anterior. En cualquier industria normal, este crecimiento sería bienvenido pues permite crear más riqueza y al mismo tiempo absorber la mano de obra que de

otra manera estaría desempleada; sin embargo, cuando se trata de un recurso natural plenamente explotado, este crecimiento se convierte en un riesgo para la conservación sustentable, no sólo de la especie sino de toda la industria.

Bajo estas condiciones de biomasa abundante, precios internacionales crecientes y un mercado laboral flexible, se fortalece una vez más el rasgo de sobredimensionamiento de la industria durante los años 2000. Este exceso de capacidad ha tratado de ser reducido inclusive por iniciativa del sector privado, pues como es evidente, ocasiona sobrecostos considerables a la industria y la coloca en una situación muy vulnerable ante cambios negativos en la biomasa o el precio. Así, en el año 2000, la Sociedad Nacional de Pesquería presenta un programa de reducción del esfuerzo pesquero con el nombre de Fondos de Preservación de la Biomasa FOPROBI, con la finalidad de disminuir la flota en un 30%, mediante la emisión de bonos respaldados por un autogravamen a las empresas procesadoras de harina de pescado y el aval del Estado. Lamentablemente, al ser un programa voluntario no primó el consenso entre las pesqueras respecto a qué parte de la flota de cada empresa debía salir del mercado, cuál debía ser el valor de cada metro cúbico retirado y el valor del autogravamen, entre otros aspectos, pues se trata de un sector bastante heterogéneo, en donde por un lado existen grandes empresas productoras de harina de pescado integradas a una flota moderna, mientras que por otro lado, existen empresas harineras que no tienen flota y embarcaciones independientes no integradas a plantas productoras. Es así que primó el ánimo de competencia entre los actores en vez de la cooperación para resolver el problema de la sobrecapacidad. Ya para el año 2002 se calcula un exceso de capacidad de bodega del 50% lo que encarece el costo de extracción de cada tonelada de anchoveta en un 22% (Cayo & Paredes, 2003), situación que por ahora no hace mella en la industria debido al alto precio internacional de la harina de pescado. Por otra parte, hemos visto también intentos esporádicos del Estado de legislar a favor de la reducción del exceso de capacidad, no obstante, esta misma experiencia constata que la política hacia el sector es poco consistente y fluctuante, lo que se traduce en un poder regulador muy pobre del Estado.

El cálculo del exceso de capacidad de la flota puede ser muy variado pues no solo depende de la capacidad de bodega, cuyo valor determina la máxima capacidad técnica de captura. Hay que definir además qué porcentaje representa el uso eficiente de esa capacidad, cuántos días de pesca se consideran hábiles y cuál es el volumen de biomasa total a capturar. Fréon et al. (2008) calculan un exceso de capacidad del 72% para el año 2006 teniendo en cuenta 240 días de pesca, un factor de eficiencia histórico y una captura posible de 5.8 MT. Para el año 2007, el Instituto Apoyo (2008) calcula una sobrecapacidad de 39.9% utilizando valores históricos respecto al factor de eficiencia de la capacidad de bodega, 53% para la flota de acero y 58% para la flota de madera; una duración de la faena de 1.1 días y 1.6 días para una y otra flota respectivamente; y, 120 días de pesca para ambas, asumiendo una captura máxima posible de 7 MT. El supuesto tan bajo respecto al uso de la capacidad de bodega se sustenta en lo que ha estado ocurriendo debido al crecimiento sobredimensionado de la flota, no obstante, para calcular el exceso se debería considerar el uso óptimo de la capacidad y no el uso histórico. Es así que para ese mismo año, Paredes (2010) refiere un cálculo de exceso de



capacidad del 70.9% suponiendo un factor de eficiencia en el uso de bodega del 60% para toda la flota y 78.2% de sobrecapacidad si el factor de eficiencia fuera de 80%, para una máxima captura posible de 6 MT.

El año 2008, es el año previo a la aplicación del control de captura por medio de cuotas individuales, por lo tanto, es necesario determinar la situación de la industria en ese momento, pues servirá como línea de base para evaluar el efecto de la aplicación de las cuotas individuales. De acuerdo a los datos que tenemos a disposición podemos calcular el exceso de capacidad de bodega entre los años 2000 y 2008, según el promedio anual de la capacidad de la flota, que alcanza las 212,421 TM; los días de pesca permitidos en promedio según el régimen de vedas, que son 132; un factor de eficiencia en el uso de la bodega del 80%; y, una captura promedio anual que ha sido 7'244,766 TM. Esto arroja una capacidad de captura total 22'431,658 TM en promedio anual, lo que equivale a un exceso de capacidad de 68% en el periodo referido. En cualquiera de los cálculos mencionados, el exceso de capacidad de la flota es considerable, lo que también ocurre con la capacidad de procesamiento de las plantas harineras. La aplicación del sistema de límites de captura individuales debería ayudar a resolver este problema, tema que será evaluado en los capítulos siguientes.

Finalmente, al identificar la situación de la industria antes de la aplicación del sistema de límites de captura individuales encontramos los siguientes rasgos. En cuanto a la flota, encontramos que está compuesta de dos tipos: una flota de acero y otra de madera. Tal como muestran los datos de la Tabla 2-1, en el año 2007, la flota de acero disponía del 84% de la capacidad total de captura de la industria, mientras que la flota de madera del 16%. En cuanto a la captura efectiva de ese año, la distribución entre los dos tipos de flota arrojan valores casi iguales, pues la flota de acero capturó el 85% del total, mientras que la flota de madera capturó el 15% (Apoyo, 2008). Respecto al empleo en ambos tipos de flota, la misma tabla referida muestra que la flota de acero ocupaba sólo el 55% del total de tripulantes de todo el sector, demostrando una productividad mucho mayor que la tripulación de la flota de madera y como hemos señalado anteriormente, con salarios mucho mayores. La flota de madera ocupa al 45% de los tripulantes, lo que indica que casi la mitad del empleo en el sector se hace bajo condiciones de semi-informalidad pues no todos los armadores cumplen con los aportes legales a los trabajadores y pagan salarios bajos.

Respecto al nivel de concentración de la propiedad y la integración vertical en la industria, la tabla muestra que las 7 empresas más grandes poseen el 72% de la capacidad total de procesamiento de harina de pescado del país y que son abastecidas por una flota propia que representa el 55% de la capacidad de bodega total. Esta flota está formada por embarcaciones modernas, con gran capacidad de desplazamiento y equipos que permiten conservar en buen estado la anchoveta y facilita con ello la producción de harinas de calidad prime y súper prime (Hidalgo, 2005). Asimismo, encontramos a 4 empresas medianas cuya flota representa el 5% de la capacidad de captura total pero también están integradas a plantas harineras que representan el 8% de la capacidad de procesamiento total. Entonces, visto desde el punto de vista de las plantas

harineras, el 80% de capacidad de procesamiento es atendido por flota propia, lo que representa una ventaja sobre el resto de empresas.

Tabla 2-1 Concentración e integración vertical de las empresas pesqueras, 2007

Tipo	Concentración	Embarcaciones						Plantas harineras			
		Capacidad de bodega		Flota		Tripulantes		Capacidad de plantas		Número de plantas	
		m3	%	Nro.	%	Nro.	%	TM/hr	%	Nro.	%
Acero	Empresas grandes (7)	115,006	55%	306	25%	5,708	28%	6,416	72%	64	44%
	Empresas medianas (4)	9,889	5%	37	3%	653	3%	668	8%	8	6%
	Empresas chicas	52,905	25%	280	22%	4,869	24%	1,825	20%	73	50%
	Subtotal acero	177,800	84%	623	50%	11,230	55%	8,909	100%	145	100%
Madera		33,000	16%	624	50%	9,300	45%				
Total		210,800	100%	1,247	100%	20,530	100%	8,909		145	

Elaborado en base a: Bernales, 2008, págs. 23-28.

La misma tabla muestra que dentro de la flota de acero, un 25% de su capacidad de captura está en manos de embarcaciones independientes que venden la anchoveta capturada a un grupo de plantas harineras sin flota propia, cuya capacidad de procesamiento representa el 20% del total. Estas plantas harineras deben competir intensamente para abastecerse del recurso en épocas de escasez, lo que significa una debilidad. Por último, respecto a la flota de madera, no está asociada visiblemente a alguna planta, aunque es posible encontrar que algunas embarcaciones reciben un adelanto de éstas para el financiamiento de su capital de trabajo (Kuramoto, 2005). Este alto nivel de concentración e integración vertical es el resultado del predominio del ánimo de competencia entre los actores del sector, en perjuicio del ánimo a la cooperación, el que se ha manifestado sólo de manera efímera a lo largo de la historia de la industria.

Esta es la situación de la pesquería de anchoveta en el Perú hasta el 2009, año en que se inicia el régimen de cuotas individuales. En el siguiente capítulo se evaluarán con mayor detalle el nivel de eficiencia que ha adquirido el sector y, más adelante, la posibilidad de que las cuotas asignadas otorguen poder de mercado a las empresas de mayor tamaño.

### **3. La oferta y sus niveles de eficiencia en el sector**

Objetivo: Identificar qué factores afectan el nivel de eficiencia que alcanza la pesca de anchoveta en el Perú, así como cuantificar su magnitud.

Descripción: Este capítulo contiene dos partes: en la primera se resumen los modelos bioeconómicos basados en los excedentes de producción y sus conceptos asociados; se hace una revisión bibliográfica de casos en los que se incluyen variables ambientales en el modelamiento; se exponen casos de aplicación de modelos a la evaluación del stock pesquero en el Pacífico Sur; y, se describen los resultados del cálculo del máximo rendimiento sostenible para la pesca de anchoveta en el Perú. La segunda parte contiene aspectos, tanto generales como aplicables a la pesquería, respecto a las medidas de eficiencia; se definen los criterios para medir la eficiencia a nivel técnico, biológico y económico; y, finalmente, se calcula el nivel de eficiencia que alcanza el sector de la pesca de anchoveta en el Perú.

Metodología: Se usa el modelo bioeconómico de excedentes de producción estático para calcular el máximo rendimiento sostenible del sector; se calcula una función de oferta translog con datos de la producción de harina de pescado para evaluar los costos del sector; y, se aplica el coeficiente de utilización para el cálculo de la eficiencia técnica y económica del sector. El tratamiento econométrico de la función logística para la biomasa y de la función de costos para la producción de harina de pescado a largo plazo se hizo a través de mínimos cuadrados ordinarios, mientras que el análisis de la producción de harina de pescado a corto plazo se hizo mediante el método de variables instrumentales. Se ha aplicado la simulación de Montecarlo para el cálculo de algunos valores puntuales con sus intervalos de confianza respectivos.

#### *3.1. La naturaleza*

Para entender la dinámica de la población pesquera en su interrelación con la actividad humana la FAO recomienda el uso de modelos de evaluación del stock pesquero y los modelos bioeconómicos. Sparre y Venema (1997) distinguen dos tipos de modelos de evaluación del stock pesquero: los modelos holísticos y los modelos analíticos. Los modelos holísticos asumen el stock pesquero como una masa de población homogénea, sin distinguir el efecto que tiene la captura sobre las estructura de edades que compone cualquier población. Esta simplificación de la masa poblacional permite construir modelos sencillos en términos biológicos pero, por lo mismo, más genéricos e imprecisos. Sin embargo, esta simplicidad permite al mismo tiempo incorporarles variables económicas para con ello construir modelos bioeconómicos.

El modelo holístico más difundido es el llamado modelo de excedente de producción que representa la biomasa, como un valor homogéneo, asociada a la tasa natural de reproducción de la especie y a la población total que puede soportar el ecosistema. De acuerdo a este modelo, basta capturar una cantidad equivalente al crecimiento de la población (excedente) para que ésta permanezca constante y la actividad económica sea sustentable. Por otro lado, los modelos analíticos incluyen en la representación del stock las edades (llamadas cohortes) que conforman la población. Evalúan la tasa de

crecimiento natural, la mortalidad natural y la mortalidad por pesca en cada cohorte, y con ello construyen un modelo poblacional. Son evidentemente modelos más precisos en la evaluación del stock, algo más complejos, y requieren para su construcción mayor información que los modelos holísticos. Asimismo, la incorporación de variables económicas se hace más complicada. Dentro de los modelos analíticos, el más difundido es modelo de estructura de edades que permiten calcular la biomasa y la mortalidad por pesca, en base a captura hecha por las embarcaciones, clasificando la captura por edades.

Aunque los modelos de excedentes de producción han sido frecuentemente criticados por su simplicidad, entre sus fortalezas están su capacidad de mostrar didácticamente la relación que existe entre variables económicas y biológicas, y su aplicabilidad en situaciones donde hay escasez de datos. Sin embargo, esa simplicidad es a su vez una debilidad, pues hace a los modelos menos realistas y por lo tanto, menos capaces de servir como punto de partida para el desarrollo de herramientas de gestión efectivas. Según refieren Fréon y Misund (1999), los modelos de excedentes de producción tuvieron mucha fama entre 1950 y 1970, para luego ser desplazados por los modelos de estructura de edades, por ser más detallados y precisos. Sin embargo, los modelos de excedentes de producción han podido ser adaptados gracias a la incorporación de más variables, lo que ha permitido mantener su vigencia y aplicabilidad, por ejemplo, en el caso de fenómenos ambientales, como veremos más adelante.

El objetivo declarado de cualquier modelo de evaluación del stock pesquero es determinar cuál debe ser volumen de captura que permita a la especie seguirse reproduciendo de manera sostenida, para evitar así el colapso de la especie y el colapso del sector económico asociado. Los modelos bioeconómicos que presentamos a continuación corresponden a los modelos holísticos, debido a los motivos expuestos.

### 3.1.1. Modelos bioeconómicos

#### **Modelo de excedente de producción estático<sup>16</sup>**

Los modelos de excedente de producción empiezan con los trabajos de Gordon (1954) y Shaefer (1954), quienes utilizan una función de población logística para representar el comportamiento de una pesquería. El crecimiento natural de la población de peces estará determinado por:

$$\frac{dX}{dt} = rX \left( 1 - \frac{X}{K} \right)$$

en donde, X es la biomasa de la especie; r, la tasa intrínseca de crecimiento y; K, la capacidad de carga del ecosistema.

Si la actividad pesquera la representamos a través de la captura C, ésta puede ser definida como una función lineal del esfuerzo pesquero y de la biomasa. Entonces, tendremos:

$$C = qEX$$

---

<sup>16</sup> Esta parte está basada en Clark (1985).

en donde,  $q$  es el coeficiente de capturabilidad, es decir, la fracción de la biomasa que es capturada en promedio por una unidad de esfuerzo y,  $E$  es el esfuerzo pesquero, a saber, el número de embarcaciones que participan de la actividad, incluyendo la mano de obra, insumos y demás herramientas utilizadas.

En base a estas dos ecuaciones, y asumiendo un precio “ $p$ ” del recurso y un costo “ $c$ ” de extracción constantes, los autores determinan la curva de la renta sustentable para el sector. Esta curva representa todos los niveles de captura para los cuales la pesca es sustentable, es decir, respetando el periodo de reproducción de la especie, permite que la biomasa se mantenga en un nivel constante. La curva de la renta sustentable se expresa con la siguiente ecuación (ver la demostración de ésta y demás ecuaciones en el Anexo 7.1):

$$R = prX\left(1 - \frac{X}{K}\right)$$

De la misma manera, se determina la recta de costos totales en función a la biomasa y parámetros biológicos, expresada en:

$$CT = c \frac{r}{q} \left(1 - \frac{X}{K}\right)$$

Entonces, igualando ingresos y costos totales tendremos el stock correspondiente al equilibrio bioeconómico (EBE), para una pesquería de libre acceso, en donde no hay trabas que impidan a más embarcaciones entrar al sector hasta que las ganancias se disipen. La biomasa que corresponde a este punto está dada por:

$$X_{EBE} = \frac{c}{pq}$$

Asimismo, igualando ingresos y costos marginales tendremos el stock correspondiente al máximo rendimiento económico (MEY). Este punto corresponde a una pesquería controlada por un único dueño, en donde se permite la entrada de embarcaciones sólo hasta alcanzar las máximas ganancias. El stock correspondiente se halla con:

$$X_{MEY} = \frac{1}{2}(K + X_{EBE})$$

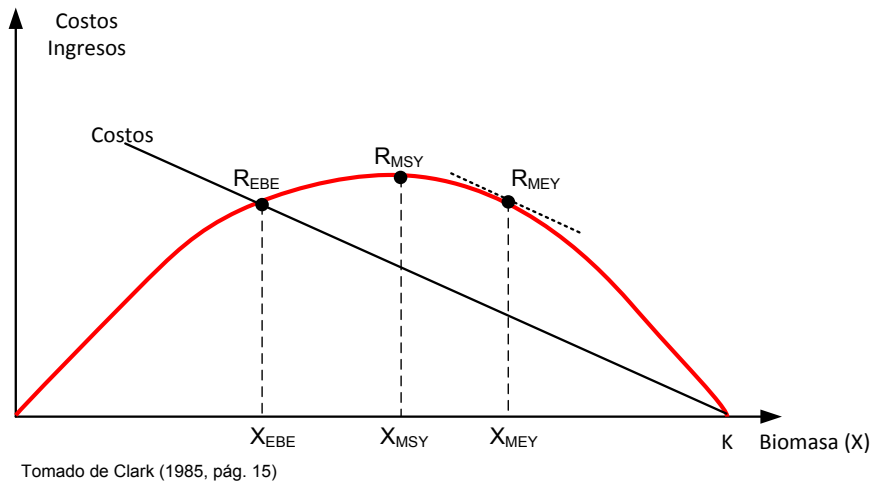
Finalmente, el máximo rendimiento sostenible (MSY) es un punto que representa el ingreso monetario máximo que puede obtener una pesquería pues la tasa de reproducción de la especie es la más alta. El stock asociado a ese punto se calculará con:

$$X_{MSY} = \frac{K}{2}$$

El Gráfico 3-1 representa los puntos más importantes descritos con ayuda de las ecuaciones anteriores. El eje horizontal muestra la biomasa, cuyo valor máximo será  $K$ , según la capacidad de carga del ecosistema. En la medida que

los barcos capturan el recurso, la biomasa disminuye desde  $K$  hacia el origen. Por ese motivo, los costos crecen junto con la captura en dirección hacia el origen.

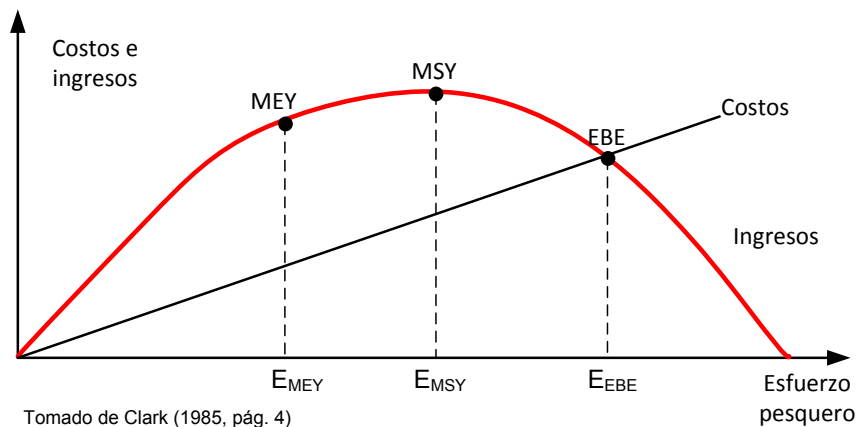
Gráfico 3-1 Equilibrio de libre acceso y de acceso restringido



Entonces, mediante este análisis, la teoría predice que en una pesquería de libre acceso la biomasa tiende a reducirse hasta el nivel  $X_{EBE}$ , y, si se trata de una pesquería controlada por un único dueño, la biomasa baja sólo hasta  $X_{MEY}$ . El nivel  $X_{MSY}$  es aquel en donde se alcanza el máximo rendimiento sostenible del recurso analizado.

Además de estos tres puntos de referencia, las variables usadas en el modelo suponen que es posible el cálculo de la biomasa  $X$  con la ayuda de  $C/E$ , a lo que se le llama captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Este aporte es importante dado que en muchas pesquerías la biomasa no es directamente medible pero sí se dispone del registro de lo que captura cada embarcación, con lo cual se puede definir y calcular la captura por unidad de esfuerzo. Esta fracción puede ser usada entonces como un indicador de abundancia del stock pesquero, siempre y cuando la unidad de esfuerzo elegida demuestre ser proporcional a la mortalidad por pesca, algo que no siempre ocurre en especies pelágicas como la anchoveta.

Gráfico 3-2 Ingresos y costos en función del esfuerzo pesquero



Si usamos la Eq. 14 del Anexo 7.1, que representa la captura sustentable, y la multiplicamos por el precio  $p$ , obtendremos la curva del ingreso sustentable del sector pero esta vez en función del esfuerzo pesquero.

$$R = pqKE\left(1 - \frac{qE}{r}\right)$$

Dado que hemos definido el costo total de la pesquería como una función lineal del esfuerzo pesquero igual a  $cE$ , podemos representar ambos resultados juntos, tal como se muestra el Gráfico 3-2. Ahí se encuentran los mismos puntos de referencia, EBE, MEY y MSY, pero en función del esfuerzo pesquero.

### Modelo de excedente de producción dinámico<sup>17</sup>

Hasta el momento hemos considerado el análisis de la pesquería de manera estática, pues permite facilitar la comprensión de las variables y sus relaciones. No obstante, el estudio de los recursos naturales exige realizar un análisis intertemporal en la medida que los cambios actuales en el stock pesquero afectarán la disponibilidad del recurso en el futuro, y las expectativas actuales sobre variables económicas futuras también afectan nuestras decisiones presentes.

Concretamente, los agentes económicos esperan maximizar el valor presente de su capital invertido en la pesca comparando ese valor con el flujo de ganancias que podrían obtener en otra actividad alternativa, dada una tasa de rendimiento del capital en el tiempo  $t$  igual a  $\delta$ .

Entonces, si las ganancias en una pesquería están determinadas por:

$$\pi = pC - cE,$$

la maximización del valor presente (VP) en el caso de la pesca controlada por un propietario único está dado por:

$$VP_{MAX} = \int_0^{\infty} (pqX_t - c)E_t e^{-\delta t} dt$$

Llamando  $G(X)$  a la tasa de crecimiento poblacional,  $c(X)$  a la función que expresa los costos de cada unidad capturada, y utilizando las ecuaciones iniciales tendremos:

$$VP_{MAX} = \int_0^{\infty} [p - c(X)][G(X) - \frac{dX}{dt}]e^{-\delta t} dt$$

Para resolver este problema de maximización se utiliza la condición necesaria de Euler y el resultado final es:

<sup>17</sup> Esta parte está basada en Clark (1985) y en Pearce y Turner (1995).

$$G'(X) - \frac{c'(X)G(X)}{p - c(X)} = \delta$$

A esta ecuación se le conoce como la ecuación fundamental de los recursos renovables y su interpretación permite obtener conclusiones referidas a la decisión de captura o no del stock de peces, de acuerdo al precio del recurso, sus costos, y, lo más importante, en relación a la tasa de descuento del capital.

Entonces, si  $G(X)$  representa el crecimiento natural de la especie en el tiempo,  $G'(X)$  representa el aporte de cada individuo al crecimiento de la población, en otras palabras, la productividad marginal del recurso. Dado que  $c(X)=c/qX$ , al reducirse el stock pesquero ( $X$ ) el costo de capturarlo crecerá, entonces, en esa situación, todo el segundo miembro de la ecuación será mayor, tanto por  $c(X)$  que está en el denominador como por  $c'(X)$  que está en el numerador. Consecuentemente, este segundo término representa el efecto marginal que tiene la reducción del stock pesquero sobre los costos de la captura.

La interpretación de esta ecuación es más sencilla si suponemos por un momento que los costos de extracción son cero, con lo que todo el segundo término desaparece. De esa manera, la ecuación muestra que los agentes económicos deben escoger dejar en el mar un nivel de stock tal que su productividad marginal iguale a la tasa de descuento. Sin embargo, la productividad marginal de la especie  $G'(X)$ , en principio, depende de parámetros biológicos naturales y no se acomoda a las necesidades económicas de la sociedad. Entonces, la ecuación predice que si la tasa de descuento es mayor a la productividad marginal de la especie los agentes se verán estimulados a aumentar la pesca para convertir el recurso en dinero y hacerlo crecer en la actividad que genera la tasa de descuento mayor; si es al revés, más convendrá dejar de pescar esperando que su valor crezca para el futuro.

Si declaramos la tasa de descuento igual a cero y mantenemos la ausencia de costos ( $G'(X)=0$ ) estaríamos en el contexto de un análisis estático, donde la biomasa óptima sería el punto máximo de (Eq. 17), es decir,  $X_{MSY}$ . Pero si  $\delta$  es mayor que cero, la biomasa restante será menor que  $X_{MSY}$ . Si restauramos la existencia de los costos pero mantenemos  $\delta=0$ , el segundo componente de la ecuación dice que la relación entre la biomasa y los costos es inversa, por lo tanto, lo óptimo para el agente pesquero sería dejar una biomasa que maximice la utilidad, es decir,  $X_{MEY}$ . Finalmente, si reinsertamos los costos y la tasa de descuento, a medida que esta última crece se hace cada vez más atractiva la pesca, por lo tanto, el óptimo se irá moviendo hacia  $X_{EBE}$ , es decir, el equilibrio bioeconómico del modelo estático. En resumen, el modelo dinámico predice que la biomasa óptima se ubicará entre  $X_{MEY}$  y  $X_{EBE}$ , dependiendo del nivel de costos y la tasa de descuento.

### **Modelo dinámico de Smith<sup>18</sup>**

A diferencia del modelo anterior, en donde se usa la tasa de descuento del capital para incluir el efecto variables futuras en la pesquería, el modelo

---

<sup>18</sup> Esta parte está basada en Smith (1968) y Conrad (1999).



dinámico de Smith (1968) evalúa el comportamiento actual del stock pesquero  $X$  y del esfuerzo pesquero  $E$ , en base a los valores alcanzados en el periodo anterior. Asimismo, utiliza el esfuerzo pesquero como una medida del capital invertido en el sector, cuya variación en el siguiente periodo dependerá de las ganancias obtenidas en el periodo presente. Este punto de vista es una contribución importante pues permite representar la dinámica de la inversión en un sector que usa un recurso natural renovable y permite modelar y explicar la sobreinversión que es característica en muchas pesquerías.

Para el caso de una pesquería de acceso abierto, Smith evalúa la dinámica del stock y del esfuerzo pesquero asumiendo que el sector tiende al equilibrio bioeconómico antes mencionado (EBE), en donde los ingresos totales son iguales a los costos totales del sector. Utilizando la nomenclatura de Conrad (1999), el comportamiento del stock y del esfuerzo pesquero respectivamente se pueden representar por:

$$X_{t+1} = X_t + r \left(1 - \frac{X_t}{K}\right) X_t - qE_t X_t$$

$$E_{t+1} = E_t + \eta(pqX_t - c)E_t$$

La primera ecuación muestra el valor del stock en el periodo  $t+1$ , que depende de su valor en el periodo actual ( $t$ ), de su tasa de crecimiento natural y de la captura, tal como han sido definidas en el modelo Gordon-Schaefer. La segunda ecuación muestra el capital invertido o esfuerzo pesquero en el periodo  $t+1$ , que depende de su valor actual ( $t$ ) y de las ganancias o pérdidas obtenidas, medidas por la resta. Esta resta está antecedida por la constante  $\eta$  que representa un factor de crecimiento o decrecimiento de la inversión, dependiendo del signo resultante en las ganancias. Si las ganancias son positivas, parte de ese valor será reinvertido en el sector aumentando así el poder de pesca. Si las ganancias son negativas, se asume que es posible reducir el capital existente y dedicarlo a otras actividades más rentables. Para una pesquería de acceso abierto, en donde el recurso además no tiene precio, esta ecuación predice adecuadamente la dinámica de la sobreinversión originada por las ganancias obtenidas, lo que lleva al sector a sobrepasar los límites de captura sostenibles para la especie.

Asimismo, en este modelo se pueden expresar los costos individuales, representados por “ $c$ ”, como una función de la captura realizada por una embarcación en particular, pero además como función de externalidades que producen el resto de las embarcaciones. Así, Smith reconoce dos tipos de externalidades: externalidades originadas por la reducción del stock pesquero y externalidades originadas por la aglomeración de embarcaciones cuando el recurso está concentrado en espacios limitados. De tal manera que:

$$c = f(CPUE, X, E)$$

Entonces, en esta expresión, los costos individuales y la captura por unidad de esfuerzo pesquero (CPUE) tienen un comportamiento directamente proporcional, pues una mayor captura requiere de más uso de capital. La relación entre costos individuales y el nivel de stock es inversa, pues a mayor

abundancia menos esfuerzo de captura. Por último, la relación entre el número de barcos y los costos individuales es en principio directa, pues cuanto más barcos lleguen a la zona de pesca más complicada se hará la tarea por la posible aglomeración. No obstante, en la pesquería de anchoveta se observa que la aglomeración también es señal de presencia del recurso, lo que reduce el tiempo de búsqueda y con ello los costos asociados de las embarcaciones que llegan a la zona, lo que obliga a sopesar si esta reducción compensa los costos extras que genera la aglomeración. En este contexto, una embarcación sólo tiene control de su propio nivel de captura, por lo tanto, los costos externos originados por la reducción del stock y la aglomeración de embarcaciones, si fuera el caso, pasan a ser parámetros.

Smith adapta su modelo al caso de una pesquería de acceso controlado o de propietario único, en donde hipotéticamente es posible restringir la entrada de más embarcaciones atraídas por los beneficios. Si eso es así, el stock óptimo estará determinado por la igualdad entre el ingreso marginal y los costos marginales de cada embarcación. Asimismo, el supuesto del propietario único convierte los costos externos antes mencionados en costos internos y pasan a ser variables controladas por él. Esta contribución es también importante pues, en la medida que se puedan calcular tales costos externos, ofrece al Estado la posibilidad usar estos valores para determinar el valor de impuestos, tasas o permisos de pesca, los que, actuando como costos, llevarían al sector a un nivel de pesca equivalente a la solución del propietario único, lo que en el modelo bioeconómico estático sería el máximo rendimiento económico (MEY).

### **Máximo rendimiento sostenible y máximo rendimiento económico**

La aspiración de los modelos de valoración pesquera es ofrecer una herramienta que permita el cálculo de una biomasa capturable y la reproducción sostenible de la especie en cuestión. Así, el modelo de excedente de producción ofrece la determinación del máximo rendimiento sostenible (MSY) y del máximo rendimiento económico (MEY) como valores deseables. Consideramos importante evaluar estos conceptos con un poco más de detalle, pues para los reguladores pesqueros representan metas normativas a alcanzar.

Respecto al máximo rendimiento sostenible, Larkin (1977) hizo ya hace mucho tiempo una crítica muy dura desde la perspectiva biológica. Para él, los reguladores pesqueros no deberían tomar a MSY como referencia absoluta porque:

- No hay manera de controlar las técnicas de pesquería para que en la captura no se altere el equilibrio genético interno entre especies y subespecies. Existe el peligro de que con la captura de MSY desaparezca los substocks menos productivos y reduzca la diversidad genética de una especie.
- Las posibles variaciones biológicas y ambientales son inciertas y no siempre es posible modificar la capacidad de captura rápidamente para no caer en la sobrepesca y depredación.

- La imprecisión en la información sobre la cual los modelos matemáticos pretenden calcular MSY. MSY puede ser aceptable sólo como una aproximación bruta de la captura potencial, sin embargo, una vez alcanzado, dejará de ser un nivel sustentable.
- La captura de una especie significa la alteración de la cadena trófica del ecosistema, de tal manera que MSY no mantiene la sustentabilidad del ecosistema.

Si bien el avance tecnológico permite aliviar algunas de las preocupaciones presentadas por Larkin en 1977, la esencia de su crítica no ha perdido vigencia. No obstante, el problema no es si el valor MSY existe o no, el problema es si estamos en la capacidad de calcularlo. Entonces, vale la advertencia del autor a los reguladores de las pesquerías en cuanto al riesgo que significa calcular ese valor y lo que se debe esperar de él. A pesar de ello, el uso del MSY como concepto es válido y así se ha seguido usando extendidamente en el análisis de las pesquerías.

Sin embargo, pensamos que la principal lección que ofrecen los modelos bioeconómicos y el MSY es la idea de que la pesca tiene un límite y que para respetarlo hay que restringir la entrada a la misma o reducir la capacidad existente. Es así que este concepto es la base de la aplicación de programas de control de tecnologías de pesca, recompra de permisos de pesca, sistema de cuotas de captura totales o individuales, en muchas partes del mundo.

Por otro lado, desde el punto de vista económico, muchos autores han recurrido a usar el concepto máximo rendimiento económico (MEY) como el valor ideal a ser alcanzado, porque garantiza la máxima ganancia económica en el sector, y está asociado a un valor de captura menor al MSY. Para defender esta posición se asume que en un escenario de propietario único, el que podría ser el Estado o una cooperativa, el logro de los máximos beneficios de todo el sector, es decir, la igualdad entre el ingreso marginal y el costo marginal, equivale al óptimo social (Smith, 1968; Clark, 1985). No obstante debemos anotar que tal solución sería aplicable a casos muy restringidos de comunidades pesqueras, en donde: primero, el área de pesca es pequeña; segundo, es posible limitar el acceso a otras embarcaciones; y, tercero, los pescadores son al mismo tiempo dueños de los barcos, en otras palabras, no hay asalariados.

Este último requisito es el que determinaría si el óptimo económico equivale al óptimo social, pues de haber asalariados, no propietarios, ellos no estarían participando de las máximas ganancias y su salario no estaría determinado competitivamente, pues se enfrentan a un propietario único quien tendría el poder de fijar el salario. Si en la negociación del salario el trabajador se enfrenta a una cooperativa de propietarios del cual él no forma parte, es obvio que el salario se determinará en interés de los propietarios. En el otro caso, si el propietario es el Estado y éste representa los intereses de todos, estaríamos en el escenario de una economía socialista en donde los mecanismos para ligar el salario a la productividad marginal del trabajo dejan de funcionar, promoviendo un uso ineficiente de los recursos y llevando al sector a una situación de equilibrio muy inestable, tal como lo demuestran las experiencias vividas por los países socialistas europeos del siglo XX. Por lo tanto, la solución

del propietario único, como tal, podría tener aplicación en situaciones muy restringidas, que cumplan los tres requisitos mencionados líneas arriba. Si en un caso más general el regulador pesquero utiliza MEY para determinar el límite de captura, estaría permitiendo una captura sostenible, una captura con máximos beneficios económicos para los propietarios, pero no una captura que corresponda al óptimo social y menos aún eficiente en términos económicos.

No podemos afirmar que por el hecho de que en MEY se alcanzan los máximos beneficios se trate de una solución eficiente de por sí, pues no son conceptos sinónimos. La eficiencia en un sector se alcanza cuando sus actores están usando óptimamente sus recursos productivos, lo que en última instancia estará determinado por la estructura de mercado predominante. En el caso de un mercado competitivo, la eficiencia será la herramienta que usarán los actores para el logro de beneficios; mientras que en un mercado monopolístico, los beneficios pueden recaer sobre un único actor, sin que sea eficiente en el manejo de sus recursos. Es así que la solución de propietario único debería entenderse tal como, en parte, la plantea Smith: un volumen de captura al que se podría llegar si fuera posible calcular los costos externos, originados por reducción del stock y por aglomeración de embarcaciones, e internalizarlos vía impuestos, en el caso de que el regulador pesquero desee que se capture un nivel menor al máximo rendimiento sostenible.

Es probable que, en la vida real, si el Estado determina un límite de captura igual a MSY, las fuerzas del mercado harán efectiva o no esa cantidad dependiendo del poder que dispongan las empresas respecto al precio. Si se trata de un propietario único capturarán una cantidad equivalente a MEY, pero si hay varios competidores la captura se acercará más a MSY.

### *3.1.2. Modelos bioeconómicos y el medio ambiente*

El ecosistema marino es un mecanismo muy complejo de interrelaciones tróficas entre diferentes formas de vida, sometidas además a cambios ambientales de corto, mediano y largo plazo. Los modelos bioeconómicos descritos en el apartado anterior relacionan las variaciones en el stock principalmente con el esfuerzo de pesca, sin embargo, es cada vez más evidente la influencia del medio ambiente sobre el ecosistema marino y el nivel de stock de diferentes especies. No obstante, la inclusión de la variabilidad ambiental en la valoración del stock pesquero es un campo todavía en desarrollo. A continuación mostramos la apreciación general de varios autores respecto al nivel de éxito alcanzado por los modelos de valoración pesquera en este campo.

#### **Avances**

Ransom (1998), luego de evaluar 47 casos de estudio de correlación entre el medio ambiente y el reclutamiento, aplicados a algunas especies del Pacífico Norte y Atlántico Norte, encuentra que sólo uno es usado en la valoración del stock en cuestión.

Knowler (2002), luego de hacer una revisión de algunos modelos bioeconómicos que incorporan efectos ambientales hace notar que, a pesar de los esfuerzos realizados, los modelos desarrollados a esa fecha han ofrecido

resultados muy imprecisos, pues los modelos tienden a simplificar la realidad, que en este caso es especialmente compleja. Asimismo, hacer modelos más complejos requiere de mucha mayor información lo cual no siempre es posible. Pascoe (2007), luego de revisar la literatura sobre medición de capacidad pesquera publicada desde el año 2001 hasta el 2007 encuentra que, si bien los modelos bioeconómicos son usados en muchos estudios para la determinación de límites de captura, sus resultados no son implementados por las entidades gestoras de la pesca por los niveles de incertidumbre que predominan en las interrelaciones biológicas y por la escasez de datos con los que se desarrollan. Asimismo, afirma que la elaboración de modelos bioeconómicos más complicados toma mucho tiempo, requiere de más información y no obstante, sus resultados no tienen validez prolongada debido a la variabilidad de los ecosistemas de muchas pesquerías.

Keyl y Wolff (2008) luego de evaluar 58 modelos de pesca que incluyen variables climáticas, publicados entre los años 1980 y 2007 en todo el mundo, afirman que ha sido difícil la inclusión del efecto ambiental en las técnicas de valoración del stock pesquero debido a su carácter aleatorio e impredecible, y además, no manejable. Es por eso que en los modelos de valoración básicos el ambiente ha sido incluido, a lo más, como “ruido”, sustentado en el hecho de la escasa información disponible y la dificultad matemática que trae consigo el manejo de datos de tanta variabilidad. De los 58 modelos evaluados por estos autores, 57 demuestran una importante influencia de las variaciones ambientales o del clima en la especie modelada. Sin embargo, los resultados en cuanto a su aplicabilidad son aún muy generales e insuficientes para ser usados en la predicción. De todos los modelos analizados sólo uno, un estudio de la población de abalones en la península baja de California Central, ha tenido aplicación práctica en la gestión. A pesar de esto, los autores opinan que la situación empezó a cambiar gracias al desarrollo de la computación.

En el mismo sentido, Hare et al. (2010), luego de evaluar las pesquerías de la costa este de los Estados Unidos, afirman que la situación no ha cambiado mucho en la actualidad, pues la mayoría de los métodos de valoración de stock pesquero usados por los entes administradores hasta la fecha no han podido resolver este desafío y asumen un medio ambiente estable. A pesar del alto grado de dificultad que implica la inclusión de variables ambientales esta inquietud ha pasado a ser parte de investigaciones desde los años 80 del siglo pasado, tal como se desprende de la revisión que hacen Keyl y Wolff, así como también lo constatan Fréon y Yáñez (1995).

### **Tipos de modelos usados**

Respecto a los tipos de modelos usados en la valoración del stock con influencia ambiental, existen diferentes perspectivas. Fréon y Yáñez (1995) muestran cómo adaptar un modelo de excedente de producción para relacionar el esfuerzo pesquero y la biomasa con variables ambientales. Dada la importancia de este artículo para el caso de la anchoveta peruana, ese trabajo será referido varias veces más adelante.

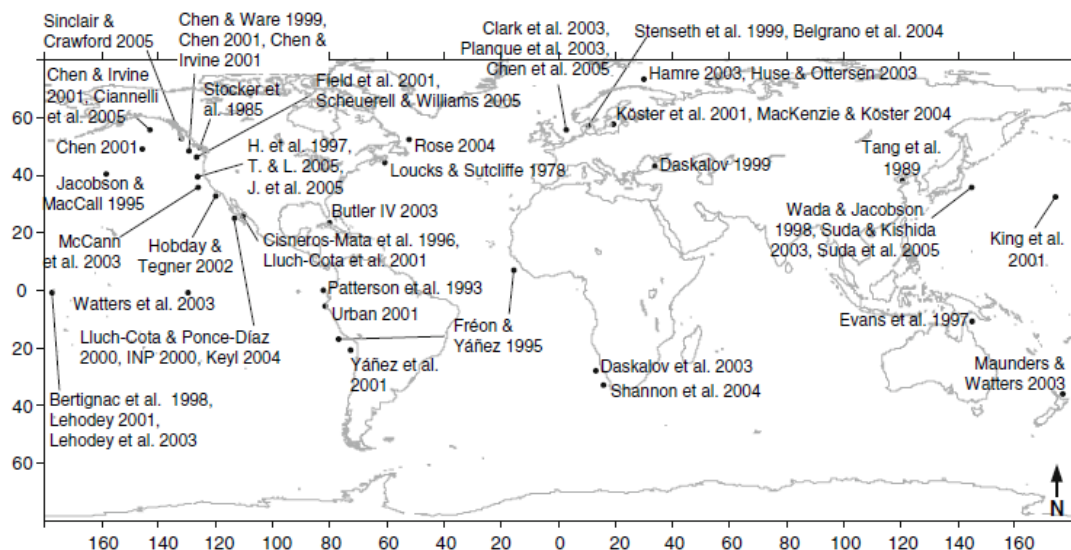
Knowler, en el trabajo citado, da cuenta de la inclusión de variables ambientales sobre modelos de excedentes de producción, tanto estáticos como

dinámicos, que modifican la función de captura, la función de demanda o ambos. En base a estas modificaciones calculan cambios en el excedente del productor y excedente del consumidor para representar cambios en el nivel de bienestar del sector, resultado de alteraciones ambientales.

Keyl y Wolff ya citados observan que, de los 58 modelos de pesca evaluados que incluyen variables climáticas, la mayoría han sido desarrollados para la región noreste del Pacífico, lo que demuestra la importancia económica de la pesca para las zonas respectivas y la disponibilidad de recursos para invertir en investigación. La Figura 3-1 muestra un resumen de los modelos analizados, según su ubicación geográfica. Asimismo, hacen un recuento detallado de los tipos de modelos utilizados. Estos son:

- Análisis stock-recluta (SRA).
- Modelos de excedente de producción (SPM).
- Modelos estructurados (SM).
- Modelos aditivos generales (GAM).
- Modelos basados en individuos (IBM).
- Otros modelos (OM).

Figura 3-1 Ubicación geográfica de modelos que incluyen efectos ambientales



Fuente: Keyl and Wolff (2008), página 280.

La mayoría de estos modelos han estudiado el comportamiento de especies pelágicas, lo que refleja su importancia económica en el mundo. Los modelos más usados son el SRA y SPM basados en los trabajos de Ricker y Schaefer, seguido del uso de GAM. Los casos presentados en los artículos referidos demuestran que no existe un único tipo de modelo de valoración de stock de aceptación general. Más aún, lo que se ha encontrado son adaptaciones de algún tipo de modelo a pesquerías específicas. Por lo tanto, si bien un modelo básico puede representar una tendencia general de la dinámica de una especie

en una zona determinada, esa misma tendencia no necesariamente se repite en otra zona.

### **Variables usadas en los modelos**

Respecto a las variables ambientales que se pueden incluir en los modelos de valoración, Stenseth et al. (2002), Stenseth et al. (2003), Keyl y Wolff (2008) recomiendan el uso de índices de clima globales en vez de locales, dado que, en la revisión realizada, las variaciones en estos índices y los cambios en las pesquerías muestran un alto grado de dependencia y pueden reflejar correctamente tendencias generales. En este sentido, los autores identifican dos variables globales del cambio del medio ambiente que pueden tener efecto sobre la pesquería: el calentamiento global y los ciclos de patrones climáticos-oceanográficos, expresados en índices como SOI (Southern Oscillation Index) y PDO (Pacific Decadal Oscillation).

Existen otros rasgos ambientales de carácter más local que también pueden mostrar efectos sobre las pesquerías. Por un lado Fréon y Yáñez (1995) y por otro Knoweler (2002), identifican las siguientes variables:

- La temperatura del aire.
- La temperatura del mar.
- El comportamiento del viento.
- La cantidad de nutrientes (eutrofización).
- La cantidad de sedimentos.
- Los niveles de salinidad.
- Grado de turbidez del agua.

Estos cambios ambientales tanto globales como locales, tendrán efecto sobre las variables que representan la dinámica de la población. Según el modelo utilizado, éstas pueden ser:

- Capacidad de carga del ecosistema (K).
- Coeficiente de capturabilidad (q).
- Tasa intrínseca de crecimiento (r).
- Talla promedio según edades.

Un cambio en la calidad del hábitat general de una especie puede producir cambios en la capacidad de carga del ecosistema, en la tasa intrínseca de crecimiento y en la talla promedio de la especie. El coeficiente capturabilidad q se verá modificado por el medio ambiente, en especial en especies pelágicas, cuando éste afecta el nivel de concentración de los individuos, influye en el tamaño del cardumen, en su distribución vertical, entre otros, haciendo más difícil o más fácil la pesca; o, cuando produce un cambio en la turbidez del agua, haciendo a los peces más o menos vulnerables a la captura.

Dado que los modelos de excedentes producción usan a q como estimador indirecto de la abundancia, una variación ambiental que sólo afecte los niveles

de abundancia K, puede dejar a q constante, con lo cual el modelo no sugerirá cambios en el esfuerzo de pesca cuando en realidad sí lo debería hacer. Esto presenta un problema crítico para el ente regulador de la pesca que deberá estar en capacidad de predecir con precisión los cambios en el nivel de abundancia o en la capturabilidad, pues si se mantiene el esfuerzo de pesca en una situación en la que no debería, puede originar el colapso de la industria.

Fréon y Yáñez (1995) presentan una interesante tabla resumen de variables ambientales y sus efectos en la capacidad de carga (abundancia) y/o capturabilidad, que son variables del modelo de excedente de producción. Parte de esa información la reproducimos en la Tabla 3-1.

**Tabla 3-1 Efecto de variables ambientales sobre el modelo de excedentes de producción**

<b>Mecanismo ambiental</b>	<b>Variable clave</b>	<b>Efecto sobre</b>	<b>Signo</b>
Aumento de la producción primaria de surgencia	Velocidad del viento, transporte de Ekman o Temperatura superficial del mar	Abundancia	+
		Capturabilidad	+ ó -
Aumento de corrientes (surgencia u otros)	Transporte de Ekman o datos corrientes	Abundancia	-
Turbulencia en la columna de agua	Velocidad del viento al cubo	Abundancia	-
Anomalías de la temperatura del mar (no ligadas a surgencia)	Temperatura superficial del mar, temperaturas de la columna de agua o profundidad del termoclima	Abundancia	+ ó -
		Capturabilidad	+ ó -

Tomado de Fréon y Yáñez (1995). Extracto de la tabla publicada por los autores.

### **Aspectos críticos en la inclusión de efectos ambientales**

La gran complejidad que representa entender la relación entre el medio ambiente y las especies marinas se hace evidente en los trabajos revisados. La solución a este problema implica un desafío que se podrá resolver en la medida que se identifiquen, poco a poco, más rasgos de este vínculo complejo. En este sentido, los autores consultados sugieren aspectos particulares de esta relación, medio ambiente – especie, que los modelos deben intentar considerar. Por ejemplo, se constata que la respuesta de los individuos a los cambios ambientales no necesariamente es lineal, es decir, el efecto sobre la población puede ser exponencial ascendente, degradado, e incluso no monótono. Entonces, capturar el comportamiento con la función adecuada depende mucho de la experiencia del especialista, quien podría ser apoyado por simuladores o sistemas expertos, como comentaremos más adelante.

Asimismo, se percibe que los efectos del ambiente no son siempre inmediatos, a veces tienen un retraso, principalmente porque la mayoría de los individuos tienen un tiempo de vida mayor a la duración del cambio ambiental. Así, parece que el efecto de un cambio en la temperatura del mar es mayor durante los primeros estadios de vida de la especie, modificando la abundancia máxima



posible. No obstante, el efecto se hará visible recién en la etapa de reclutamiento, en donde la especie alcanza el tamaño atractivo para la captura. Esto implica que las variables que se relacionen en el modelo deben tener los rezagos adecuados para que los resultados adquieran más sentido.

Por otro lado, el efecto ambiental no actúa sólo a través de una única variable. El efecto es multidimensional, por lo tanto, la experiencia del experto será determinante para elegir la variable adecuada en el modelo, de lo contrario el residuo estadístico tomará demasiada importancia. De la misma manera, el efecto ambiental puede ser directo o indirecto, a través de una cadena de interacciones que pueden mitigar o intensificar el resultado, lo que implica un desafío adicional en el modelado.

### 3.1.3. Variables ambientales en el Pacífico sur y el modelo de excedente de producción

En el caso concreto de las pesquerías ubicadas en el Pacífico sur, éstas se ven afectadas por cambios climáticos estacionales, por alternaciones de mediano plazo (ENSO) y por variaciones de largo plazo (interdecenales).

Fréon y Yáñez (1995) evalúan el efecto del cambio en la temperatura del mar sobre la abundancia de la anchoveta en el Pacífico sur, mediante un modelo de excedente de producción para los años que van desde 1957 y 1977. Usan la temperatura superficial del mar (SST) como variable ambiental y la incluyen en el modelo a través de su efecto en la capacidad de carga del ecosistema (K). Los autores parten de la función de captura sustentable del modelo de Gordon-Schaefer, mostrada aquí en la Eq. 14 del Anexo 7.1, y de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), la que se puede escribir como:

$$CPUE = qK\left(1 - \frac{qE}{r}\right)$$

Asimismo, expresan el efecto de la variable ambiental sobre la capacidad de carga mediante una función lineal  $g(V)$ , aunque sugieren que esta función también podría ser una cuadrática o de otro grado, lo que dependerá finalmente del conocimiento del experto. En el caso de la función lineal tendremos:

$$K = g(V) = \alpha - \beta V,$$

en donde  $V$  es la temperatura superficial del mar y se asume que la elevación de la temperatura tiene un efecto negativo sobre  $K$ . Entonces, ya que  $q$  y  $r$  son constantes en el modelo, la captura por unidad de esfuerzo está en función del esfuerzo pesquero y de la temperatura superficial del mar, que como sabemos, es un indicador de la ocurrencia de la anomalía ENSO.

Los ajustes respecto al tipo de función para CPUE (lineal, exponencial o generalizada) y para la función ambiental  $g(V)$ , así como sus parámetros  $\alpha$  y  $\beta$  son realizados por los autores con la ayuda de un sistema experto de nombre CLIMPROD. Este sistema contiene un abanico de funciones para CPUE y  $g(V)$  que se seleccionan en una etapa de interacción entre el sistema y el usuario, en base a preguntas y respuestas sobre las características de la pesquería que

se está analizando. En base a ello el sistema encuentra el tipo de fórmulas que más se ajustan para procesar la información. Para este caso descrito, los autores encontraron una alta correlación entre el esfuerzo de pesca y la CPUE, y, al incluir la variable ambiental, la correlación demostró ser mucho mayor, de tal manera que los valores calculados por el modelo se acercaron más a los reales.

A la misma conclusión llega Palomares (2005) en un trabajo en donde usa el modelo dinámico de Smith y correlaciona la temperatura superficial del mar y el nivel de precipitaciones con la biomasa y la captura, con datos de los años 1960 hasta 2003. En este trabajo se incluye el factor ambiental como una variable que afecta directamente a la captura, de la siguiente manera:

$$C = q \cdot E \cdot X \cdot T \cdot P$$

Aquí, tenemos la función de captura planteada por Schaefer y explicada anteriormente, modificada con las variables T, que representa la temperatura superficial del mar y P, que representa el nivel de precipitación en el norte del Perú. De esta manera, el autor calcula valores óptimos para la biomasa y la captura en una situación de libre acceso simulando dos escenarios: uno sin ENSO y otro con ENSO.

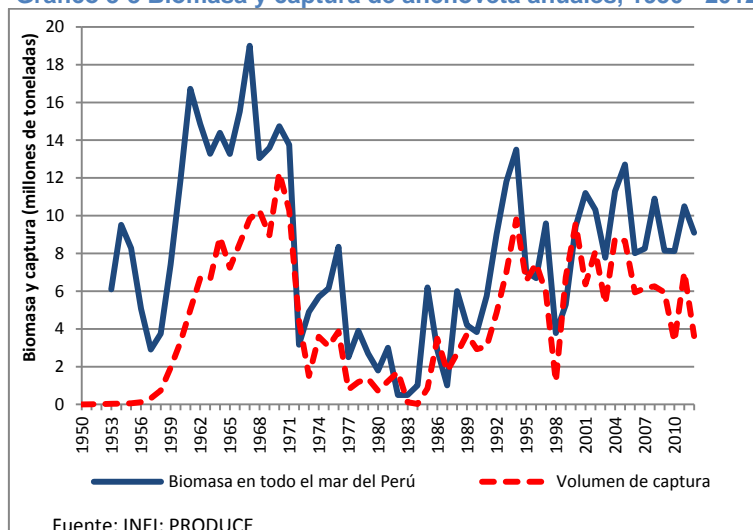
En otro trabajo ya citado, Fréon et al. (2008), usan también un modelo de excedente de producción pero desde la perspectiva dinámica de Smith, para evaluar en un plano teórico el comportamiento la biomasa de anchoveta, entre los paralelos 4° y 14° frente a las costas peruanas, tomando como punto de partida la idea de que el stock es afectado por vaivenes de abundancia y escasez de periodicidad interdecenal. Los autores plantean un sistema de ecuaciones para constatar el desfase que existe entre el nivel de biomasa y la capacidad extractiva y de procesamiento. Usan la ecuación logística de crecimiento de la biomasa a la que ya hemos hecho referencia y una ecuación que representa la variación cíclica interdecenal de la capacidad de carga del ecosistema. Estas ecuaciones son:

$$X_{t+1} = rX_t \left(1 - \frac{X_t}{K_t}\right) - qX_tE_t$$

$$K_t = K_0(1 + a\text{Sin}(wt))$$

La segunda ecuación evalúa el comportamiento de la capacidad de carga en base a una función sinusoidal teórica, sin estar asociada a alguna variable real, pues, como se mencionó anteriormente, el causante de la periodicidad del ciclo o pseudociclo aún es desconocido. Así, los autores reproducen la periodicidad del stock de anchoveta, imitando el vaivén que la biomasa, pero de manera teórica, sin realizar ninguna correlación entre el modelo y los datos reales. Según se cita en el mismo trabajo, los datos disponibles que hay desde los años 40 del siglo pasado muestran un pseudociclo, en donde, los puntos más bajos han ocurrido en los años 1948 y 1983, y los picos en 1967 y 1994 aproximadamente.

**Gráfico 3-3 Biomasa y captura de anchoveta anuales, 1950 - 2012**



En síntesis, el Gráfico 3-3 muestra los datos anuales de biomasa de anchoveta y su captura en el Perú, desde 1950 hasta el 2012, datos que varios modelos han tratado de analizar. En ese contexto, la Tabla 3-2 muestra un resumen de 5 modelos bioeconómicos revisados, tres de los cuales incluyen variables ambientales y ya han sido comentados.

**Tabla 3-2 Modelos bioeconómicos aplicados a la pesquería peruana**

<b>Autores</b>	<b>Aguero, Max (1987)</b>	<b>Fréon y Yáñez (1995)</b>	<b>Csirke y Gumy (1996)</b>	<b>Palomares, Carlos (2005)</b>	<b>Fréon et al. (2008)</b>
Periodo de estudio	1950-1983	1957-1977	1950-1995	1960-2003	1950-2003
Objetivo	Analizar la pesquería desde un punto de vista económico	Evaluar el impacto del medio ambiente sobre la pesquería	Simular la dinámica de la población de anchoveta	Determinar el nivel óptimo de captura	Evaluar la sobrecapacidad en la captura y procesamiento en relación a las variaciones de la biomasa
Herramienta matemática de análisis	Optimización mediante programación lineal	Regresión no lineal mediante sistema experto CLIMPROD	Regresión lineal	Regresión lineal	No modela datos reales
Modelo biológico	Ninguno	Excedente de producción estático	Estructura de edades	Excedente de producción dinámico	Excedente de producción dinámico
Variable dependiente	Función de beneficios	Captura por unidad de esfuerzo	Población de anchoveta	Captura	Capacidad de pesca

<b>Autores</b>	<b>Aguero, Max (1987)</b>	<b>Fréon y Yáñez (1995)</b>	<b>Csirke y Gummy (1996)</b>	<b>Palomares, Carlos (2005)</b>	<b>Fréon et al. (2008)</b>
Variables explicativas	Ingresos, costos y biomasa	Variables biológicas y capacidad de pesca	Variables biológicas, capacidad de pesca y capacidad de las plantas	Variables biológicas y capacidad de pesca	Variables biológicas, captura, beneficios y regulación estatal
Variable ambiental	NO	Temperatura superficial del mar	NO	Temperatura superficial del mar y nivel de precipitación	Teórica

### 3.1.4. Cálculo del máximo rendimiento sostenible en el Perú

A continuación se presentan los resultados de la regresión que modela el comportamiento de la biomasa de anchoveta en el mar peruano utilizando el modelo de excedentes de producción, primero sin incluir una variable ambiental y luego evaluando el efecto de la misma.

La pesquería peruana desarrolla su actividad en dos áreas bien definidas determinadas por el hábitat de la anchoveta: el área norte-centro que está entre los paralelos 4° S y 16° S del Pacífico Sur y el área sur limitada por los paralelos 16° S y 18°21'03" S, zona de frontera con Chile<sup>19</sup>. La biomasa se concentra en el área norte-centro alcanzado normalmente el 90% o más de la biomasa total en el mar peruano. IMARPE estima la biomasa directamente mediante una medición acústica, e indirectamente usando el Análisis de Población Virtual (VPA) basado en el modelo de estructura de edades mencionado anteriormente. La periodicidad de la medición acústica no ha sido siempre la misma, a veces se ha realizado una sola medición por año, mientras que otras veces más de una, especialmente en el contexto de Fenómenos del Niño. El modelo que se desarrollará líneas abajo usa los datos que provienen de la medición acústica desde el año 1994 hasta el 2010, y que corresponden al total del litoral peruano, como si se tratara de un stock único. Entendemos entonces que este dato contiene una parte del stock del sur, pero en vista de su pequeña proporción respecto al total creemos que la inconsistencia que se generará en los resultados es mínima<sup>20</sup>.

Dado que la anchoveta produce dos cohortes al año, la temporada de pesca está también dividida en dos. IMARPE define periódicamente desde 1992 (Ministerio de Pesquería, 1992) dos vedas al año para el stock norte-centro,

<sup>19</sup> El hábitat de la anchoveta en la zona sur del Pacífico continúa entre los paralelos 19° S y 24° S, área marítima de Chile.

<sup>20</sup> Lo ideal sería tratar a los dos stocks de manera independiente, tanto en biomasa como en captura y otras variables requeridas. Eso supondría disponer de la información respectiva de la parte chilena del stock del sur.

una en febrero y otra en agosto, haciendo con ello que una temporada de pesca empiece normalmente en abril y la otra en octubre. Siguiendo este patrón en donde la captura altera la biomasa semestralmente, hemos creído conveniente que nuestro modelo use periodos similares, por lo tanto, el periodo I abarcará desde abril hasta setiembre de un año, y el periodo II desde octubre de un año a marzo del año siguiente. Entonces, los datos obtenidos y/o calculados comprenden el periodo desde 1994-I hasta el 2010-I. Así, hemos obtenido de IMARPE 30 mediciones de biomasa semestrales para el espacio de tiempo definido, y del INEI (2012 b) la captura mensual de anchoveta reportada para todo el litoral, las que se han acumulado los datos en capturas semestrales.

Por otro lado, se ha tomado la temperatura superficial del mar estimadas por satélite (NOAA, 2012) en el espacio limitado por las latitudes 4.5° y 16° sur y la línea costera hasta los 2000 metros de extensión mar afuera<sup>21</sup>, también con periodicidad mensual, y se ha elegido el promedio alcanzado en cada semestre. Hay que comentar el hecho de que al utilizar el promedio de las temperaturas de cada semestre estamos suavizando los máximos valores mensuales alcanzados en épocas de Fenómeno del Niño y los mínimos valores mensuales alcanzados durante el Fenómeno de la Niña. Así por ejemplo, para el mes de febrero del 2008 se tiene registrada una temperatura de 27.21°C, sin embargo, la cifra promedio utilizada en el modelo para el periodo 1997-II será 24.65°C. De la misma manera, en entre agosto y octubre de 2007 se registró una temperatura promedio de 15.06°C, pero nosotros usaremos como promedio del semestre 19.53°C. No obstante, dado que los Fenómenos del Niño y la Niña tienen una duración que sobrepasa un semestre, esperamos hacer visible en la regresión el efecto de las temperaturas sobre la biomasa de un semestre a otro. En realidad, lo ideal sería disponer de la biomasa medida mensualmente para indagar esta relación con mayor precisión, pero la información no lo permite.

Todas estas particularidades de la pesca de la anchoveta en el Perú explican los resultados que se muestran a continuación. Se partió de la función de población logística<sup>22</sup> desarrollada en 3.1.1, entendiendo que la biomasa medida en un periodo t-1 da origen a un crecimiento de la misma para el siguiente periodo t, que puede ser capturada modificando con ello ese crecimiento en el mismo periodo t:

$$dX_t = rX_{t-1} - \frac{r}{K}X_{t-1}^2 - Q_t$$

La regresión arrojará los coeficientes r y r/K, y, para evitar que se calcule un coeficiente para Q, se corrió la regresión como:

$$dX_t + Q_t = rX_{t-1} - \frac{r}{K}X_{t-1}^2 \tag{Eq. 1}$$

<sup>21</sup> Esta información fue preparada especialmente para este trabajo por el Dr. Hervé Demarcq del Institut de Recherche pour le Développement (IRD).

<sup>22</sup> Para guardar consistencia con la nomenclatura usada por la teoría económica, a partir de este punto usaremos Q para medir la captura.

Al correr la ecuación tal como Eq. 1 usando mínimos cuadrados ordinarios, el resultado muestra un coeficiente de determinación muy bajo (0.28), sin embargo, este valor sube a 0.85 cuando no se usa el rezago de X (ver la evaluación estadística del Anexo 7.2 donde se descarta la existencia de autocorrelación, heterocedasticidad entre otros, y el reporte de la regresión en la Figura 7-1). Asimismo, los coeficientes que acompañan a las variables explicativas tienen una probabilidad de no rechazo altísima, lo que indica que esta regresión es numéricamente coherente aunque se aleja del modelo logístico planteado. Los parámetros calculados fueron:

$$dX_t + Q_t = 0.853X_t - 4.713 \cdot 10^{-8} X_{t-1}^2$$

p= (0.0000) (0.0000);  $R^2=0.850$

Siguiendo en la línea de este modelo empírico, se incorporó la temperatura superficial del mar como variable ambiental, partiendo de lo expuesto en 3.1.2, en donde se describe el efecto de la temperatura (SSTP) sobre la capacidad de carga (K). La agregación de la variable ambiental se hizo de la siguiente manera:

$$K = \frac{\bar{K}}{\frac{SSTP}{\bar{SSTP}}} \tag{Eq. 2}$$

La expresión Eq. 2 dice que la capacidad de carga K depende de una capacidad promedio  $\bar{K}$ , dividida por la temperatura superficial del mar SSTP, la que a su vez está dividida por su promedio  $\bar{SSTP}$ ; de tal manera que a mayores valores de temperatura la capacidad de carga se reduce, y, cuando el valor de SSTP iguala a su promedio, el divisor se convierte en 1 y la capacidad de carga igualará a su propio promedio  $\bar{K}$ .

Al incorporar Eq. 2 en Eq. 1 y eliminado el rezago de X, la expresión queda como sigue:

$$dX_t + Q_t = rX_t - \frac{r}{\bar{K}} \left( \frac{SSTP}{\bar{SSTP}} \right) X_{t-1}^2$$

Los resultados de esta regresión pasaron las pruebas básicas de normalidad, de linealidad de Ramsey, de homocedasticidad de White y de Arch, de autocorrelación de Lung-Bos y de m ultiplicadores de Lagrange. Los coeficientes calculados muestran probabilidades de no significancia casi nulos y un coeficiente de determinación mejor que la regresión previa (ver evaluación estadística en el anexo 7.2 y el resumen de resultados en la Figura 7-2):

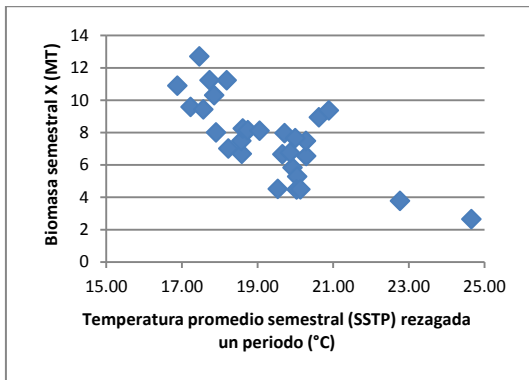
$$dX_t + Q_t = 0.829X_t - 4.477 \cdot 10^{-8} \left( \frac{SSTP_{t-1}}{19.3954} \right) X_{t-1}^2$$

p= (0.0000) (0.0000);  $R^2=0.852$  Eq. 3

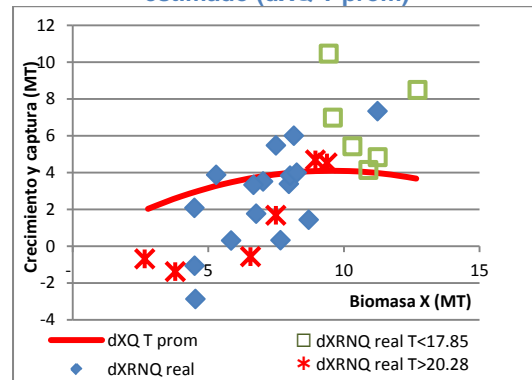
En cuanto a la variable ambiental incluida, los resultados de Eq. 3 dan pie a dos observaciones. La primera es que el impacto inverso de la temperatura sobre el crecimiento de la biomasa no es inmediato, sino, ocurre con un periodo de rezago. Este resultado se explica por el hecho de que, de acuerdo

de ciclo de vida de la anchoveta, una variación significativa en la temperatura en la etapa de desove hará evidente sus efectos cinco o seis meses después, cuando alcanza la talla de reclutamiento (8 a 9 cm de longitud). Así, el Gráfico 3-4 evidencia la relación inversa entre temperatura y biomasa que ha sido capturada correctamente por nuestro modelo, vínculo que no aparece tan claro cuando se relacionan la biomasa y la temperatura sin rezago (ver Gráfico 7-1 (B) del anexo 7.2).

**Gráfico 3-4 Temperatura semestral promedio con un periodo de rezago versus biomasa semestral 1994-I - 2010-I**



**Gráfico 3-5 Biomasa versus crecimiento más captura, real (dXRNQ real), según quintil inferior y superior de temperaturas, y estimado (dXQ T prom)**



En el mismo sentido, el Gráfico 3-5 muestra los valores reales de la biomasa versus la variable dependiente de la regresión (crecimiento más captura), representadas por marcas. Las marcas se diferencian de acuerdo a la temperatura del mar promedio semestral asociada al dato, con un periodo de rezago. Así, se ha identificado el crecimiento y captura para valores correspondientes al quintil superior de temperaturas semestrales en todo el periodo de análisis, y se les coloca en el Gráfico 3-5 con el símbolo \*; mientras que para el crecimiento y captura asociados al quintil inferior de temperaturas se ha usado en símbolo □. Para el resto de situaciones se usa ◆. El mismo gráfico incluye un trozo de la curva de crecimiento poblacional estimado (línea continua) con los coeficientes obtenidos en Eq. 3 y una temperatura del mar promedio.

De esta manera el gráfico muestra de manera aproximada que en varios semestres de temperaturas promedio altas (4 de 6), la biomasa capturable del siguiente periodo se coloca en la parte inferior, mientras que para varios semestres de temperaturas promedio bajas (3 ó 4 de 6), la biomasa capturable se sitúa en la parte superior. Esta relación se hace aún más visible si usamos los quintiles superiores e inferiores de las temperaturas mensuales (Gráfico 7-2 A del Anexo 7.2). Pero, en vista de que no disponemos de la biomasa mensual, nuestra regresión Eq. 3 no puede capturar los vínculos a este nivel de detalle, no obstante, dado que incluye a la temperatura como variable explicativa, colocando un valor alto o bajo de la misma podemos hacer que la curva del Gráfico 3-5 se desplace hacia abajo o hacia arriba, de tal manera que se acerque a los datos reales.

La segunda observación tiene que ver con el aumento del coeficiente de determinación  $R^2$  al incluir la temperatura superficial del mar, de 0.850 a 0.852, cuya validez es corroborada por una reducción del criterio de Akaike de 31.00 a

30.99, según se muestra en la Figura 7-1 y Figura 7-2 del anexo 7.2, respectivamente. Si bien se tratan de mejoras pequeñas, a nuestro parecer están relacionadas con la forma funcional elegida para la regresión (cuadrática, por lo tanto simétrica, y sin intercepto), sobre la cual deben encajar los datos reales cuyas magnitudes son el resultado de las fuerzas dinámicas de la naturaleza. Así, si añadimos a la regresión la posibilidad de calcular un intercepto, de tal manera que este parámetro pueda capturar el efecto de otros factores no considerados en el modelo, el  $R^2$  sube a 0.875, además de mostrar un criterio de Akaike más bajo que las regresiones anteriores, lo cual sustenta el aumento del coeficiente de determinación (ver planteamiento y estadísticos completos en la Figura 7-3 del Anexo 7.2).

Más aún, se ha intentado mejorar el ajuste de la regresión planteando esta vez un modelo no lineal, en donde los coeficientes a calcularse son los exponentes de  $X_t$  y  $X_{t-1}$ , y no tiene que dar como resultado necesariamente un exponente cuadrático. Se ha asumido que tales coeficientes guardan una proporción de 1 a 2, como el modelo logístico original, para que el resultado dibuje una parábola y el intercepto mayor corresponda a la capacidad de carga  $K$ . Entonces, el modelo a estimarse fue:

$$dX_t + Q_t = C_1 + C_2 \cdot X^{C_3} - C_4 \cdot \frac{SSTP_{t-1}}{SSTP} \cdot X_{t-1}^{2 \cdot C_3}$$

Como valores iniciales de los coeficientes lineales se usaron los que muestra la regresión con intercepto (Figura 7-3 del Anexo 7.2), mientras que para el exponente  $C_3$  se empezó de cero. Los resultados muestran un  $R^2$  más alto, 0.90, sin embargo, la capacidad de carga arroja un valor aproximado de 57 MT, cifra totalmente fuera de los rangos posibles de la biomasa (ver Figura 7-4 y Gráfico 7-3 del Anexo 7.2).

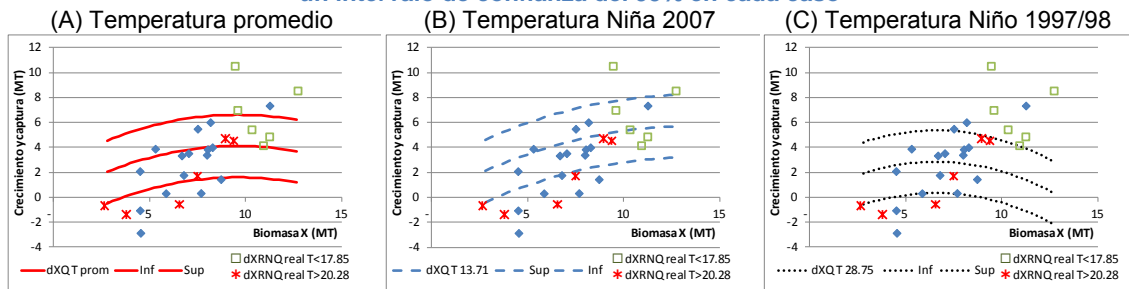
Es así que la búsqueda de mayor precisión matemática para modelar el rango de datos disponible genera, para datos no disponibles, valores poco útiles. Por lo tanto, en el ánimo de no alejarse demasiado del modelo logístico teórico, usaremos la regresión Eq. 3 para continuar con nuestra evaluación, ya que tiene un  $R^2$  aceptable.

Entonces, ya que los residuos de Eq. 3 tienen una distribución normal y hay ausencia de autocorrelación, según lo muestra la validación estadística realizada en el Anexo 7.2, hemos evaluado el nivel de incertidumbre de los valores estimados con la regresión, para lo cual se ha calculado un intervalo de confianza del 95% con ayuda del error estándar de la regresión y el valor crítico de la tabla  $t$  de Student para 25 grados de libertad. El resultado se muestra en el Gráfico 3-6 (A) en el que la curva del centro representa la variable dependiente bajo las condiciones de temperatura promedio, encerrada entre los límites superior e inferior formando una banda de confianza, y las marcas  $*$ ,  $\square$  y  $\blacklozenge$  representan el crecimiento y captura reales según la temperatura promedio del semestre anterior. Ya que nuestra regresión incluye a la temperatura superficial del mar como variable explicativa, al modificar su valor, por ejemplo ingresando la temperatura inferior promedio que se registró en el año 2009 durante el Fenómeno de la Niña, la banda de confianza se ha desplazado hacia arriba, como muestra la parte (B) del mismo gráfico,



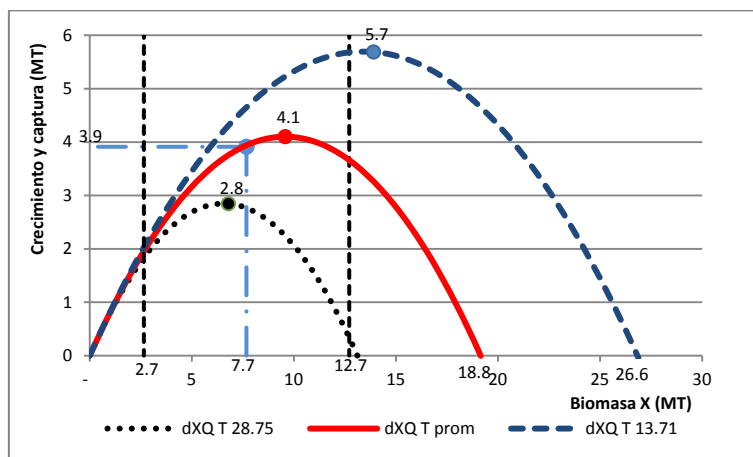
acercando las curvas a las marcas de biomasa capturable más altas, representadas por □. Mientras que si ingresamos la temperatura máxima promedio ocurrida durante el Fenómeno del Niño de 1997/98, como muestra la parte (C) del gráfico referido, la banda de confianza se desplaza hacia abajo, acercándose a las marcas de biomasa capturable representadas por \*.

**Gráfico 3-6 Crecimiento y captura real (dXRNQ real) y estimado para una temperatura promedio (A), temperatura Niña 2007 (B) y temperatura Niño 1997/98 (C), con límites inferior y superior para un intervalo de confianza del 95% en cada caso**



Estos resultados nos permiten proyectar toda la curva de crecimiento como muestra la curva continua del Gráfico 3-7. Y, para el cálculo de algunos valores notables con su respectivo nivel de incertidumbre se ha utilizado la simulación de Montecarlo, empleando para ello los coeficientes de la regresión, una temperatura superficial del mar promedio y la media (-119,619) y desviación estándar (1'224,479) de los residuos (ver estadísticos de los residuos en la Figura 7-5 del Anexo 7.2), de tal manera que la generación de números aleatorios siga una distribución normal, todo ello para estimar los límites superior e inferior con un intervalo de confianza de 95%.

**Gráfico 3-7 Biomasa versus crecimiento y captura semestrales, con temperatura promedio, temperatura Niño 1997/1998 y temperatura Niña 2007, entre 1994 y 2010**



En primer lugar se ha podido estimar la capacidad de carga (K) del ecosistema con un valor promedio de 18.8 MT, con un límite inferior de 15.1 MT y un límite superior de 20.9 MT (ver resultados de la simulación en la Figura 7-6 del Anexo 7.2). Es decir, de cada 100 ensayos en la simulación, 95 de ellos arrojará un valor para K dentro de los límites referidos, un rango de estimación aproximado del 30% alrededor del promedio, sin modificar la temperatura. Esta capacidad de carga estimada es en realidad un valor estrictamente teórico pues indica a cuánto crecería la biomasa en el mar peruano de no haberse realizado ninguna

captura por varios períodos consecutivos, es decir, un valor que quizás alguna vez existió pero que es imposible de alcanzar actualmente bajo la dinámica económica a la que está sometida la pesca.

Se ha podido estimar también el máximo rendimiento sostenible (MSY) y su biomasa asociada, el primero con un valor promedio de 4.1 MT y el segundo con una biomasa aproximada de 9.4 MT. De acuerdo a la simulación realizada (Figura 7-7 del Anexo 7.2), el límite inferior para el MSY es de 1.8 MT y su límite superior, 6.3 MT, es decir, se observa un rango de posibles valores del 109% alrededor de 4.1 MT, situación que corresponde a la variabilidad que caracteriza a la pesquería. De la misma manera, se ha estimado la posible captura sustentable para el promedio semestral de biomasa que ha existido en el mar peruano en el periodo de análisis. El resultado fue de 3.9 MT, y se muestra el Gráfico 3-7 con una coordenada resaltada en la línea continua. La evaluación de la incertidumbre de esta cifra arroja un límite inferior y superior de 1.6 MT y 6.1 MT respectivamente (ver Figura 7-8 del Anexo 7.2), es decir, una variabilidad de 115% respecto a su promedio.

Entonces, observando las coordenadas resaltadas en la línea continua del Gráfico 3-7 y de acuerdo a los intervalos de confianza calculados en el párrafo anterior, pensamos que la política regulatoria (tanto cuotas como vedas) basada en las recomendaciones de IMARPE ha generado una biomasa capturable algo a la izquierda pero cercana al máximo rendimiento sostenible. Por otro lado, sabiendo que la captura semestral promedio en el periodo de análisis es de 3.3 MT, según reporta el INEI, vemos que esta cifra está dentro del rango de confianza de la biomasa capturable estimada, 3.9 MT, lo que indicaría que se captura en promedio una cifra cercana a lo que el mar pone a disposición, de manera sustentable.

Hemos proyectado también toda la curva de crecimiento para 28.75 °C, que es el promedio de temperaturas máximas que predominaron entre los meses noviembre de 1997 y mayo de 1998, durante la ocurrencia de un Fenómeno del Niño. El resultado se muestra en el Gráfico 3-7 con la línea punteada y arroja un máximo rendimiento sostenible de 2.8 MT, pero con un intervalo de confianza que genera un rango de valores del 161% alrededor de este promedio. Asimismo, la capacidad de carga calculada para tal temperatura ha sido de 12.7 MT, con la posibilidad de que el valor se encuentre en un rango del 50% de esta cifra. Al mismo tiempo, si usamos la temperatura 13.71°C correspondiente al promedio de las mínimas temperaturas alcanzadas entre mayo y noviembre de 2007, el máximo rendimiento sostenible sube a 5.7 MT, con un posible rango de valores del 79% del promedio, y una capacidad de carga a 26.6 MT con posibles valores equivalentes al 21% de este promedio. Entonces, si comparamos los máximos rendimientos sostenibles promedio para cada temperatura usada, teóricamente estamos encontrando una variabilidad del 70% en la biomasa disponible a ser capturada debido a los cambios en la temperatura, aunque si, de todos los intervalos encontrados, tomamos el MSY extremo superior para temperaturas bajas y el MSY extremo inferior para temperaturas altas la variabilidad será de 178% respecto al MSY promedio para la temperatura promedio. Cabe anotar que según la información que publica IMARPE sus valores muestran una amplitud de datos que va desde -

65% a + 66% respecto a la biomasa promedio, es decir, una variabilidad del 131%.

Finalmente, el Gráfico 3-7 muestra dos líneas verticales punteadas que representan las biomazas mínima y máxima registradas por IMARPE en el periodo estudiado. Se han dibujado como límites para indicar que ese es el espacio en donde se pueden ubicar las posibles biomazas disponibles de ser capturadas y que pueden ser representadas por alguna de las tres curvas, según la temperatura superficial del mar que corresponda.

## Conclusiones

- Es inevitable reconocer la gran limitación que muestran los modelos de valoración pesquera y que es advertida por diversos autores. Un enfoque realista obliga entonces a aceptar los resultados de cualquier modelo como valores puramente referenciales, aunque no necesariamente inútiles en la medida que pueden identificar tendencias en el comportamiento del stock pesquero. En este sentido, los modelos de excedentes de producción se adaptan mejor al objetivo del presente trabajo, y ya que reconocemos sus limitaciones, sus resultados serán tomados con precaución, y se tratará de utilizarlos para explicar tendencias en la eficiencia y el bienestar económico.
- El modelo de excedentes de producción ofrece tres tendencias hacia donde puede converger teóricamente la actividad pesquera: el equilibrio bioeconómico (EBE), el máximo rendimiento sostenible (MSY) y el máximo rendimiento económico (MEY), cada uno con resultados económicos diferentes. Algunos autores sugieren el MEY como objetivo alcanzable en la medida que representaría una situación óptima para el productor, no obstante, el ecosistema ofrece una alternativa de mayor producto, que es el MSY. Si consideramos la captura de anchoveta aislada de su ecosistema, en la medida que el MSY es un valor sustentable, a la sociedad compuesta no sólo por productores sino además por consumidores, le favorece más que la pesquería tienda a capturar ese nivel, dado que es más eficiente, es decir, representa el máximo producto posible a distribuir; y ofrece la posibilidad de lograr una mayor satisfacción de necesidades, en otras palabras, un bienestar más alto. Sin embargo, una cosa es el objetivo hacia donde apunta el regulador pesquero y otra cosa es el resultado que intentan alcanzar los actores de la pesquería. Si objetivos y resultados coinciden dependerá al final de la estructura de mercado predominante en el sector.
- Los modelos de valoración del stock pesquero y bioeconómicos aplicados a la pesquería peruana han logrado explicar el efecto del medioambiente sobre la biomasa y con ello han conseguido reproducir las tendencias que muestran los datos, con mayor acercamiento los de mediano plazo que los de largo plazo. Si bien los modelos de excedentes de producción son más “simples” de procesar, estamos viendo que sus resultados no podrían ser usados para determinar una cuota total de pesca fija, dada la alta variabilidad de los resultados. Así, el esfuerzo del IMARPE se concentra en determinar los valores de pesca sostenible en base a mediciones acústicas y al modelo de

estructura de edades, en el contexto de un enfoque de manejo adaptativo, reaccionando ante las variaciones en la biomasa. No obstante, dependiendo del método de medición usado, los resultados varían notoriamente, tal como se deduce de Oliveros et. al (2010), quienes comparan los estimados de biomasa del stock norte-centro calculados por el método de evaluación integrada (combinación de medición acústica con información de captura, calibrada con algoritmos evolutivos) versus el método basado en el análisis de la población virtual. Por ejemplo, para el año 1999, con el primer método se estima una biomasa aproximada de 9 MT, mientras que con el segundo una cifra cercana a los 15 MT. Paralelamente, IMARPE realiza estudios para aplicar la ecuación de captura de Schaefer y usar la captura por unidad de esfuerzo para proyectar la biomasa, no obstante, la precisión de los resultados dependerá de si ha podido resolver el problema de la heterogeneidad mencionada en el poder de pesca de la flota.

- En cuanto a nuestra regresión, el ajuste logrado podemos considerarlo regular. Esto podría explicarse por el alcance limitado de las mediciones acústicas que no cubren el hábitat completo de la anchoveta y, por lo tanto, los datos obtenidos no son suficientes como para constatar un patrón de variación parabólico de la biomasa, tal como supone el modelo logístico. Los datos muestran solo un tramo ascendente, mientras que la forma funcional de la regresión espera evidencias de la existencia de la parte descendente. Esto no significaría que el stock de anchoveta evaluado se encuentre fuertemente sobre explotado, pues como hemos mostrado, el comportamiento promedio se ubica algo a la izquierda pero cerca de la mitad de la parábola. Al mismo tiempo, el hecho de que la escasez de información nos obligara a tomar a la biomasa como si correspondiera a un stock único nacional, cuando no lo es, también ha reducido la precisión del modelo. Respecto a esto último, la idea más aceptada es que lo que tiene a su disposición el Perú es un stock grande (norte-centro) y otro muy pequeño (sur), aunque no hay claridad sobre el vínculo que existe entre ambos, si se trata de dos stocks totalmente separados, o si hay posibles intercambios. Si bien es cierto, el stock sur que corresponde a las aguas territoriales peruanas es pequeño, éste continúa hacia el sur formando también una biomasa de tamaño considerable. El modelamiento óptimo hubiera significado disponer de lecturas de biomasa, captura y temperatura del mar para todo el stock sur.
- En cuanto a la inclusión de la temperatura como variable ambiental, si bien la literatura citada sugiere que es mejor usar indicadores ambientales globales, en este caso la temperatura “local” conseguida ha mostrado mejores resultados. La regresión desarrollada en esta parte de la investigación calcula una capacidad de carga teórica promedio de 18.8 MT y un máximo rendimiento sostenible teórico promedio de 4.1 MT, dentro de los respectivos intervalos de confianza, para la temperatura promedio de todo el periodo de análisis. Asimismo, nuestra regresión detecta una variabilidad en el máximo rendimiento sostenible de -32% a + 39%, en cada uno de los intervalos de confianza calculados; y, en la capacidad de carga de -34% a +39% respecto a la temperatura promedio, ocasionadas por el aumento y caídas de la

temperatura superficial del mar, representativos del Fenómeno del Niño y la Niña respectivamente.

### 3.2. *Óptimo social: Indicadores de eficiencia*

#### 3.2.1. *Mercados competitivos y recursos naturales*

El logro de la máxima eficiencia y el máximo bienestar son las dos aspiraciones fundamentales de la teoría económica, por lo tanto, en ese contexto es que debería evaluarse la idoneidad de los sistemas económicos.

La teoría clásica y neoclásica está construida sobre la idea de que los individuos son económicamente racionales, capaces de ordenar sus preferencias, y se desenvuelven en un contexto de escasez; y, cuando el intercambio de bienes y de factores productivos se realiza en mercados perfectamente competitivos, los resultados para la sociedad son óptimos, pues se logra el máximo uso de los recursos y no será posible mejorar el bienestar de algún miembro de la sociedad sin perjudicar el bienestar de otro.

No obstante, hay que hacer notar que si bien estos supuestos se aplican cómodamente a la mayoría de bienes que se producen en la sociedad, cuando se trata de recursos naturales, no son suficientes para que los mercados competitivos logren los mejores resultados. Gracias a los trabajos de Gordon (1954), Hardin (1968) y otros autores podemos afirmar que, para que los mercados competitivos obtengan resultados eficientes también en el caso de los recursos naturales, hay que añadir los siguientes supuestos:

- Deben existir derechos de propiedad definidos sobre los factores de producción, insumos y bienes que producen las empresas, de tal manera que sean bienes excluibles, es decir, se usen sólo mediante un acuerdo entre propietario y demandante. Si algún input a la producción no es excluible, su uso tiende a ser sobre explotado y pone en riesgo la existencia de todo el sector.
- Todos los factores, insumos y bienes son escasos y por lo tanto deben ser asumidos como tal; entonces, deben tratarse como bienes rivales, de tal manera que el uso por parte de unos reducirá su disponibilidad para otros. Esta competencia por el bien ocurre no solo en un instante en el tiempo, también puede tratarse de una competencia intergeneracional, pues si la generación actual agota la existencia de algún recurso dejará a la siguiente generación sin el producto final. Si los individuos no han internalizado la idea de la escasez de todos los inputs a la producción, el ordenamiento de sus preferencias será errado y, por lo tanto, sus elecciones también.
- Todos los recursos productivos deben tener un precio que refleje el grado de escasez en sus mercados respectivos. Los cambios en esos precios alterarán sus niveles de uso en el proceso productivo, es decir, el precio debe funcionar como regulador. El precio es en realidad el costo de oportunidad del recurso, también en el sentido intergeneracional, pues, su uso en la actualidad tendrá efectos monetarios en su disponibilidad futura. Es así que, si el precio de algún

recurso no es visible en la actualidad, éste terminará manifestándose inevitablemente en el futuro.

La consideración por parte de las fuerzas de mercado de estos supuestos adicionales para el caso de los recursos naturales, permitiría que sus decisiones se ajusten de tal manera que la producción resultante sea óptima. Ese ajuste sucederá siempre y cuando los precios puedan fluctuar libremente. Consecuentemente, en cualquier caso que estos supuestos no se cumplan, el mercado no producirá resultados óptimos. Entonces, surge la necesidad de evaluar cómo hacer para que los mercados que utilizan recursos naturales actúen bajo todos estos supuestos y también generen resultados eficientes y con el máximo bienestar. En este contexto, a continuación veremos medidas más específicas de los niveles de eficiencia que podrían ser alcanzados en un sector económico, para con ello poder evaluar cuán cerca o lejos está el sector de la pesca de la situación ideal de los mercados competitivos.

### *3.2.2. Principios generales de la eficiencia y medidas específicas para la pesquería*

En general, el concepto de eficiencia está relacionado con el logro óptimo de algún resultado. Se puede evaluar la eficiencia de un sector industrial identificando una situación óptima deseable solamente para los productores, solamente para los consumidores, o considerando los intereses de ambos simultáneamente.

Si evaluamos un sector industrial desde el punto de vista de los productores, se dice que es eficiente si está aprovechando al máximo sus factores productivos para alcanzar determinado nivel de producto. En este contexto, Coelli et al. (2005) definen principalmente dos tipos de eficiencia: eficiencia técnica y eficiencia de asignación<sup>23</sup>. La eficiencia técnica se refiere al uso máximo la capacidad productiva que le permite a una empresa su tecnología disponible. La eficiencia de asignación evalúa la combinación adecuada de factores que le permite minimizar los costos de producción. Para los autores, al logro de ambos óptimos simultáneos lo llaman eficiencia económica.

La eficiencia se puede medir, según el enfoque orientado al input, evaluando cuál es la combinación óptima de factores productivos para alcanzar un determinado nivel de producto, como lo muestra el Gráfico 3-8. Ahí los ejes representan dos factores de producción,  $x_1$  y  $x_2$ , usados en la elaboración de un bien  $q$ . Asimismo, la isocuanta  $SS'$  representa todas las combinaciones óptimas posibles de ambos factores productivos necesarios para producir una misma cantidad fija de  $q$ .

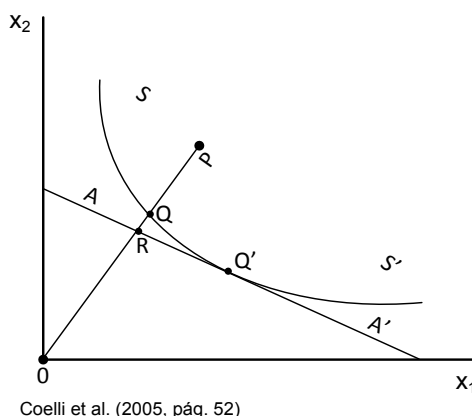
Si la empresa está produciendo actualmente  $q$  unidades con la combinación de factores señalada en el punto  $P$ , está siendo técnicamente ineficiente pues puede producir lo mismo con una combinación menor de factores representada por  $Q$ . Así, todas las combinaciones que forman la isocuanta  $SS'$  son técnicamente eficientes. Por otro lado, dada la información de los costos de los factores productivos  $x_1$  y  $x_2$ , la pendiente de la recta  $AA'$  representa el ratio que

---

<sup>23</sup> Esta clasificación es tomada por Coelli et. al. (2005) de un artículo de M. J. Farrel publicado en 1957, quien desarrolla por primera vez métodos para la medición de la eficiencia.

se forma entre los costos de ambos factores, entendiendo que cualquier punto que está en esa recta representa el mismo costo total. Entonces, el punto R indica que se está produciendo con un costo menor al punto Q, pero no se está alcanzando el mismo producto logrado en Q, pues el punto estaría ubicado en una isocuanta menor. A pesar de eso, el punto R es un punto de asignación eficiente. El punto Q', en donde la recta AA' es la pendiente de la isocuanta SS' representa un nivel de asignación eficiente y al mismo tiempo es técnicamente eficiente, pues se obtiene el mínimo costo total y la combinación de factores productivos es óptima. Entonces, el punto Q' representa la eficiencia económica, desde la óptica de las unidades productivas.

**Gráfico 3-8 Eficiencia técnica y de asignación en un enfoque orientado al input**



De este enfoque, nos interesa la representación gráfica de la eficiencia técnica, pues como veremos a continuación es el más aplicado al caso de las pesquerías, y la idea de minimización de costos, pues se usa para encontrar la función de costos totales suponiendo que se demanda cantidades óptimas de cada factor productivo.

### Medidas cuantitativas de eficiencia en las pesquerías

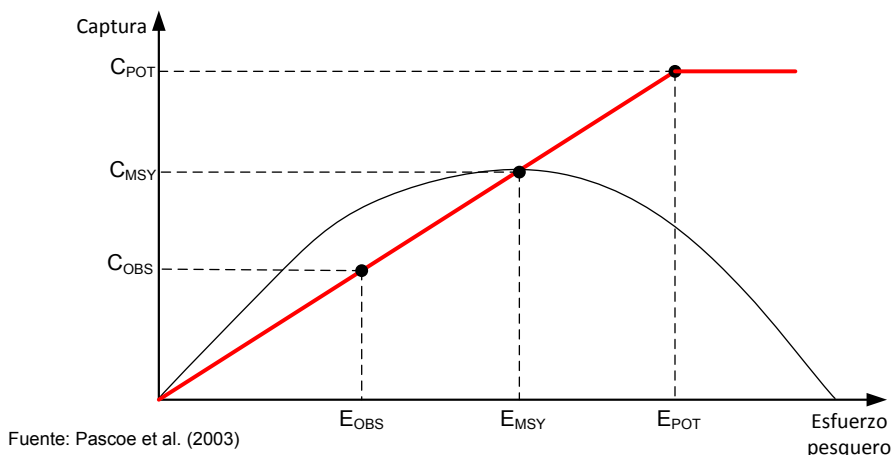
Una situación común en muchas pesquerías es la sobredimensionada capacidad de extracción que existe respecto a la población de peces que capturan, ya sea porque el stock ha ido reduciéndose por la sobre explotación, o por los vaivenes naturales de la dinámica de la población respectiva. En todo caso, esa situación dispar se puede representar por el punto P del Gráfico 3-8, entendiendo que la pesquería en su conjunto está capturando un nivel tal, para el cual la cantidad de factores productivos que usa son excesivos.

Una medida más precisa de la relación entre la capacidad pesquera y su nivel de utilización se puede mostrar utilizando el modelo Gordon-Shaefer descrito en la sección 3.1.1 y con ayuda de las ecuaciones del Anexo 7.1. La Eq. 11 define la captura (C) de una pesquería en función al coeficiente de capturabilidad (q), la biomasa (X) y el esfuerzo pesquero (E), como una función lineal, en la medida que se asumen q y X constantes. Tal comportamiento lineal de la captura se muestra en el Gráfico 3-9.

Por otro lado, la Eq. 14 define también a la captura, pero en términos sustentables, en función a los parámetros biológicos K (capacidad de carga del ecosistema) y r (tasa natural de reproducción), y al esfuerzo de pesca. Tal

función dibuja una parábola como se muestra en el Gráfico 3-9. El gráfico muestra una industria con una capacidad tal que puede capturar el máximo producto sostenible MSY y aún más.

Gráfico 3-9 Capacidad de pesca



Para medir numéricamente el nivel sobredimensionado del esfuerzo pesquero disponible se requiere definir el término capacidad de pesca. Siguiendo a Pascoe et al. (2003), capacidad de pesca es el máximo nivel de captura que puede alcanzar una embarcación, asumiendo la existencia de capital fijo constante (capacidad del barco y tecnología) y la disponibilidad ilimitada de capital variable (mano de obra, combustible, artes de pesca, etc.). Esta capacidad potencial se puede representar en el Gráfico 3-9 con el nivel  $C_{POT}$ . Desde una óptica estrictamente técnica, si la capacidad de las embarcaciones y la tecnología no cambian, al aumentar el uso del capital variable aumentará el nivel de captura posible, pero sólo hasta que se alcance el límite de la capacidad física de las embarcaciones. A partir de ahí, un mayor esfuerzo de pesca por aumento del capital variable no incrementará la capacidad de captura cuyo límite técnico es  $C_{POT}$ . Hay que hacer notar que, para una embarcación, no siempre es preferible alcanzar la captura potencial pues ésta puede no ser rentable. Sin embargo, dada la escasa información económica de muchas pesquerías, se toma  $C_{POT}$  como valor de referencia para medir la capacidad, sabiendo que se trata de un valor correspondiente a la capacidad física de la embarcación. Ahora, en el supuesto de que alcanzar  $C_{POT}$  sea rentable y además factible en el corto plazo, hay que advertir que no se trata de una captura necesariamente sustentable.

Para medir el nivel de uso de capacidad de captura se usa el coeficiente de utilización de capacidad (CU). El coeficiente de utilización es la relación que se forma entre la capacidad realmente utilizada versus la capacidad potencial. En el Gráfico 3-9, la capacidad utilizada está representada por el nivel  $C_{OBS}$ . Nótese que el punto correspondiente a este nivel puede desplazarse a lo largo de toda la recta, teniendo como límite  $C_{POT}$ . Entonces, para un enfoque estrictamente técnico, este ratio será menor o igual a uno, pues el valor observado será menor o igual al valor técnicamente potencial.



Respecto al nivel de uso de la capacidad pesquera la FAO hace una diferencia entre los conceptos “exceso de capacidad” y “sobrecapacidad”. Así, el exceso de capacidad es un estado en el corto plazo ocasionado por cambios el precio del producto o de los factores productivos, y que determinan niveles de captura inferiores a la capacidad potencial. Si los mecanismos de mercado funcionan adecuadamente, este exceso podría inducir un ajuste en la capacidad extractiva.

Usando las variables del Gráfico 3-9, el coeficiente de utilización de capacidad pesquera estaría dado por la siguiente expresión:

$$CU = \frac{C_{OBS}}{C_{POT}}$$

y el exceso de capacidad estaría dado por su complemento respecto a 1:

$$EC = \frac{C_{POT} - C_{OBS}}{C_{POT}}$$

Por otro lado, sobrecapacidad es un estado asociado al largo plazo, en donde alguna falla de mercado, que no se corrige adecuadamente, genera una capacidad de captura mayor a la que determina la naturaleza o el ente regulador. La pesquería de libre acceso es un ejemplo de falla de mercado, en donde, al no haber derechos de propiedad y no tener el recurso principal (el pez) un precio más allá de los costos de captura, ocasiona el aumento constante de capacidad extractiva, por encima del límite adecuado que permita la recuperación de la población afectada.

En el Gráfico 3-9, el nivel máximo de captura sustentable se encuentra en  $C_{MSY}$ . Si éste es el límite impuesto por el regulador, el coeficiente de utilización de capacidad estaría dado por la siguiente expresión:

$$CU = \frac{C_{MSY}}{C_{POT}}$$

y la sobrecapacidad pesquera por su complemento respecto a 1:

$$SC = \frac{C_{POT} - C_{MSY}}{C_{POT}}$$

Vemos entonces que tanto la medición de la sobrecapacidad como del exceso de capacidad pesquera requieren del cálculo de la capacidad potencial  $C_{POT}$ . Partiendo de Ward et al. (2004), para definir una capacidad de captura potencial del sector se podría usar como referencia la producción que alcanzaría la empresa más eficiente (utilizando Data Envelopment Analysis DEA); usar el año en donde ha habido picos en la producción del sector (con el método Peak-to-Peak Analysis PTP); o, calcular una función óptima de producción (Stochastic Frontier Analysis SPF). No obstante, Asche (2007) observa que la captura óptima no solo depende de criterios técnicos, sino además, del comportamiento del stock y del sistema de gestión en el cual se desarrolla al pesca. Pascoe (2007) hace un recuento de los estudios

publicados respecto a la medición de la capacidad pesquera, desde que la FAO implementa el Plan Internacional de Acción para la Gestión de Capacidad Pesquera (IPOA-Capacity), en el año 2000, y concluye que la medición de la capacidad pesquera es una técnica relativamente nueva, que aún tiene que evolucionar y definir una metodología más estandarizada. Propone el uso del método Data Envelopment Analysis DEA, que combinado con el análisis bioeconómico pueden ofrecer resultados confiables en la valoración de la capacidad pesquera.

### **Medidas cualitativas de eficiencia en las pesquerías**

Dadas las complicaciones que traen consigo obtener información técnica sobre la capacidad de la pesquería, Ward et al. (2004), en el documento citado, hacen referencia a un conjunto de indicadores cualitativos del uso de la capacidad de pesca, de amplia aplicación debido a la relativa disponibilidad de la información. Los más importantes son:

- Sobrepesca.- Cuando se dispone de reportes biológicos que dan cuenta de una reducción considerable del stock pesquero. Sin embargo, hay que saber distinguir si es producto del exceso en la capacidad de captura o de cambios propios de la naturaleza de la población.
- Ratio entre los niveles de captura y límites de captura.- Cuando los niveles de captura reales exceden regularmente los límites permitidos. Esa situación es reflejo de necesidad que tiene la pesquería de usar su capacidad de captura ociosa.
- Duración de los días de pesca.- Cuando las flotas inician junto con la temporada de pesca una “carrera por el pescado”, reduciendo cada vez más los días de pesca.
- Permisos latentes.- Cuando existen permisos de pesca no utilizados, entonces el ratio entre éstos y el total de permisos puede ser un indicador de exceso de capacidad.
- Reducción en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).- Una reducción de este indicador es una señal visible de exceso de capacidad. No obstante, dado que este valor depende de la facilidad con la que una embarcación encuentra un cardumen, puede que la CPUE se mantenga constante debido a continua aglomeración de la población, pero en áreas cada vez más pequeñas, aún cuando la población total se ha reducido y crece el exceso en la capacidad de captura.

Estos criterios ayudan a determinar si el sector está sobredimensionado o no, aunque de manera bastante gruesa.

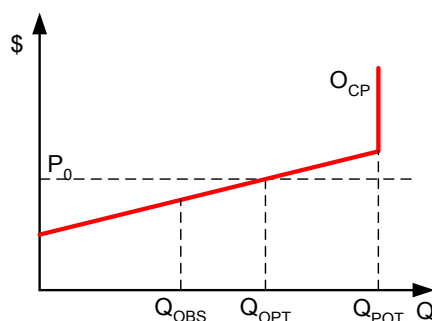
### **Medidas de eficiencia incluyendo criterios económicos**

Hemos visto que el cálculo del coeficiente de utilización (CU) implica la medición de la captura potencial de una embarcación y que, en la mayoría de los casos, se toma como valor su máxima capacidad física, no siendo necesariamente el valor buscado por el dueño de la embarcación, pues esa cantidad no implica necesariamente el logro de los máximos beneficios.

Podemos representar con ayuda del espacio precio cantidad las medidas cuantitativas de eficiencia, incluyendo el objetivo económico de la empresa, tal como se muestra en el Gráfico 3-10, en donde el eje horizontal mide la captura (Q) y el eje vertical los precios y costos.

La curva de oferta ( $O_{CP}$ ) del Gráfico 3-10 muestra el costo marginal de capturar una unidad más en el corto plazo, es decir, cuando asumimos que el capital fijo es constante (número de barcos) y es utilizado por factores variables que cambian de acuerdo a la intención de pesca. Se asume también que la combinación de capital fijo y variable dan como resultado rendimientos decrecientes, por lo tanto, cada nivel de captura adicional será más caro y se querrá vender a un precio mayor. Eso configura una curva de oferta ascendente hasta que se llega a la máxima capacidad técnica posible ( $Q_{POT}$ ), momento en el cual no se puede capturar más.

Gráfico 3-10 Curva de oferta de una pesquería en el corto plazo



Sin embargo esa captura potencial será un valor deseable para el dueño sólo si al mismo tiempo le trae los máximos beneficios, lo cual en realidad depende del precio que esté dispuesto a pagar el comprador. Si suponemos que el precio es constante e igual a  $P_0$ , entonces la cantidad óptima de captura para la embarcación es  $Q_{OPT}$ , en donde se iguala el costo marginal con el ingreso marginal. Por lo tanto, desde una perspectiva económica, éste debe ser el valor determinaría la capacidad ideal de la embarcación con el que habría que calcular el coeficiente de utilización y del exceso de capacidad. Entonces, si el valor capturado es  $Q_{OBS}$ , el coeficiente de utilización estará dado por la siguiente expresión y el exceso de capacidad por su complemento respecto a 1:

$$CU = \frac{Q_{OBS}}{Q_{OPT}}$$

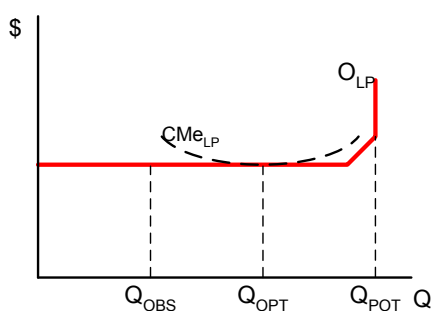
Si la industria se acerca a las características de la competencia perfecta, CU debería tender a 1, sin embargo, si la estructura de mercado es oligopólica el ingreso marginal tendrá pendiente negativa y  $Q_{OBS}$  estará a la izquierda, determinando la existencia de un exceso de capacidad.

Por otro lado, es común observar en las pesquerías un crecimiento sostenido de la capacidad de captura con el aumento del número de embarcaciones, cuando el precio del recurso garantiza altos beneficios. En el contexto del análisis económico, esta situación corresponde a un análisis de largo plazo en donde todos los factores de producción son variables, por lo tanto, la curva de

oferta adquiere la forma horizontal indicando que, al precio determinado por la demanda, la capacidad de captura puede desplazarse sin problemas hacia la derecha. En algún momento, cuando los beneficios hayan bajado lo suficiente la inversión se estabilizará y el sector tendrá de nuevo un límite técnico.

Esta situación se representa en el Gráfico 3-11, con ayuda de la oferta a largo plazo  $O_{LP}$ .  $Q_{POT}$  representa el máximo técnico en el sector y  $Q_{OPT}$  el óptimo hacia donde tiende la industria, en donde el precio coincide con el costo medio a largo plazo ( $CMe_{LP}$ ).

Gráfico 3-11 Curva de oferta de una pesquería en el largo plazo



Si la pesquería no está regulada la captura efectuada  $Q_{OBS}$  tenderá hacia el óptimo económico, lo que puede amenazar la existencia de la especie capturada. Si la industria está regulada e impone un límite de captura igual a MSY, el que suponemos está a la izquierda del óptimo, el coeficiente de utilización estará dado por la siguiente expresión y la sobrecapacidad por su complemento respecto a 1:

$$CU = \frac{Q_{MSY}}{Q_{OPT}}$$

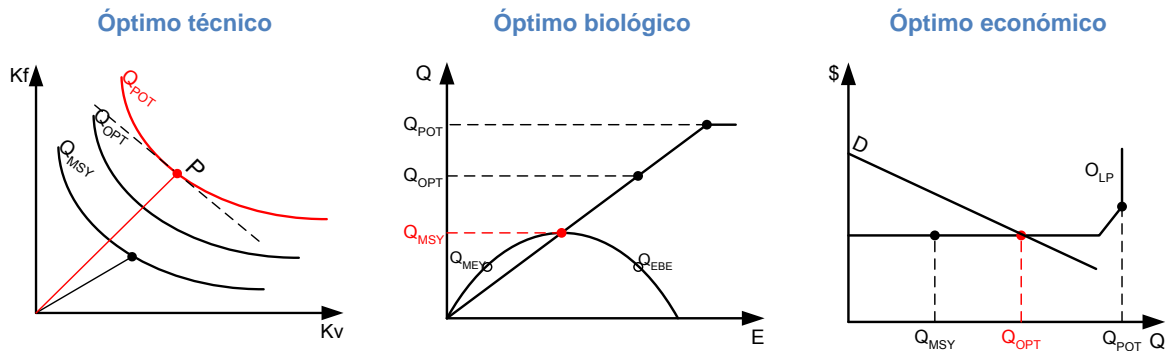
### Eficiencia técnica, biológica y económica

El coeficiente de utilización (CU) es un indicador que puede ser usado para medir el nivel de eficiencia alcanzado por una pesquería en su actividad. Como hemos visto, este indicador puede ser calculado considerando parámetros físicos o económicos, y para el caso de los recursos naturales renovables, hay que incluir parámetros biológicos. El Gráfico 3-12 muestra estos tres criterios (físicos, biológicos y económicos) que deben ser incluidos para medir la eficiencia, en la medida que lo permitan la disponibilidad de datos. Los tres gráficos representan una pesquería que ha estado caracterizada por mucho tiempo por la libre entrada de embarcaciones, lo que ha permitido la acumulación de un capital fijo considerable. Sobre esta situación el ente regulador incorpora el límite de captura, por ejemplo, el MSY.

Los tres gráficos son compatibles en la medida que se asumen rendimientos a escala constantes en un análisis de largo plazo. El gráfico de la izquierda muestra que con el capital fijo acumulado  $K_f$  y el capital variable disponible  $K_v$  la pesquería puede capturar un nivel  $Q_{POT}$ , sin embargo, dado que esta cantidad no es sustentable, el regulador ha impuesto un límite y se está capturando  $Q_{MSY}$ , lo que implica un alto nivel de ineficiencia técnica, en vista de

la gran cantidad de capital fijo acumulado. Si bien en punto P de este gráfico muestra el logro de la eficiencia técnica y asignativa al mismo tiempo, se trata de un nivel que muestra la combinación adecuada de los costos del capital fijo y variable, más no del logro de los máximos beneficios. La eficiencia económica propiamente dicha no la podemos observar en este gráfico.

Gráfico 3-12 Óptimos técnico, biológico y económico en la pesca



El gráfico del centro muestra la curva de la captura sustentable y ayuda a representar el límite biológico al que se enfrenta el sector. Dado que se trata de un análisis de largo plazo, el esfuerzo de pesca E considera la variación tanto del capital fijo como del capital variable. El crecimiento del capital ha sido tan grande que la captura económicamente óptima  $Q_{OPT}$  está fuera de la curva sustentable, lo que no corresponderá a un equilibrio estable; peor aún la captura potencial según la capacidad técnica  $Q_{POT}$ , pues está más lejos todavía. Si forzáramos al sector a que la captura sea sustentable se espera que el regulador determine una cuota total que represente la mejor opción para la especie, situación a la que llamaremos óptimo biológico. El regulador podría elegir entre los puntos  $Q_{MEY}$ ,  $Q_{MSY}$  o  $Q_{EBE}$ . Para evaluar la idoneidad de  $Q_{EBE}$  como valor de referencia, podemos convertir la parábola del gráfico en la curva del ingreso sustentable multiplicándola por el precio y, asimismo, convertir la recta de captura en el costo total multiplicándola por el costo unitario del recurso capturado<sup>24</sup>. Así, puede ser que exista un precio “p” y un costo unitario “c” que permita que el nivel de captura óptimo  $Q_{OPT}$  coincida con  $Q_{EBE}$ , de tal manera que los ingresos y costos del sector se igualen y se alcance la eficiencia económica que permiten los mercados competitivos. Sin embargo, si el precio aumenta, la parábola que representa el ingreso total crece hacia arriba, mas no la parábola que representa la captura sustentable. Esto origina que el punto  $Q_{EBE}$  esté más a la derecha respecto al plano horizontal pero más abajo respecto al plano vertical, pudiendo alcanzar valores de riesgo para la especie. Por lo tanto, el equilibrio bioeconómico EBE permite alcanzar resultados económicamente eficientes pero biológicamente peligrosos.

El máximo rendimiento económico (MEY) representa el logro de la máxima renta o beneficio explotando un recurso natural a través del uso de factores productivos privados, pues la recta de costo total contiene el capital fijo y variable propiedad de la empresa. De esta manera, la captura en MEY significa el logro de la eficiencia desde el punto de vista de la unidad productiva, pero

<sup>24</sup> Este costo unitario se refiere al costo de cada unidad capturada, mientras que el costo unitario de la Eq. 15 del Anexo 7.1 se refiere al costo de cada unidad de esfuerzo pesquero.

eso no es necesariamente equivalente al bienestar de una sociedad compuesta por productores y consumidores. La captura en MEY no refleja para nada el grado de satisfacción o utilidad que reciben los consumidores con esa cantidad, y tampoco no indica si ésta es la cantidad que ellos esperan recibir. Dado que estamos evaluando cuál sería la cantidad óptima de captura de un recurso natural público, propiedad de toda la sociedad, el Estado como su representante debe procurar alcanzar el máximo bienestar de todos los actores del sector, es decir, de los productores y consumidores. La herramienta económica que permite medir el bienestar es el excedente del productor y del consumidor. De esta manera, el máximo excedente para ambos se podría alcanzar si la cuota total autorizada por el Estado equivale al máximo rendimiento sostenible (MSY), que es la máxima cantidad a ser capturada que pone a disposición la naturaleza para la sociedad, de manera sustentable, y genera el producto total más alto posible, que podrá ser luego distribuido entre productores y consumidores. Aún si el Estado se encargara de la explotación del recurso o si lo entregara en concesión a una sola empresa privada, el logro de la máxima diferencia entre los ingresos y costos de la actividad asociada a MEY sigue siendo un criterio de eficiencia exclusivo de una unidad empresarial, mas no equivale al logro de la máxima eficiencia de todo el sector que se alcanzaría en el MSY. Por otra parte, es importante observar de nuevo que si bien el Estado puede hacer del MSY su óptimo biológico, las fuerzas del mercado son las que finalmente determinarán si se captura esa cantidad o un valor correspondiente al MEY.

Finalmente, el gráfico de la derecha muestra que en el largo plazo, la captura económicamente óptima  $Q_{OPT}$  depende la demanda de mercado  $D$ , de tal manera que el precio que está dispuesto a pagar el comprador iguala al costo medio de la industria. No obstante, debido a la sobreinversión de muchos años por la condición de libre entrada, este nivel está mucho más a la derecha del nivel biológicamente óptimo  $Q_{MSY}$ . Por lo tanto, este último gráfico muestra que para el límite de captura  $Q_{MSY}$  existirá tanto ineficiencia técnica como económica. Para darnos una idea de qué ocurre con los niveles de eficiencia en el corto plazo, podemos hacer que la oferta tenga pendiente positiva, lo que indicaría que en la medida que se acerca la producción al nivel máximo el costo cada vez es mayor. No obstante el óptimo económico siempre estará a la derecha de MSY, aunque no tanto como en el largo plazo.

La situación, tal como está planteada en los tres gráficos, representa un sector industrial que no puede alcanzar el logro de los tres criterios de eficiencia simultáneamente: el técnico, biológico y económico. Mientras que en un bien normal las fuerzas de un mercado perfectamente competitivo tienden de manera espontánea a un nivel de producción económicamente eficiente, en el caso de pesca de libre acceso, al tratarse de un recurso natural renovable, no excluible y rival, estas mismas fuerzas generan un uso ineficiente de los factores productivos y un nivel de explotación que pone en riesgo la existencia de la especie. Es evidente que el sector requiere de un reordenamiento y que en esa perspectiva el criterio a seguir debe ser supeditar las fuerzas económicas del sector a las leyes propias de la naturaleza que determinan el crecimiento de la especie. Consecuentemente, la situación impone el siguiente orden de sucesos: primero, reconocer el límite determinado por la naturaleza; segundo, asumirlo como nivel óptimo de extracción y; tercero, crear los

mecanismos para que la captura de ese valor sea eficiente en el sentido económico, y si es posible, también en el sentido técnico. Entonces, la determinación del equilibrio competitivo debe partir de los límites que impone la naturaleza, y dada la situación de exceso de inversión que caracteriza a muchas pesquerías, acercar el sector a la situación competitiva y eficiente implicaría necesariamente la reducción de la sobrecapacidad de pesca.

En la pretensión de cuantificar esa sobrecapacidad por medio del coeficiente de utilización (CU) hay que considerar que el cálculo de la cantidad óptima  $Q_{OPT}$  implica disponer de información económica de la industria, lo cual es muchas veces complicado, por lo tanto, lo frecuente es utilizar la captura potencial  $Q_{POT}$  con ayuda de algún indicador del límite físico de las embarcaciones, como por ejemplo la capacidad de bodega.

### 3.3. *La eficiencia en el caso de la pesca de anchoveta en el Perú*

Al usar el coeficiente de utilización como medida de eficiencia se constata que lo más fácil de medir es la eficiencia técnica, en razón a que el valor de referencia contra el cual hay que comparar la captura observable es la captura potencial, determinada por la capacidad física de las embarcaciones. Así, como ya se ha mencionado anteriormente, Paredes (2010) calcula para el año 2007 una sobrecapacidad del 70.9%, lo que indicaría un nivel de eficiencia de técnica de 29.1%; y, nosotros mismos hemos calculado una sobrecapacidad de 68% en promedio, entre los años 2000 y 2008, es decir, un nivel de eficiencia técnica de 32%. No obstante, el cálculo de la eficiencia económica requiere de una disposición más amplia de datos, como por ejemplo, precios y costos, que deben vincularse a través de una función de producción y luego de una función de costos. Esa tarea se mostrará a continuación.

Para la implementación de la función de producción de la captura de anchoveta (QAN) se requiere el esfuerzo pesquero. Éste se ha medido partiendo de la capacidad de bodega anual de todas las embarcaciones usadas en la pesca de anchoveta, multiplicándola por los días de pesca permitidos en cada mes según las vedas definidas por IMARPE dando como resultado la variable capacidad de bodega semestral (CB). La información se estandarizó dividiendo cada dato entre el promedio de toda la serie, formándose la variable CBS. Hay que recordar que, en el caso del Perú, la capacidad de pesca total está compuesta por embarcaciones de acero con capacidades que van desde los 100 m<sup>3</sup> hasta los 800 m<sup>3</sup>, y embarcaciones de madera con capacidades entre 32 m<sup>3</sup> y 110 m<sup>3</sup>. Asimismo, en el capítulo anterior hemos referido que durante los años noventa la flota de acero atravesó un proceso de modernización, lo que ha diferenciado aún más el poder de pesca de un grupo de embarcaciones; y la flota de madera, en donde predomina una baja productividad, ha aumentado su participación desde 1998 a la fecha, llegando a alcanzar casi el 20% del total.

Esta información, más la biomasa (X) y la captura usadas en la regresión anterior, se usaron para modelar la función de captura de Shaeffer, convertida a logaritmos, en donde “q” es el coeficiente de capturabilidad:

$$QAN_t = q \cdot X_t^a \cdot CBS_t^b$$

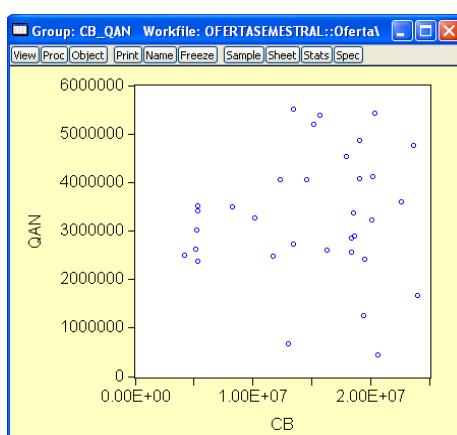
$$\ln(QAN_t) = \ln(q) + a \cdot \ln(X_t) + b \cdot \ln(CBS_t)$$

Para resolver los problemas estadísticos de la regresión se pasó al modelo de corrección de errores, incluyendo rezagos en las diferencias. Lamentablemente, el coeficiente asociado a la capacidad de bodega resultó nada significativo e inclusive con el signo errado (ver resultados en la Figura 7-9 del Anexo 7.3). Es probable que la serie de datos conseguida no refleje adecuadamente el esfuerzo de pesca y se deba a los siguientes motivos:

- Una sobrecapacidad existente tan grande que su relación con la captura efectiva ha casi desaparecido. Así, un aumento en la captura no requiere de un aumento en la capacidad, sino usar la capacidad existente de una manera más eficiente.
- Un poder de pesca bastante heterogéneo, en donde la capacidad física de captura de las embarcaciones modernas no está determinada por la bodega sino adicionalmente por las herramientas complementarias que mejoran la productividad del trabajo.
- Los días de pesca permitidos para todo el litoral a veces se interrumpen solo en determinadas zonas de pesca, de tal manera que la capacidad pesquera de ciertas zonas se usa mientras que de otras no, perdiéndose la relación global entre capacidad y captura.

La Figura 3-2 muestra la relación poco clara entre la capacidad de bodega semestral, según los días de pesca, y la captura de anchoveta. Un resultado similar muestra el gráfico de diferencias de cada variable.

**Figura 3-2 Capacidad de bodega semestral (CB) versus captura de anchoveta (QAN)**



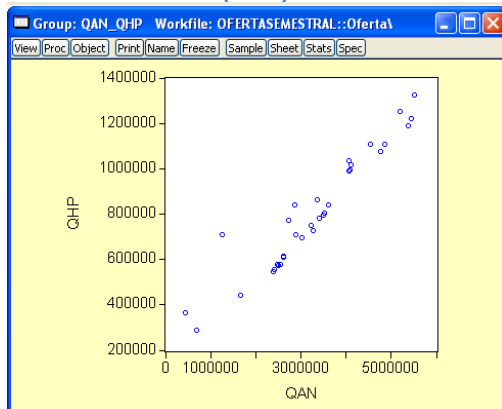
Como sabemos, la anchoveta es el insumo principal para la producción de harina de pescado, producto del cual se dispone de más información. Por lo tanto, partiendo de la producción de harina de pescado y utilizando el ratio de conversión que existe entre la harina de pescado y la anchoveta podemos extraer conclusiones sobre la captura y la eficiencia en el sector. Así, se ha obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) la producción mensual de harina de pescado y, del Ministerio de la Producción (PRODUCE), el precio promedio de la tonelada de anchoveta en el mercado nacional con periodicidad mensual, para luego agruparlos semestralmente. Por otro lado, hemos usado como medida de costos el consumo intermedio del sector de harina y aceite de pescado, datos suministrados por el INEI, que originalmente



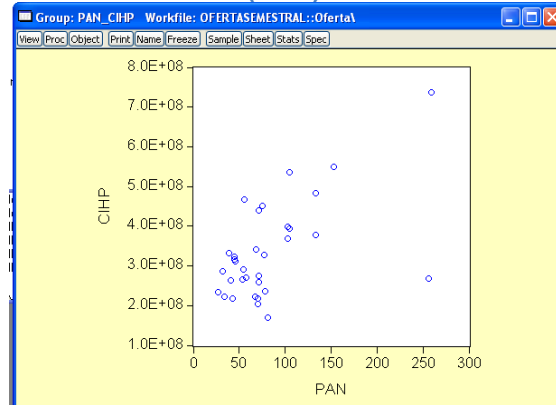
están dados por año pero los hemos dividido en dos, según la proporción que se forma entre la producción semestral de harina de pescado versus su producción anual.

La relación casi lineal que se forma entre la captura de anchoveta y la producción de harina de pescado (ver Figura 3-3) permitió plantear una función de producción para la harina de pescado, mientras que la relación entre el precio de la anchoveta y el consumo intermedio del sector (ver Figura 3-4) permitió convertir la función de producción en una función de costos para la harina de pescado.

**Figura 3-3 Relación captura de anchoveta (QAN) versus producción de harina de pescado (QHP)**



**Figura 3-4 Relación precio de la tonelada de anchoveta (PAN) versus consumo intermedio (CIHP)**



Para evaluar el efecto de la temperatura del mar sobre la producción se usó la misma variable anterior SSTP, con la que ya hemos comprobado sus efectos sobre la biomasa de anchoveta en 3.1.4. Entonces, siguiendo los trabajos de Barbier (2000) y Knowler (2002) en donde se ha evaluado el efecto de variables medioambientales en la biomasa y captura de ciertas especies, hemos usado una función de producción para modelar la producción de harina de pescado incorporando la temperatura superficial del mar.

Se ha elegido una función de producción logarítmica trascendental en vista de su flexibilidad para acomodarse a varios casos de producción, dada la cantidad de parámetros que soporta. Si bien es cierto, la producción de harina de pescado es acompañada de la producción de aceite de pescado, la imposibilidad de separar los costos de cada producto ha impedido plantear un modelo explícito de fábrica multiproducto. Así, a continuación se presenta una función de producción translog, en donde Q es el producto final y  $q_j$  cada uno de los insumos del conjunto J respectivo, incluyendo a la temperatura superficial del mar como variable que afecta exclusivamente al insumo  $q_i$ , estando i fuera del conjunto J, y sabiendo que  $J=K$ :

$$\ln Q = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln q_j + \beta_i \ln SSTP + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \beta_{jk} \ln q_k \cdot \ln q_j + \beta_{ii} \ln SSTP \cdot \ln q_i$$

Usando  $w_j$  para representar el costo unitario del insumo  $q_j$ , los costos totales (CT) se pueden expresar como:

$$\ln CT = \ln \left( \sum_{j=1}^J w_j \cdot q_j + w_i \cdot q_i \cdot SSTP \right)$$

Por lo tanto, la función respectiva minimizadora de costos totales (CT) a largo plazo será:

$$\begin{aligned} \ln CT = & \beta_0 + \beta_Q \ln Q + \frac{1}{2} \beta_{QQ} (\ln Q)^2 + \beta_t \ln SSTP + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln w_j + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \beta_{jk} \ln w_k \ln w_j \\ & + \sum_{j=1}^J \beta_{Qj} \ln Q \cdot \ln w_j + \beta_i \ln w_i \cdot \ln SSTP + \sum_{k=1}^K \beta_k \ln w_k \cdot \ln w_i \cdot \ln SSTP + \beta_{Qi} \ln Q \cdot \ln w_i \cdot \ln SSTP \end{aligned} \quad \text{Eq. 4}$$

Para aplicar Eq. 4 a nuestro caso particular hemos usado los siguientes criterios:

- Como dato disponible de los costos de producción de harina de pescado ( $Q_{HP}$ ) se ha usado el consumo intermedio ( $CI_{HP}$ ) de toda la industria. Esta cifra considera una serie de costos variables exceptuando los salarios.
- En base a lo descrito por Paredes y Gutiérrez (2008), hemos calculado que aproximadamente el 80% de los costos variables de una planta corresponde al costo de la anchoveta, el 11% al costo del combustible, el 3% a los salarios y el resto a otros implementos. Por lo tanto, hemos incorporado en nuestro modelo como costos variables representativos al precio de la anchoveta ( $P_{AN}$ ) y el precio promedio del petróleo crudo ( $P_{OIL}$ ) tomado de la UNCTAD.
- Se han considerado datos desde 1994-I hasta el semestre 2008-II, pues el año 2008 ha sido usado por las autoridades como línea de base para identificar la situación de la industria y en base a ello aplicar el régimen de cuotas individuales, de tal manera que las mejoras en la eficiencia que genere el nuevo régimen se constatarán en comparación con esta situación<sup>25</sup>.

Entonces, la ecuación anterior se implementó para dos insumos (anchoveta y petróleo) y la temperatura del mar, usando mínimos cuadrados ordinarios. En vista del exceso de variables explicativas se han ido eliminando paso a paso las menos significativas, pero tratando de mantener la coherencia económica de la regresión. El resultado muestra que la producción de harina de pescado ( $LQ_{HP}$ ) es la que tiene un mejor nivel de significancia, mientras que el resto de variables tienen un valor p solo menor al 10%. El reporte se puede ver en la Figura 7-10 del Anexo 7.4, así como la evaluación de la consistencia estadística de la regresión, en donde se descarta la existencia de autocorrelación y heterocedasticidad, entre otros. Entonces, la función de consumo intermedio queda como sigue:

$$\begin{aligned} LCI_{HP} = & 6.796 + 0.649LQ_{HP} + 0.336LP_{AN} + 0.030LP_{AN} \cdot LP_{OIL} + 0.703LSTTP \\ p = & \quad (0.010) \quad (0.000) \quad (0.074) \quad (0.096) \quad (0.072) \\ & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad R^2=0.787 \end{aligned}$$

<sup>25</sup> Se constata que luego del inicio del régimen de cuotas individuales el precio de la anchoveta llegó rápidamente a duplicarse modificando la estructura de costos del sector.

Vemos que los signos expresan una relación coherente entre las variables explicativas y la variable explicada. Asimismo, el coeficiente que acompaña a la producción de harina de pescado indica que más rápido crece la producción que sus costos, lo que refleja una situación de economías de escala crecientes. De la misma manera, el coeficiente de la temperatura del mar indicaría que ésta tiene un impacto moderado sobre los costos pues solo suben 0.7% cuando la temperatura aumenta en 1%. No obstante, entendiendo que el valor de cada coeficiente está asociado a las unidades o la escala en la que se expresa la variable explicativa respectiva, para evaluar cuál de ellas tiene más impacto sobre la variable endógena es necesario calcular los coeficientes estandarizados. Los resultados, mostrados en la Tabla 3-3, indican que el mayor impacto sobre los costos proviene de la producción de harina de pescado mientras que el menor de la temperatura superficial del mar.

Tabla 3-3 Coeficientes estandarizados de la regresión de costos a largo plazo

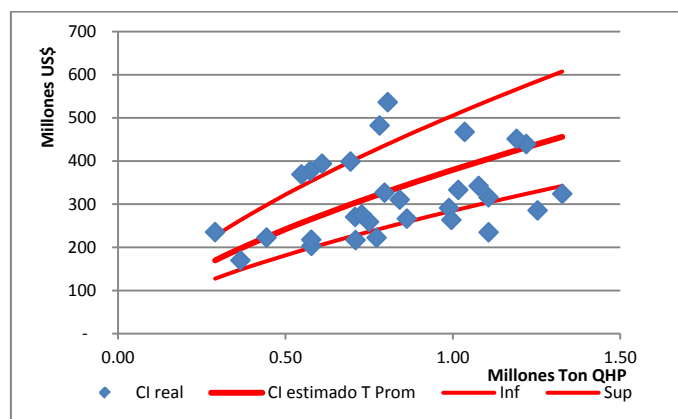
	LCIHP	LQHP	LPAN	LPAN*LPOIL	LSSTP
Std. Dev.	0.29935068	0.3595472	0.49269327	4.15999933	0.08023053
Coeficientes		0.64998406	0.33698163	0.03075462	0.703667
<b>Coeficientes estandarizados</b>		<b>0.78068955</b>	<b>0.55462905</b>	<b>0.42738904</b>	<b>0.18859344</b>

Entonces, resolviendo los logaritmos, la expresión anterior se convierte en:

$$CI_{HP} = 894.67Q_{HP}^{0.649} \cdot P_{AN}^{0.336} \cdot e^{0.030LP_{AN} \cdot LP_{OIL}} \cdot SSTP^{0.703} \quad \text{Eq. 5}$$

En base a los coeficientes encontrados podemos graficar el consumo intermedio estimado y la producción de harina de pescado asociada, usando para ello valores promedio para el precio de la anchoveta y la temperatura del mar. La curva continua resultante se muestra en el Gráfico 3-13, la que acompañada con los datos reales permite observar el grado de ajuste que la regresión ha obtenido. Al mismo tiempo, se ha añadido los límites superior e inferior de una banda de confianza para un 95% de muestras teóricas, resultado de usar el error estándar de la regresión (0.1434 en la Figura 7-10 del Anexo 7.4) y el valor del estadístico t de Student para 28 grados de libertad, apoyados en el hecho de que el error de la regresión muestra una distribución normal (Figura 7-11 del mismo anexo).

Gráfico 3-13 Consumo Intermedio (CI) real y estimado de harina de pescado para condiciones promedio entre 1994 y 2008, con límite inferior y superior para un intervalo de confianza del 95%



Como ya se ha mencionado, el consumo intermedio contiene los gastos en insumos y materia prima utilizada en la producción, mientras que el costo variable además de lo anterior considera los salarios. Entonces, con el afán de acercar nuestro valor estimado a los costos variables de la industria, se ha calculado el factor de proporción lineal entre el consumo intermedio real publicado por el INEI y los costos variables publicados por Paredes y Gutiérrez (2008), para los años 2001 a 2007, mostrados en la Tabla 3-4. Con la ayuda de esta proporción se ha convertido nuestro consumo intermedio estimado en costos variables estimados (ver el factor de proporción en el Gráfico 7-4 del Anexo 7.4). Así, el cálculo de los costos variables estimados ( $CV_{HP}$ ) se realizará con la siguiente función:

$$CV_{HP} = 9 \cdot 10^6 + 1037.10Q_{HP}^{0.649} \cdot P_{AN}^{0.336} \cdot e^{0.030LP_{AN} \cdot LP_{OIL}} \cdot SSTP^{0.703} \quad \text{Eq. 6}$$

Hay que considerar que el consumo intermedio utilizado en el modelo corresponde a gastos realizados por el sector en un contexto de creciente inversión de capital. La Tabla 3-4 muestra que los costos de capital fijo en las plantas harineras casi se han duplicado entre el 2001 y 2007, de US\$ 143 millones a US\$ 273 millones. A pesar de que se trata de cifras nominales, el crecimiento de los costos fijos es explicable más por cambios en la cantidad y no tanto por los precios que componen cada cifra, pues en ese mismo periodo la tasa de interés para préstamos, principal indicador del costo del capital fijo, bajó de 25% a 22%; el tipo de cambio, precio que afecta el costo de los equipos importados, bajó de S/. 3.5 a S/. 3.1; el índice de precios de maquinaria y equipos importados bajó en 11%; mientras que el índice de precios de la formación bruta de capital del PBI subió sólo en un 13% (INEI, 2012 a). Todo esto para una producción de harina de pescado que ha fluctuado alrededor de 1.6 MT, con una variabilidad de  $\pm 46\%$ .

Es así que la función obtenida en Eq. 6 corresponde al comportamiento de los costos en el largo plazo, en lo que refiere a insumos y salarios. Si las cifras obtenidas con esa ecuación las dividimos entre la producción de harina de pescado, obtendremos un aproximado del costo variable medio de la industria. El resultado se muestra en el Gráfico 3-14 con la línea continua, construida utilizando precios promedio para la anchoveta y petróleo, y temperatura superficial del mar promedio.

**Tabla 3-4 Producción de harina de pescado, consumo intermedio, costos fijos, variables y totales, 2001-2007**

Año	Producción de Harina de Pescado <sup>1</sup> (Ton)	Consumo Intermedio <sup>1</sup> (US\$)	Costo Fijo <sup>2</sup> (US\$)	Costo Variable <sup>2</sup> (US\$)	Costo Total <sup>2</sup> (US\$)
2001	1,635,400	536,039,800	143,272,000	551,907,000	695,179,000
2002	1,839,200	584,614,733	159,959,000	731,971,000	891,930,000
2003	1,224,400	423,125,774	172,309,000	508,519,000	680,828,000
2004	1,971,500	710,513,144	213,516,000	872,741,000	1'086,258,000
2005	1,930,800	732,343,456	216,835,000	892,524,000	1'109,359,000
2006	1,342,500	771,314,526	248,090,000	884,577,000	1'132,667,000
2007	1,399,100	864,056,610	273,226,000	978,052,000	1'251,278,000

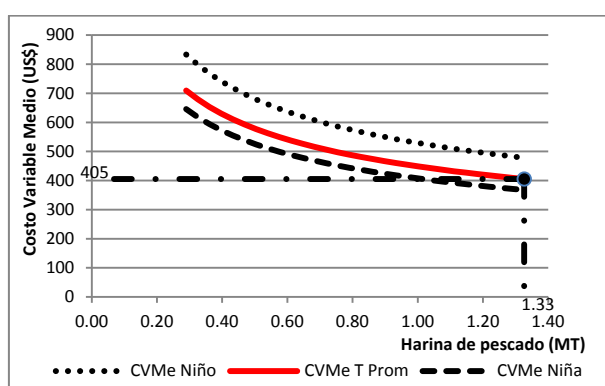
<sup>1</sup> Fuente: INEI

<sup>2</sup> Fuente: (Paredes & Gutiérrez, 2008)

Salta a la vista la pendiente negativa de las curvas que identifica una situación en la industria de economías de escala crecientes, la que se explica por la acumulación del capital fijo y permite pronosticar que, para ser eficientes, las empresas se verán impulsadas a aumentar la producción lo más que se pueda y así los costos unitarios disminuyan. En este contexto, el equilibrio a largo plazo de la industria estará determinado por la máxima cantidad a producirse, 1.33 MT por semestre según nuestro gráfico, cifra que corresponde al máximo producido real en nuestro espacio de análisis; y, por el costo medio asociado a ese valor.

Para determinar ese costo medio se ha calculado primero, con ayuda de Eq. 5, el consumo intermedio para la producción de 1.33 MT. Se ha aplicado la simulación de Montecarlo para encontrar el intervalo de confianza del 95% de este resultado puntual, asignándole una distribución de probabilidad normal a los residuos de la regresión, según los estadísticos que se muestran en la Figura 7-11 del Anexo 7.4. El resultado fue un consumo intermedio de US\$ 456 millones, con un límite inferior y superior de US\$ 359 millones y US\$ 565 millones, respectivamente, es decir, un rango de valores del 45% alrededor del promedio, como muestra la Figura 7-12 del Anexo 7.4. Esta cifra se convirtió en costo variable con ayuda de Eq. 6, que al dividirse entre la producción de harina de pescado arrojó un costo variable medio de US\$ 405, con un intervalo de valores equivalente al 44% de esta cifra. Como ya se mencionó, los costos fijos se han incrementado año a año, por lo tanto, se ha tomado el último valor registrado en la Tabla 3-4, para calcular un costo fijo medio igual a US\$ 122, lo que genera un costo medio de US\$ 527, dentro de un intervalo de confianza limitado por US\$ 422 y US\$ 622. Así, el óptimo de la industria en el largo plazo estimado por nuestra función para el espacio de análisis definido será de 1.33 MT de producción de harina de pescado por semestre con un costo medio de US\$ 527 la tonelada, como valor promedio.

**Gráfico 3-14 Costo variable medio estimado para temperaturas altas (Niño), temperatura superficial del mar promedio (T Prom) y temperaturas bajas (Niña)**

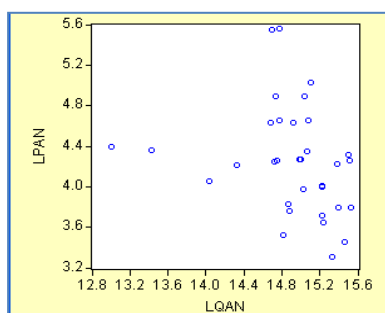


Ya que nuestra función Eq. 6 incluye como parámetro la temperatura superficial del mar, hemos calculado el costo variable medio bajo el escenario del Fenómeno del Niño, para lo cual se ha usado la temperatura superficial del mar alcanzada en el semestre 1997-II, a saber 24.65°C. El resultado aparece en el Gráfico 3-14 con la línea punteada y permite estimar costos variables medios

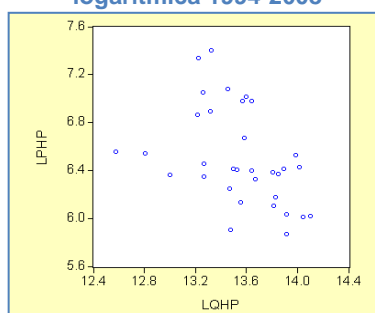
más altos para cada nivel de producción, en especial para el semestre indicado, donde el valor estimado es US\$ 834, dentro de un intervalo de confianza limitado por US\$ 663 como límite inferior y US\$ 1,025 como límite superior, en base a la simulación para el consumo intermedio mostrada en la Figura 7-13 del Anexo 7.4, para una producción que cayó a 0.29 MT. Por otro lado, si usamos la temperatura y precios del semestre, 1999-II, momento en que la producción alcanza su máximo valor, 1.33 MT, podemos estimar un costo variable medio de US\$ 325, en un intervalo US\$ 258 y US\$ 401, de acuerdo a la simulación para el consumo intermedio mostrada en Figura 7-14 del Anexo 7.4. Entonces, este análisis nos permite afirmar que, por efecto de los cambios en la temperatura del mar y otras variables ambientales, la producción de harina de pescado tiene una variabilidad de -65% y +61% respecto a la producción promedio, mientras que el costo variable medio tiene una variabilidad de -32% y + 73% respecto al valor promedio estimado para toda la serie.

Si bien ya hemos encontrado el óptimo de la industria en el largo plazo, nos será también de utilidad evaluar el comportamiento de la oferta, tanto en el largo como en el corto plazo. La Figura 3-5 muestra la relación que se forma entre el precio de la anchoveta en el mercado nacional y su captura, en su transformación logarítmica, en donde parece probable que la regresión con mejor ajuste sea una curva con pendiente negativa, a pesar de tratarse de variables representativas de una oferta. Lo mismo ocurre con la producción y precio de la harina de pescado (Figura 3-6). La representación algebraica en el largo plazo de esta situación correspondería al caso de una oferta atípica con pendiente negativa, tal como la describen Nostbakken y Bjorndal (2003) para la pesquería del arenque en Noruega, Thanh y Flaaten (2013) para la captura de anchoveta en Vietnam, entre otros casos.

**Figura 3-5 Captura anchoveta (LQAN) versus su precio (LPAN) en versión logarítmica 1994-2008**



**Figura 3-6 Producción de la harina de pescado (LQHP) versus su precio (LPHP) en versión logarítmica 1994-2008**



Las curvas de oferta decrecientes son propias de pesquerías en las que, por ser de libre acceso, se ha capturado una cantidad mayor al máximo rendimiento sostenible de tal manera que el stock disponible en el mar se ha ido reduciendo. A la par, la capacidad de captura, y con ella el costo marginal y el precio, han seguido creciendo. Por lo tanto, la curva de oferta muestra dos tramos: en el primero, el precio y la captura crecen hasta que se alcanza el máximo rendimiento sostenible; en el segundo, los precios siguen creciendo pero la captura disminuye. Esta última situación es la que prevalece y caracteriza a la pesquería por largo tiempo.

El modelo algebraico desarrollado por los autores arriba mencionados les permite obtener una curva de oferta decreciente, suponiendo que la biomasa es alterada exclusivamente por la captura y manteniendo constante todos los parámetros biológicos (capacidad de carga del ecosistema y tasa intrínseca de crecimiento). En el caso de la pesquería peruana, y por lo tanto, de la producción de harina de pescado, nosotros estamos suponiendo que la biomasa es alterada no solo por la captura, sino además por la temperatura del mar como factor que afecta directamente a la capacidad de carga. Podríamos adaptar su modelo a nuestro caso, no obstante, el tramo decreciente de la oferta arrojaría una elasticidad precio negativa, cifra de difícil interpretación para el cálculo de máximas cuotas que haremos en el siguiente capítulo.

En cuanto al corto plazo, podemos suponer que los datos que aparecen en la Figura 3-6 corresponden a múltiples ofertas con pendiente positiva que se han desplazado a lo largo del gráfico. Esto es factible si aceptamos que la biomasa es afectada por factores ambientales, como por ejemplo, la temperatura del mar. Así, podemos obtener la oferta de corto plazo partiendo de Eq. 5, en vista de que el consumo intermedio usado en esa ecuación es una buena aproximación de los costos variables. Para ello tendríamos que derivar Eq. 5 respecto a  $Q_{HP}$ , igualar el resultado al precio de la harina de pescado ( $P_{HP}$ ) y despejar  $Q_{HP}$ . De esta manera, la expresión final escrita en su forma general será:  $Q_{HP}=f(P_{HP}, P_{AN}, P_{OIL}, SSTP)$ .

Hay que tener en cuenta que, dado que hemos partido de una función de costos translog, la forma funcional final mostrará a las variables explicativas solas o combinadas unas con otras, como se ven en la Eq. 4 de páginas atrás. Por otro lado, ya que en el corto plazo se asume que los gastos de capital son fijos, estos pasarían a ser un parámetro constante en la expresión final que será absorbido por el intercepto  $\beta_0$  de la suma logarítmica. Por lo tanto, nuestra función de oferta a corto plazo translog se verá aproximadamente así:

$$LQ_{HP} = \beta_0 + \beta_1 LP_{HP} + \beta_2 LP_{AN} + \beta_3 LP_{OIL} + \beta_4 LSTTP + \dots \quad \text{Eq. 7}$$

Los puntos suspensivos indican combinaciones multiplicativas de las variables explicativas.

Al momento de implementar Eq. 7 hay que tener en cuenta el papel influyente de la producción peruana de harina de pescado sobre el precio del commodity. Eso significa que, si bien la expresión evalúa el impacto de  $P_{HP}$  sobre  $Q_{HP}$ , en nuestro caso el vínculo también es al revés, lo que implica la existencia de correlación entre el error de la ecuación y una variable explicativa, generando coeficientes no eficientes si se aplicaran mínimos cuadrados ordinarios en la regresión. Es así que en la implementación estadística de Eq. 7 se ha considerado el uso de mínimos cuadrados con el método de variables instrumentales.

Para ello, se ha elegido al precio del combustible ( $LP_{OIL}$ ) y a la captura de anchoveta ( $LQ_{AN}$ ) como variables no correlacionadas con el error estadístico, ya que no están determinadas por la producción de harina de pescado, y por lo tanto, han pasado a ser parte de la lista de variables instrumentales. Luego de reducir la cantidad de variables explicativas, por ser no significativas y por ser

demasiadas, los resultados de la regresión se muestran a continuación (para más detalles ver Figura 7-15 del Anexo 7.4):

$$p= \begin{matrix} LQ_{HP} = 14.445 + 1.358LP_{HP} - 0.502LP_{AN} \cdot LSSTP - 1.160LSTTP_{t-1} \\ (0.000) \quad (0.002) \quad (0.000) \quad (0.064) \end{matrix} \quad R^2=0.418$$

En general, la regresión pasa todas las pruebas estadísticas básicas, los signos son totalmente coherentes y las probabilidades de los coeficientes bastante aceptables. El bajo coeficiente de correlación indica que la producción de harina de pescado en el corto plazo depende solo en parte del precio del mismo, del precio de la anchoveta y de la temperatura del mar. Ese resultado es también bastante coherente, pues no se ha incluido directamente como variable explicativa a la cantidad capturada de anchoveta, la materia prima principal, por tratarse de una expresión que contiene básicamente costos.

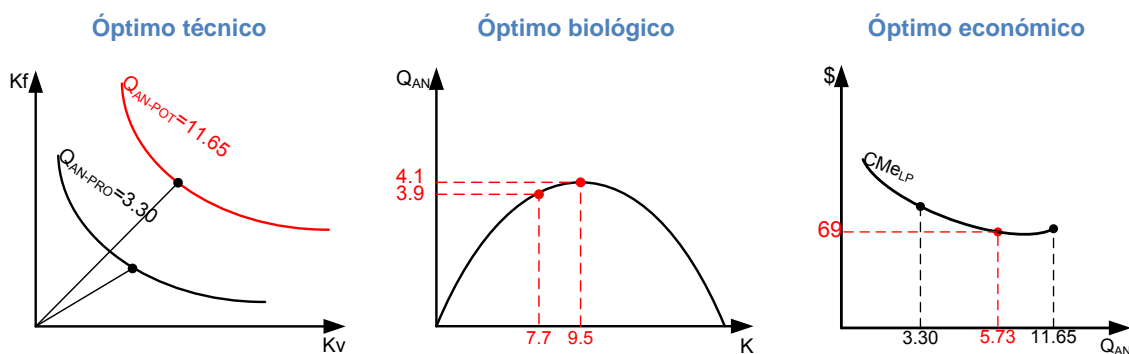
A pesar de que la ecuación muestra un coeficiente de determinación bajo nos interesa rescatar el coeficiente que acompaña al precio de la harina de pescado ( $LP_{HP}$ ) ya que indicaría la elasticidad precio de la oferta en el corto plazo. Para ese valor, 1.358, se le ha calculado un intervalo de confianza del 95% usando el error estándar del mismo coeficiente (0.405058) mostrado en la Figura 7-15 del Anexo 7.4 y un estadístico t de Student de 2.048, correspondiente a 28 grados de libertad, apoyados en que los residuos de la regresión siguen una distribución normal, como lo muestra la Figura 7-16 del mismo anexo. Los límites inferior y superior son 0.5285 y 2.1876 respectivamente. Así, el coeficiente en su valor promedio indica que la producción de harina de pescado ha tenido un comportamiento algo elástico durante el periodo de análisis, principalmente debido a la variabilidad de la biomasa de anchoveta, la que acompañada al exceso de capacidad instalada y a la gran disponibilidad de mano de obra, le permite a la industria modificar la producción con relativa facilidad. No obstante, esto sólo es válido dentro del rango de cantidades producidas en el espacio de tiempo analizado. Una vez que la producción alcanza el límite superior (1.33 millones de toneladas, según los datos reales), la elasticidad se vuelve cero pues más que esa cifra no ha podido proveer la naturaleza.

### Resumen de resultados

A continuación se presentan los resultados de las medidas de eficiencia calculadas en este trabajo, para el criterio técnico, biológico y económico, representadas con las herramientas gráficas ya descritas. El Gráfico 3-15 muestra los datos para medir el óptimo técnico, según el enfoque del input. En base a la capacidad de bodega de todas las embarcaciones, suponiendo un uso del 80% de esa capacidad y tomando en cuenta los días de pesca según el régimen de vedas, hemos calculado una capacidad de captura máxima ( $Q_{AN-POT}$ ) de 11.65 MT por semestre. Este valor comparado con la captura promedio semestral ( $Q_{AN-PRO}=3.30$  MT) arroja un coeficiente de utilización técnico de 0.28, cifra bastante baja que refleja la fuerte acumulación de capacidad de pesca en los años en que la pesquería ha estado sometida primero al libre acceso y luego al control por cuotas globales con una capacidad regulatoria del Estado muy débil.



Gráfico 3-15 Resultados por semestre para los óptimos técnico, biológico y económico



El gráfico del centro muestra el valor estimado del máximo rendimiento sostenible para una situación promedio, 4.1 MT, cifra a la que nosotros hemos llamado óptimo biológico, dado que es el valor más alto que puede brindar el ecosistema, siempre y cuando la biomasa pueda crecer hasta las 9.5 MT, según nuestra función logística. Además muestra la biomasa semestral promedio reportada por IMARPE, 7.7 MT, y la correspondiente biomasa capturable de 3.9 MT, según nuestra función. Sabiendo que la captura promedio, 3.30 MT, es parte de la biomasa capturable, la comparación entre estas dos cifras arroja un coeficiente de utilización biológico de 0.85. No obstante, si se compara con el máximo rendimiento sostenible teórico, el coeficiente de utilización biológico se reduce a 0.80.

Asimismo, el gráfico de la derecha muestra los datos para el cálculo del óptimo económico de la pesca de anchoveta. Las cifras se han calculado partiendo del óptimo obtenido para la producción de harina de pescado usando parámetros promedio para el precio de la anchoveta y la temperatura del mar, que como hemos visto, arrojó un valor de 1.33 MT, cifra que implica una captura de 5.73 MT de anchoveta a un ratio de conversión de 4.32<sup>26</sup>. Advertimos que la función oferta dibujada en este caso corresponde a la captura de anchoveta, la cual suponemos que también tiene costos medios decrecientes, y no es la curva que hemos calculado en nuestro ejercicio econométrico correspondiente a la producción de harina de pescado. Sin embargo, trasladamos los resultados del mercado de harina de pescado al mercado de anchoveta con facilidad porque suponemos que ambos se ajustan en base al precio internacional de la harina de pescado, es decir, el óptimo del primero determina el óptimo del segundo<sup>27</sup>.

En este gráfico se ha incorporado el precio de US\$ 69 por tonelada de anchoveta, que corresponde al valor de cada tonelada de anchoveta que forma parte del consumo intermedio de la harina de pescado, en su punto máximo.

<sup>26</sup> Hemos visto que Péron et al. (2010) calculan un ratio de conversión de 4.45 entre los años 2001 y 2006. Paredes (2008) usa un ratio de 4.4 para harinas de calidad estándar y 4.2 para las de alta calidad, pero que resultan de datos oficiales. A pesar de que muchos autores afirman que los ratios oficiales son demasiado altos, usaremos 4.32 que se obtiene del promedio de los datos que ofrece Paredes.

<sup>27</sup> Hemos visto en la Tabla 2-1 del capítulo 2.3.3 que el 60% de la capacidad de captura corresponde a empresas harineras con flota propia. Asimismo, la serie de precios obtenida para la anchoveta incorpora en el modelo el costo que pagan las empresas harineras sin flota, y las harineras con flota propia que compran a terceros, ambos afectados por el precio internacional.

Entonces, comparando el valor óptimo de captura (5.73 MT) con la captura real promedio (3.30 MT) podemos calcular un coeficiente de utilización económico de 0.57, cifra modesta que refleja un nivel importante de subutilización del capital invertido, pero más aún, identifica la existencia de un fuerte estímulo para aumentar la producción, requiriendo para ello más recursos biológicos. Teóricamente, esta cifra debería ser 1, pero es difícil que lo sea por los siguientes motivos:

- Hemos visto que existe en el sector una sobre capacidad de captura acumulada por muchos años que traslada el óptimo económico a la derecha, cifra que será siempre mayor que la biomasa capturable por el IMARPE hasta que no se implemente un programa de reducción de capacidad, tanto de captura como de procesamiento.
- Ante una biomasa tan variable e impredecible, es imposible suponer que el capital fijo deba seguir el vaivén de tal stock. Se ha mostrado una variabilidad en la producción de harina de pescado, y por lo tanto en la captura de anchoveta, de -65% y +61% respecto al promedio. Entonces, por un lado, el sentido común indica que debe existir cierta capacidad en exceso por encima del promedio. Por otro, la literatura explica que en la pesca es más fácil la entrada del capital fijo que su salida, por lo tanto, el sector tiende a tener un exceso.
- La posibilidad de que la captura sea menor a la óptima debido a la concentración oligopólica en el sector no puede ser aún evaluada en esta parte del trabajo ya que normalmente el oligopolio reduce el producto para inducir un aumento en el precio, y hasta el momento hemos asumido el precio de la harina de pescado, y por lo tanto de la anchoveta, como valores dependientes del mercado internacional. Así, siguiendo esta línea de argumentación, pensamos que los precios internacionales de la harina de pescado hacen el negocio lucrativo y lo sería aún más si se pudiera aumentar la captura. Consecuentemente, el coeficiente de utilización económico refleja el resultado de dos fuerzas encontradas: por un lado, las fuerzas del mercado que tienden a aumentar la captura y con ello el coeficiente, y la fuerza del Estado que a través de la definición de cuotas trata de controlar la captura en concordancia con los límites biológicos.

Finalmente, la Tabla 3-5 muestra los valores teóricos ya comentados y otros adicionales en comparación con valores reales que alcanza la pesquería. La capacidad de carga (K) calculada por nuestra función es de 18.8 MT, mientras que no se puede saber su valor real a menos que se deje de pescar. El valor MSY teórico (4.1 MT) ya fue explicado, mientras que no se puede saber el MSY real a menos que se permita la recuperación total de la biomasa de anchoveta. La biomasa teórica asociada al máximo rendimiento sostenible es 9.5 MT, mientras que la biomasa real promedio publicada por IMARPE es 7.7 MT. La cifra de captura de anchoveta real promedio,  $Q_{AN}=3.30$  MT, ha sido obtenida de la información oficial. La captura teórica óptima de anchoveta ( $Q_{AN-OPT}=5.73$  MT) es resultado de nuestra función de costo variable medio, correspondiente a la producción óptima de harina de pescado ( $Q_{HP-OPT}=1.33$  MT) que en nuestro caso es la producción máxima alcanzada en el periodo estudiado, mientras que la producción promedio real de harina de pescado ( $Q_{HP-PRO}$ ) ha sido 0.82 MT.

Tabla 3-5 Valores reales y calculados de la captura de anchoveta y la producción de harina de pescado

	Teórico (MT)	Real (MT)
Capacidad de carga (K)	18.8	
MSY	4.1	
Biomasa asociada al MSY	9.5	7.7
$Q_{AN-PRO}$		3.30
$Q_{AN-OPT}$	5.73	
$Q_{HP-OPT}$	1.33	
$Q_{HP-PRO}$		0.82
Ratio	4.32	4.02
$Q_{AN-POT}$	11.65	
$CU_{TEC}$		0.28
$CU_{BIO}$	0.80	
$CU_{ECO}$	0.57	

La diferencia entre el ratio de conversión teórico y real es interesante, pues aunque para éste último no hay un valor aceptado como uniforme y exacto, el que se puede calcular con la información oficial es 4.02, cifra algo peculiar pues implicaría el uso expandido de una tecnología de conversión que nadie reconoce, por lo tanto, la explicación más probable es que la cifra de captura de anchoveta real debe ser mayor a la oficialmente registrada, es decir, no 3.30 MT sino por lo menos 3.54 MT, para que sea posible la producción de harina de pescado real. Esta cifra aporta un sustento más a la idea de que la tendencia del mercado es acercarse al óptimo económico pescando más de lo que está permitido. Ya de por sí el bajo coeficiente de utilización económica ( $CU_{ECO}=0.57$ ) representa un incentivo para aumentar la producción, no obstante, si consideramos además el crecimiento en el precio internacional de la harina de pescado en los años recientes se entiende que las empresas transformadoras necesitarán conseguir una mayor cantidad de materia prima, de cualquier origen, de embarcaciones formales o informales, industriales o artesanales, poniendo a prueba la capacidad regulatoria del Estado.

## 4. Gestión pesquera en el Perú: de las cuotas globales a las cuotas individuales

Objetivo: Evaluar el impacto de la demanda internacional y de la regulación pesquera sobre los niveles de eficiencia en el sector, y el efecto del sistema de cuotas individuales sobre el poder de mercado en el sector.

Descripción: Habiendo determinado en el capítulo anterior la función oferta del sector y gracias a ello el coeficiente de utilización económica como medida de eficiencia, en este capítulo calcularemos la demanda de harina de pescado para hacer una mejor descripción de los vaivenes del precio. El capítulo describe además las ventajas y desventajas de la regulación por cuotas globales para luego mostrar con qué particularidades se ha aplicado en el Perú la regulación por cuotas individuales. Asimismo, se evalúa hasta qué punto la determinación de cuotas individuales otorgan poder de mercado a las empresas de mayor capital y cuál es la capacidad regulatoria del Estado para garantizar el crecimiento biológicamente sostenible en el sector.

Metodología: La demanda de harina de pescado se calculará a través de un modelo de datos de panel y se usa el modelo de Anderson para el cálculo de la cuota máxima a asignarse a una empresa. Asimismo, para el cálculo de algunos valores puntuales con sus intervalos de confianza respectivos se utiliza la simulación de Montecarlo.

### 4.1. La demanda internacional de harina de pescado y la necesidad de las cuotas de captura

Tal como hemos descrito en el capítulo 2, desde mediados de los años noventa del siglo pasado los principales sectores consumidores de harina de pescado en el mundo han pasado a ser la acuicultura, que absorbe el 59%<sup>28</sup> del total, el sector porcino con 32% y el sector avícola con 9%. Asimismo, dado el peso del sector acuícola y la diversidad de especies que lo componen, es importante identificar qué especies son las que más han requerido del consumo de harina de pescado para su alimentación. Esa información la mostramos en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1 Especies acuícolas que más consumen harina de pescado 2008

ESPECIE	% DEL TOTAL DE HARINA DE PESCADO PARA ACUICULTURA
Shrimps	27.2%
Marine fishes	18.8%
Salmons	13.7%
Carps	7.4%
Freshwater crustaceans	6.4%
Trouts	5.9%
Catfishes	5.5%
Tilapias	5.3%

(Tacon, Hasan, & Metian, 2011, pág. 51)

<sup>28</sup> Tacon et al. (2011) estiman que para el año 2008 la acuicultura usaba a nivel global el 60.8% de toda la harina de pescado producida.

Por lo tanto, en principio, el crecimiento de la producción de estos subsectores acuícolas tendrá efectos directos sobre la demanda mundial de harina de pescado. No obstante, desde los años noventa a la fecha, la mayoría de estas especies han reducido su consumo de harina de pescado por tonelada producida (Tacon, Hasan, & Metian, 2011). Eso se debe a que ha sido posible, hasta cierto punto, la sustitución de este insumo por otras fuentes de proteínas, en especial, por la harina de soya. Lo mismo refieren (Tveteras & Tveteras, 2010) para el sector porcino, en donde se privilegia el uso de la harina de pescado en piensos para cerdos de edad temprana. Todo esto implica que no siempre se encontrará una relación directamente proporcional entre el crecimiento de la acuicultura y crianza de cerdos, y su consumo de harina de pescado.

Específicamente para el caso del Perú, la demanda internacional de harina de pescado se refleja en nuestras exportaciones del insumo. A continuación se muestra en la Tabla 4-2 la relación de los principales países importadores de harina de pescado del Perú, entre el 2003 y 2012.

Tabla 4-2 Exportaciones peruanas de harina de pescado según destino 2003-2012

PAÍSES	% DEL TOTAL DE EXPORTACIONES ACUMULADAS DE HARINA DE PESCADO 2003 - 2012
China (incluye Taiwán)	52.2%
Alemania	12.7%
Japón	9.9%
Viet Nam	2.9%
Turquía	2.4%
Resto del mundo	18.0%

Fuente: (International Trade Centre, 2013).

Si bien la harina de pescado es el producto pesquero predominante en las exportaciones peruanas, no es el único. Desde inicios del presente siglo el aceite de pescado ha aumentado su participación en las exportaciones estimulado también por el crecimiento del sector acuícola mundial. Así, entre los años 2001 y 2012, el 16% del valor total de las exportaciones pesqueras anuales correspondieron a este rubro. Entre nuestros principales países compradores se encuentran Chile, Bélgica y Dinamarca, con un 22.1%, 18.3% y 17.2% aproximadamente, sobre el total de toneladas de aceite de pescado exportado por el país en el periodo mencionado. Dado que el aceite de pescado también es un insumo para la preparación de piensos, lo incluiremos en nuestro análisis para evaluar su impacto sobre la demanda de harina de pescado.

En base a este contexto descrito se han recopilado los siguientes datos para China, Alemania y Japón, ya que juntos conforman el 75% de las exportaciones, y así modelar la demanda internacional de harina de pescado hacia el Perú.

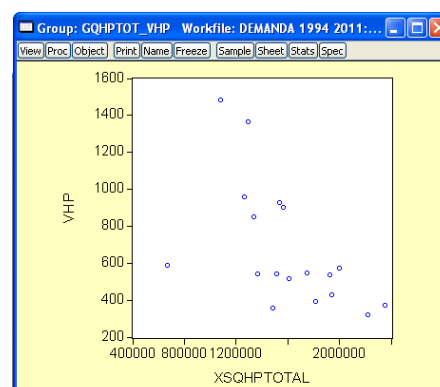
- Exportaciones en toneladas de harina de pescado ( $Q_{HP}$ ) para cada país, desde el año 1994 hasta el 2012. Datos tomados del Instituto Cuanto (Webb & Fernández Baca, 2005) y (Webb & Fernández Baca, 2012).

- Valor unitario en dólares de las exportaciones de harina de pescado ( $V_{HP}$ ), desde el año 1994 hasta el 2012. Es el valor FOB de las exportaciones totales dividido entre la cantidad exportada en total, por lo tanto es un valor promedio. A pesar de que el precio internacional de la harina de pescado es un dato disponible, no es la cifra que finalmente reciben los exportadores, es por eso que usamos el valor unitario como representante del precio. Se ha usado el mismo valor para todos los países dado que lo se quiere evaluar es el precio al que se enfrenta el sector como una unidad y no el valor que paga cada país. Datos tomados de (BCRP, 2013).
- Valor unitario en dólares de las exportaciones de aceite de pescado ( $V_{AP}$ ), desde el año 1994 hasta el 2012. Por lo explicado en el párrafo anterior, tomaremos el valor unitario como representante del precio. Se ha usado el mismo valor para todos los países. Datos tomados de (BCRP, 2013).
- Valor unitario en dólares de las importaciones de harina de soya ( $V_{HS}$ ) de cada país, desde el año 1994 hasta el 2012. Tomado de (FAO, 2013 a) e (International Trade Centre, 2013).
- Producción acuícola en toneladas de las especies consumidoras de harina de pescado ( $Q_{AC}$ ) en cada país, desde el año 1994 hasta el 2011 pues no hay datos más recientes. Tomado de (FAO, 2013 b).
- Producción avícola en toneladas ( $Q_{AV}$ ) en cada país, desde el año 1994 hasta el 2011 pues no hay datos más recientes. Tomado de (FAO, 2013 a).
- Producción porcina en toneladas ( $Q_{PO}$ ) en cada país, desde el año 1994 hasta el 2011 pues no hay datos más recientes. Tomado de (FAO, 2013 a).

El hecho de que la producción de harina de pescado en el Perú sea tan fluctuante, influye en el planteamiento de nuestro modelo de dos maneras.

Por un lado, cada par ordenado de precio y cantidad exportada (Figura 4-1) puede ser visto como la coordenada de un equilibrio de mercado, con su curva de oferta y demanda respectiva. Sin embargo, una vista global muestra que, para dibujar todas las coordenadas, son necesarias muchas curvas de oferta separadas unas de otras y muy pocas curvas de demanda. Por lo tanto, las coordenadas mostradas se acercan más a la trayectoria de una demanda, lo que justifica el uso de nuestra información para el cálculo de una función demanda empírica.

**Figura 4-1 Valor unitario de la harina de pescado (VHP en US\$) versus cantidad exportada total (XSQHPTOTAL en ton) 1994-2011**



Esto implica que la función de demanda a obtenerse no mostrará la disposición a pagar, tal como lo hace cualquier curva de demanda teórica, más bien

mostrará lo realmente pagado, asunto que habrá que tener en cuenta en la interpretación de los resultados.

Por otro lado, con la información recopilada uno esperaría demostrar que existe una relación directa y definida entre la producción acuícola, porcina y avícola de nuestros principales países compradores, y su demanda de harina de pescado, sin embargo, los datos no muestran esa relación. Eso se debe a que, si bien estos tres sectores utilizan la harina de pescado, la cantidad que **necesitan** consumir dependerá de su propio crecimiento, pero la cantidad que **pueden** consumir, que es la cantidad que finalmente aparece en la información recopilada, dependerá además de la disponibilidad del recurso natural, lo que está determinado por mecanismos biológicos y ambientales. Por lo tanto, un modelo de demanda que evalúe la cantidad importada de harina de pescado en función de su precio y otras variables,  $Q_{HP} = f(P_{HP}, P_{HS}, P_{AP}, Q_{AC}, Q_{PO}, Q_{AV})$ , si no incluye los vaivenes de la disponibilidad de la anchoveta, no explicará adecuadamente los cambios en la importación de harina de pescado de nuestros principales países compradores.

En este caso es más coherente plantear un modelo de demanda inversa, ya que es la disponibilidad de la anchoveta la que determina su precio y no al revés, más aún cuando el Perú tiene a su cargo alrededor del 45% de la exportación mundial del producto. Entonces, nuestro modelo plantea que el valor unitario de la harina de pescado que exporta el Perú ( $V_{HP}$ ) está en función de las siguientes variables:

- Del valor unitario de la harina de soya en los países importadores ( $V_{HS}$ ) y del valor unitario del aceite de pescado ( $V_{AP}$ ). Variables que deben mostrar su papel de sustitutos y/o complementarios respecto al precio de la harina de pescado.
- De la producción acuícola para especies consumidoras de harina de pescado ( $Q_{AC}$ ), la producción avícola ( $Q_{AV}$ ) y porcina ( $Q_{PO}$ ) en cada país.
- De la importación de harina de pescado del Perú ( $Q_{HP}$ ) también de cada país. Se espera que sea la variable explicativa más fuerte.

Nuestro modelo corresponde a una función de demanda inversa de la forma exponencial, con elasticidad precio constante. El planteamiento sería como sigue:

$$V_{HP} = C \cdot V_{HS}^a \cdot V_{AP}^b \cdot Q_{AC}^d \cdot Q_{AV}^f \cdot Q_{PO}^g \cdot Q_{HP}^h \quad \text{Eq. 8}$$

En esta ecuación, debido al cambio de posición de variables entre  $V_{HP}$  y  $Q_{HP}$ , la elasticidad precio sería el inverso del exponente “h”; las elasticidades precio cruzadas respecto a la harina de soya y el aceite de pescado serían  $a/h$  y  $b/h$  respectivamente; y las elasticidades “ingreso” serían  $d/h$ ,  $f/h$  y  $g/h$  respectivamente. No obstante, dado que en nuestro planteamiento  $Q_{HP}$  es la variable independiente y  $V_{HP}$  la variable dependiente, la interpretación de las elasticidades debe ser cautelosa.

Los datos se transformaron a sus logaritmos para poder aplicar regresiones lineales, y, se decidió procesar la información utilizando la técnica de panel de datos por los siguientes motivos:

- La poca cantidad de observaciones anuales, 18, para cada país, lo que ofrece un reducido número de grados de libertad que puede ser ampliado con los datos de panel.
- La heterogeneidad en los efectos sobre el precio de la harina de pescado que pueden tener los sectores acuícola, porcino y avícola de cada país analizado.

Se espera capturar el efecto particular de la demanda de cada uno de los países sobre el valor unitario de la harina de pescado, y más precisamente, el efecto de cada sector económico. Para eso se plantea el modelo de efectos fijos, suponiendo que existen variables no observadas que tienen efecto sobre los términos independientes y que se capturarán con un parámetro más en el modelo. De esta manera, el modelo especificado es:

$$LVHP_{it} = c + a \cdot LVHS_{it} + b \cdot LVAP_{it} + d_i \cdot LQAC_{it} + f_i \cdot LQAV_{it} + g_i \cdot LQPO_{it} + h \cdot LQHP_{it} + u_i + e_{it}$$

En esta expresión:

- “i”, es el subíndice que corresponde a las secciones cruzadas, en este caso, a cada país, y “t” es el subíndice que corresponde a cada año.
- “c” es parámetro común a todas las secciones cruzadas que será modificado por  $u_i$ , quien captura el efecto particular de cada país sobre la variable dependiente.
- “a”, “b” y “h” son coeficientes asociados al precio de la harina de soya, el precio del aceite de pescado y la importación de harina de pescado respectivamente, comunes a todos los países.
- $d_i$ ,  $f_i$  y  $g_i$ , son los coeficientes de los sectores acuícola, avícola y porcino respectivamente, pero individualizados para cada país.
- $e_{it}$ , es el error del modelo.

Así, se espera capturar el efecto de cada país a través del parámetro “ $c+u_i$ ”, y el efecto de cada sector con ayuda de los coeficientes  $d_i$ ,  $f_i$  y  $h_i$ .

Si el impacto de cada país sobre la variable dependiente no fuera significativo, “ $u_i$ ” sería cero, lo que implica que el efecto de cada país es homogéneo y que por lo tanto, no sería necesario diferenciarlos. A este caso se le conoce como modelo agrupado.

En nuestro caso, primero se corrieron los datos mediante el modelo de efectos fijos. Las pruebas F y Chi cuadrado que sirven para verificar su idoneidad mostraron valores en la zona de rechazo: la prueba F arrojó un valor de 1.136 con una probabilidad de 0.33; y, la prueba Chi cuadrado un valor de 2.847, con una probabilidad de 0.24. Este resultado demuestra que el modelo agrupado se adapta mejor a nuestro caso de análisis.

Los resultados de la regresión con el modelo agrupado se muestran en la Figura 4-2. El general, el  $R^2$  muestra un resultado bastante alto (0.92) y el estadístico Durbin-Watson (1.96) indica que la posibilidad de autocorrelación es baja. El nivel de significancia de los coeficientes y su interpretación se explicará a continuación:



Figura 4-2 Regresión con datos de panel para el valor unitario de la harina de pescado

Dependent Variable: LVHP?				
Method: Pooled EGLS (Cross-section weights)				
Date: 09/16/13 Time: 09:08				
Sample: 1994 2011				
Included observations: 18				
Cross-sections included: 3				
Total pool (balanced) observations: 54				
Linear estimation after one-step weighting matrix				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-5.0867372	7.032073866	-0.72336231	0.47356422
LQHP?	-0.16209581	0.056632778	-2.86222601	0.006596568
LVHS?	0.31553947	0.136943784	2.30415332	0.026355356
LVAP?	0.22941043	0.094236331	2.43441598	0.019356726
CHI--LQACCHI	1.48438847	0.520314458	2.85286801	0.006760273
ALE--LQACALE	-0.19317488	0.210521382	-0.9176022	0.364193687
JAP--LQACJAP	-0.19262979	0.309736753	-0.62191455	0.537441281
CHI--LQAVCHI	-1.14332727	0.59288395	-1.92841663	0.06074738
ALE--LQAVALE	0.30373554	0.50013149	0.60731136	0.546993286
JAP--LQAVJAP	3.28884462	1.007321635	3.26493992	0.0022143
CHI--LQPOCHI	0.27100801	0.613378667	0.44182823	0.660935226
ALE--LQPOALE	0.53281594	0.779982999	0.68311225	0.498378114
JAP--LQPOJAP	-2.41763794	1.199510444	-2.01552054	0.050436818
Weighted Statistics				
R-squared	0.92740327	Mean dependent var	6.535131847	
Adjusted R-sq	0.90615544	S.D. dependent var	0.866059539	
S.E. of regressi	0.13831875	Sum squared resid	0.784415109	
F-statistic	43.6469748	Durbin-Watson stat	1.961207722	
Prob(F-statistic)	1.84E-19			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.92695264	Mean dependent var	6.418795813	
Sum squared r	0.78928415	Durbin-Watson stat	1.934338848	

- Cantidad exportada de harina de pescado (LQHP).- La relación entre la cantidad de harina de pescado que exporta el Perú a cada país tiene un impacto inverso sobre el valor unitario de la harina de pescado, lo que corresponde a lo esperado según lo descrito líneas arriba. El coeficiente (-0.16) es el mismo para todos los países y su valor de significancia bastante menor a 0.05. No obstante, al evaluar su magnitud estandarizada para poder compararla con el resto de coeficientes, el resultado indica que la

abundancia o escasez de la harina de pescado no es el factor más determinante del precio, pues en la regresión hay coeficientes estandarizados mayores (ver Tabla 7-1 del Anexo 7.6). Si bien, hemos mencionado que el inverso de esta cifra (-6.169) sería el valor de la elasticidad precio de la demanda, no sería del todo cierto afirmar que cada vez que el precio baja en 1% la cantidad a comprarse aumentará en 6.169%, pues no es el precio lo que determina la disponibilidad del producto. En realidad, lo que está reflejando este coeficiente de elasticidad bastante alto es posibilidad que tienen los compradores de reemplazar el producto con harina de soya; la posibilidad de reemplazar de país proveedor con otro ofertante del producto, y, la variabilidad que muestra la disponibilidad del producto debido a factores ambientales. En vista de que usaremos este valor en cálculos posteriores es importante evaluar su nivel de incertidumbre. Para eso hemos comprobado que los residuos de la regresión siguen una distribución normal (ver evaluación estadística del Anexo 7.6), hemos tomado el error estándar de este coeficiente, 0.0566 según se reporta en la Figura 4-2, y con el estadístico t de Student para 41 grados de libertad y 95% de confianza (2.021) hemos calculado el intervalo dentro del cual se encontraría el coeficiente en los posibles muestreos. El resultado ha sido el intervalo formado por -0.2765 y -0.0476, con lo cual la elasticidad calculada previamente (-6.169) estaría dentro del rango formado por los valores -3.615 y -20.990.

- Valor unitario de la harina de soya (LVHS).- La cifra encontrada muestra el efecto del precio de la harina de soya sobre el precio de la harina de pescado. El número indica que cada vez que el precio de la harina de soya ha subido en 1%, el precio de la harina de pescado lo ha hecho en 0.315%, es decir, revela que hay un impacto medido sobre el precio. El signo positivo significa que a mayor precio de la harina de soya será más atractivo sustituirla por harina de pescado, lo que a su vez impulsará el precio de esta última. Tal como mencionamos anteriormente, con los coeficientes obtenidos podemos calcular la elasticidad cruzada del precio de la harina de soya respecto a la cantidad de harina de pescado (1.94), cifra que explicaría en cuánto aumentó la importación de harina de pescado debido al aumento en el precio de la harina de soya. No obstante, la interpretación de esta cifra debe ser prudente, por lo menos en el corto plazo, pues un aumento en el precio de la harina de soya no aumentará la disponibilidad de anchoveta en el mar peruano<sup>29</sup>. La harina de soya es la fuente de proteína vegetal más usada en la ganadería, debido a su precio relativo y disponibilidad. Entre el año 2001 y 2010 la producción mundial creció en promedio en 5% cada año, acompañando el crecimiento de la producción ganadera (FAO, 2012 b), a diferencia de la harina de pescado, cuya oferta mundial fluctúa sin crecer alrededor de los 5 M T desde inicio de la década de los 2000 (FishStatJ, 2013).

---

<sup>29</sup> El signo positivo asociado a la elasticidad cruzada sí refleja el impulso que recibe el sector pesquero peruano para producir más harina de pescado, ya sea vía sobreexplotación, desvío de lo que debería ser destinado el consumo humano directo, uso de residuos de la industria pesquera o mejoras en los ratios de conversión en el largo plazo.

- Valor unitario del aceite de pescado (LVAP).- El signo que acompaña al precio del aceite de pescado muestra una correlación positiva respecto al precio de la harina de pescado, lo que refleja en realidad la influencia que reciben ambos commodities del crecimiento de la acuicultura y ganadería mundial. Es conocido su papel a veces de sustituto y a veces de complemento en la preparación de piensos, no obstante, según nuestro resultado numérico, predomina su papel de sustituto en el consumo. Aquí también podemos calcular un coeficiente de elasticidad precio cruzada (1.41), no obstante, dado que el precio del aceite de pescado está en alguna medida determinado por la demanda de los principales países importadores (Chile, Bélgica y Dinamarca) y del precio de aceites sustitutos vegetales, la elasticidad refleja de manera indirecta el impacto de estas economías sobre la cantidad de harina de pescado importada por China, Alemania y Japón.

Ya que las pruebas F y Chi cuadrado rechazan la aplicabilidad del modelo de efectos fijos, no hemos podido diferenciar numéricamente el impacto de cada economía sobre el precio de la harina de pescado, sin embargo, es obvio que cada país tiene un efecto particular y lo comentaremos a continuación. No obstante, sí es más visible el impacto de cada sector económico sobre el precio de la harina de pescado, lo que también será explicado en las líneas siguientes.

**China.** Es el principal importador mundial de harina de pescado y exporta a lo más el 1% de su propia producción. El despegue económico de este país ha impulsado su consumo de harina de pescado, sin embargo, mientras que durante la década de los noventa importaba en promedio el 76% de su consumo, desde al año 2006 al 2009 sus importaciones alcanzan el 54% de lo que necesita internamente. Este cambio se debe a que desde el año 2006, China ha incrementado vertiginosamente la producción de harina de pescado en base a desechos de la industria pesquera, pasando a ser, en el 2009, el principal país productor del mundo de harina de pescado de cualquier origen (por encima del Perú), es decir, tanto de pescado natural como de desechos industriales (FishStatJ, 2013), lo cual le significa una fuente de suministro propio a los sectores que lo requieren.

- Sector acuícola chino (LQACCHI).- Con un nivel de confianza muy alto, el coeficiente 1.48 muestra un alto impacto del sector acuícola chino sobre el precio de la harina de pescado. Eso se debe a que es un gran productor de camarones, peces marinos y langostinos, especies en cuya dieta la harina de pescado todavía tiene una alta participación. El inverso de la cifra (0.67) reflejaría una relación de dependencia bastante inelástica entre el precio de la harina de pescado y la producción acuícola de este país; mientras que el impacto del sector acuícola sobre la cantidad importada de harina de pescado ( $1.48/0.16=9.15$ ), aunque arroja una cifra bastante alta, sería un indicador muy indirecto de la necesidad que ha tenido el sector acuícola del uso de este insumo.
- Sector avícola chino (LQAVICHI).- Con un nivel de confianza aceptable el coeficiente -1.14 indica que el sector avícola ha tenido un impacto inverso sobre el precio de la harina de pescado en el periodo analizado. Esto es un reflejo del desplazamiento que ha provocado el sector acuícola sobre este

sector respecto al consumo de harina de pescado en China, por medio del alza en el precio. El sector avícola ha reaccionado con innovaciones en la preparación de piensos, lo que ha permitido su remplazo por la harina de soya, otras fuentes de proteínas oleaginosas y proteínas provenientes de desechos animales como sangre, huesos y plumas de pollo. Según encuentran Steinfeld et. al (2009), en China, el porcentaje de harina de pescado usado en pienso avícola es casi nulo.

- Sector porcino chino (LQPOCHI).- La carne de cerdo es una de las fuentes de proteína animal más consumida en China y componente clave de lo que consideran su seguridad alimentaria. La producción nacional ha atravesado, desde 1980, un proceso de industrialización y concentración impulsado por el Estado a través de normas y subsidios (Chen & Wang, 2013). El resultado ha sido que el contenido promedio de harina de pescado en el pienso usado en la crianza es aproximadamente 1%, mientras que el contenido de harina de soya es el 25% (Steinfeld et. al, 2009), producto que se encuentra con relativa disponibilidad, gracias a la producción nacional y a la importación. No obstante, se sabe que se privilegia el uso de la harina de pescado en especímenes de edad temprana, para luego reducirlo progresivamente. Así, el resultado numérico de nuestra regresión muestra que el crecimiento del sector porcino chino no ha tenido impacto en el precio de la harina de pescado.

**Alemania.** No es un gran productor de harina de pescado, sin embargo, está entre los principales exportadores. Entre los años 2000 y 2009 exportó un equivalente al 1,278% de su propia producción, e importó el 865% de lo que requirió su industria local (FishStatJ, 2013). Se trata de un país re-exportador que tiene como clientes principales a Noruega, Dinamarca, Grecia, entre otros, y se abastece de Perú, Chile y Marruecos (International Trade Centre, 2013). Es el segundo importador de harina de pescado del Perú, no obstante, es notorio que su flujo comercial respecto a este commodity no depende del vaivén de su industria local. Nuestra regresión arroja coeficientes no significativos, tanto para su sector acuícola, como para el avícola y porcino.

- Sector acuícola alemán (LQACALE).- A pesar de que la cifra no es estadísticamente significativa el signo refleja una tendencia de remplazo de harina de pescado por otra fuente de proteína. El principal producto acuícola de Alemania son salmones y truchas (Rana & Ha san, 2009), especie para la cual el uso de la harina de pescado en su alimentación ha bajado sostenidamente. Los datos registrados por Tacon et al. (2011) sobre el uso global de harina de pescado muestran que en 1995, el 45% del contenido total del pienso para salmón estaba compuesto de harina de pescado, mientras que en año 2010 es sólo de 22%; para el caso de la trucha el porcentaje baja de 40% a 20%, lo que demuestra un alto proceso de sustitución.
- Sector avícola alemán (LQAVALE).- Steinfeld et. al (2009) encuentran que en la primera parte de la década del 2000, la composición del pienso avícola en Alemania, en promedio, tenía aproximadamente un 33% de proteína de origen vegetal y sólo un 2% de harina de pescado.
- Sector porcino alemán (LQPOALE).- Los mismos autores anteriores muestran que la composición del pienso promedio para cerdos usa menos del 1% de harina de pescado. No obstante, tanto en el caso del sector

avícola como porcino alemán, la reducida participación de la harina de pescado en el pienso no es lo que explica el poco vínculo entre esa producción agropecuaria y el precio de la harina de pescado de nuestro modelo. El poco vínculo que muestran los datos se debe a que esos sectores alemanes no son los usuarios finales de la harina de pescado, al menos, en las magnitudes en las que el país importa el producto.

**Japón.** Ocupa el quinto lugar en la lista de países productores de harina de pescado, sin embargo, ya que su fuente natural, la “anchoa japonesa” está sobreexplotada, no ha podido acompañar el crecimiento de las industrias consumidoras. Japón, entre los años 2000 y 2009, importó el 63% de sus requerimientos de harina de pescado (FishStatJ, 2013), lo cual muestra una dependencia fuerte de sus sectores económicos respecto al abastecimiento mundial. Es el segundo país importador del mundo de harina de pescado y al mismo tiempo es un gran importador de harina de soja. No obstante, entre el 2001 y 2012, las importaciones de harina de pescado han descendido cada año, en 4.6% en promedio, y las importaciones de harina de soya han aumentado cada año en 9.1% en promedio, reflejando un proceso de sustitución de producto, que se complementa con el creciente uso de residuos del proceso de producción de etanol y de la industria alimentaria, como fuentes adicionales de proteína para la ganadería (Makkar, 2013). A esto hay que sumarle una tendencia negativa en la participación del Perú como proveedor principal de harina de pescado del Japón. En el año 2001, el Perú abasteció el 52% de sus importaciones, mientras que el año 2011, solo el 38%, reflejando una sustitución de país proveedor (International Trade Centre, 2013).

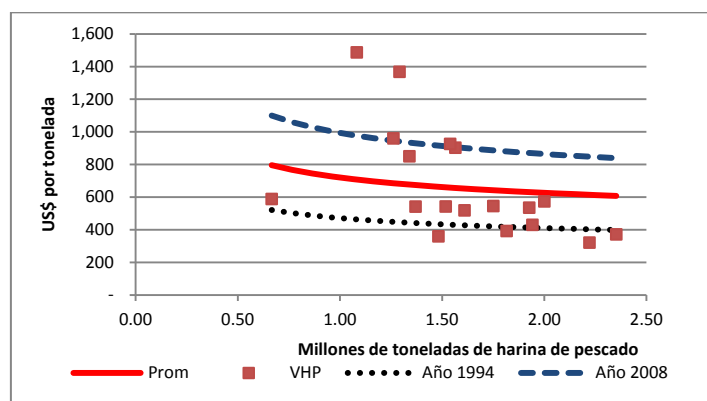
- Sector acuícola japonés (LQACJAP).- El coeficiente del sector respecto al precio de la harina de pescado es estadísticamente no significativo, lo que puede explicarse por el comportamiento de la producción de especies consumidoras de harina de pescado: esta descendió en promedio en 5% cada año, entre 1994 a 2011, siguiendo la tendencia de todo el sector, que muestra una caída anual promedio de 2.4% (FAO, 2013 b). Asimismo, Japón es un gran consumidor de productos marinos, pero la producción acuícola mayoritaria corresponde a especies como amberjack, silver sea bream y anguilas (Rana & Hasan, 2009), poco consumidoras de harina de pescado.
- Sector avícola japonés (QAVJAP).- Aunque el uso de la harina de pescado en la composición de pienso avícola solo corresponde a menos del 1%, el coeficiente 3.28 sugiere un impacto importante de este sector en el precio de la harina de pescado, con un valor además, estadísticamente significativo. La producción avícola ha tenido un crecimiento moderado pero sostenido, entre los años 2001 al 2010, con un promedio anual de 1.7%.
- Sector porcino japonés (QPOJAP).- Muestra un coeficiente negativo y relativamente alto, -2.41. Esto se debe a que mientras el precio de la harina de pescado ha subido, la producción porcina ha caído en 0.5% cada año en promedio, en un contexto de bajo crecimiento de toda la economía japonesa. Adicionalmente, los datos reflejan el desplazamiento que ha provocado el sector avícola sobre el porcino, como consumidor de harina de pescado.



corresponden a los precios de los años 2010 y 2011, asociados a un crecimiento continuo de la demanda, pero también a una reducción de la captura de anchoveta y menor producción de harina de pescado en el Perú.

De acuerdo a este gráfico podemos afirmar que las importaciones de harina de pescado que hace el mundo desde el Perú han variado en cuanto a la cantidad en un rango entre los 0.6 MT y 2.3 MT. Dentro de ese rango de cantidades, los precios han crecido entre 1994 y 2011 y las causas las encontramos en los coeficientes calculados en las ecuaciones y sus valores estandarizados (ver Tabla 7-1 del Anexo 7.6). Según estas cifras, el orden de impacto sobre el precio lo encabeza el consumo realizado por el sector acuícola chino, el sector avícola chino, el sector avícola japonés, y luego el comportamiento de los precios del aceite de pescado y la harina de soya.

**Gráfico 4-2 Demanda estimada total de harina de pescado del Perú, bajo condiciones de 1994, condiciones promedio y condiciones del año 2008. Incluye precio y cantidad de harina de pescado exportada (VHP) entre 1994 y 2011**



## 4.2. De las cuotas globales a las cuotas individuales

### 4.2.1. El libre acceso regulado en la década del 2000

Hemos visto ya que desde los años noventa del siglo pasado las condiciones ambientales de largo plazo del Pacífico Sur cambian favoreciendo la reproducción de la anchoveta. Al mismo tiempo, el crecimiento del sector acuícola en China y otros países han elevado el precio internacional de la harina y aceite de pescado, lo que implica un mayor impulso a su captura. En esos años, IMARPE como ente regulador ha tratado de cuidar la sostenibilidad del recurso utilizando vedas y cuotas globales de pesca. La Resolución Ministerial 463-91-PE (1992) define desde 1992 dos vedas regulares para todo el litoral, en febrero y en agosto. Sin embargo, a éstas se añaden más días sin pesca en partes focalizadas del litoral y por distinta duración según el seguimiento realizado a las tallas de captura y otras características en el momento del desembarque. Las cuotas globales de pesca han sido definidas algunas veces para todo el litoral, mientras que otras veces para cada una de las zonas de pesca (Norte-Centro y Sur) por separado, en donde ha predominado la zona Norte-Centro por ser la que mayor biomasa concentra.

La Tabla 4-3 muestra que las vedas han sido el principal instrumento de control de captura en los años noventa, por la regularidad de su duración, mientras que las cuotas parecen tener un papel secundario por su intermitencia y su poca relación con la captura. En todos los años, desde 1989 hasta 2008, la cuota aplicada ha sido menor que la captura realizada debido a que han sido cuotas definidas para áreas específicas de pesca y no para todo el litoral (ver el porcentaje de captura respecto a la cuota global en el Gráfico 7-5 del Anexo 7.5). Por otro lado, la comparación del volumen de captura versus la biomasa arroja porcentajes normalmente altos debido a que la biomasa es un dato discreto, es decir, registrado en un momento en el tiempo, mientras que la captura es la acumulación de lo extraído a lo largo de un año. No obstante el ratio captura/biomasa es alterado por los vaivenes de la biomasa, también debería permitir identificar cambios en la intensidad de pesca que obedecen, por ejemplo, a cambios efectos regulatorios. Así, la Tabla 4-3 muestra altas tasas captura/biomasa desde 1989 hasta 2007, excepto para los años 1991 y 1992, en un contexto en donde se adecua la legislación y parece haber un esfuerzo mayor de preservación del recurso. A partir de 1993 este espíritu se relaja y se regresa a las tasas de captura normalmente altas (ver la serie completa en el Gráfico 7-6 del Anexo 7.5).

**Tabla 4-3 Días de veda y cuotas de captura globales**

Año	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	...	2007	2008	2009	2010	2011
Biomasa (MT)	4.2	3.83	5.75	9.03	11.8	13.5	7.02	...	8.26	10.9	8.15	8.12	10.5
Captura (MT)	3.72	2.92	3.08	4.87	7.01	9.8	6.56	...	6.08	6.12	5.83	3.33	6.99
Captura/Biomasa	89%	76%	54%	54%	59%	73%	93%	...	74%	56%	72%	41%	67%
Días de veda <sup>1</sup>	85	116	163	103	140	136	166	...	317	315	209	235	55**
Cuota (MT) <sup>1</sup>	0.6*	2.4*	0.3*	-	-	3*	5.8*	...	5.3*	5*	6	4.9	6.98

<sup>1</sup> (IMARPE, 2010)

\* Cuotas definidas sólo para algunos meses del año. \*\* Preliminar.

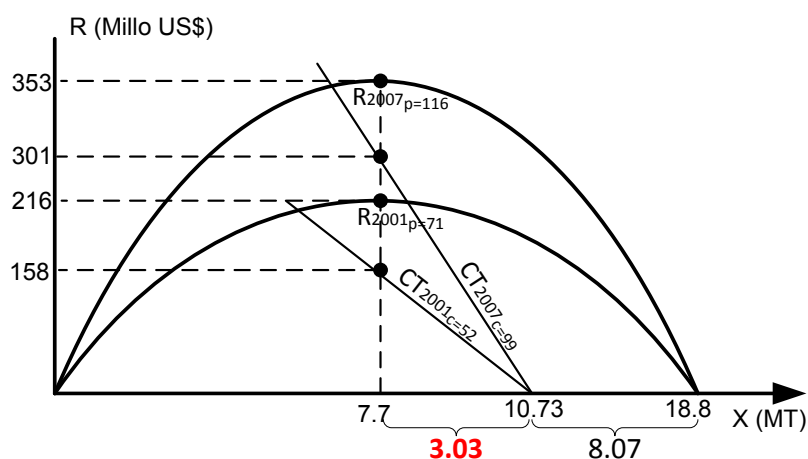
Elaboración propia en base a datos de IMARPE y PRODUCE.

Las tasas de captura que se registran para años anteriores al 1989 muestran valores bastante extremos. Por ejemplo, un pico de 344% en 1982 debido a una caída fuerte de la biomasa por un Fenómeno del Niño y un piso de 2% en 1984, todo esto en el contexto de una fase ambiental de escasez de anchoveta en el Pacífico Sur. Si no consideramos tales valores extremos tendríamos una tasa de captura del 68% para los años ochenta. Para la década del noventa, fase ambiental de abundancia, los valores se estabilizan alrededor del 74% y solo son alterados por los efectos del Niño de 1997/98. Desde el año 2000 hasta el 2008, las tasas de captura fluctúan en torno al 73% con relativa estabilidad, lo que nos lleva a hacer la siguiente observación. El régimen del libre acceso que ha prevalecido en la pesquería peruana en los años setenta y ochenta, y que ha sido regulado a través de vedas, no ha podido ser significativamente modificado en los años noventa por la legislación vigente en aquella época, a pesar de haber introducido el control de captura por cuotas globales. Desde 1970, año del famoso boom pesquero, hasta el 2008, año previo al inicio del régimen de cuotas individuales, la tasa de captura respecto a la biomasa ha tendido grandes picos y pisos pero en promedio se ha mantenido fluctuando alrededor del 74%.



Vamos a valernos del modelo de Gordon-Shaefer para escenificar la situación de la pesca de anchoveta en el Perú hasta antes de la aplicación de las cuotas de captura individuales, partiendo de la explicación que hacen Asche et al. (2009) sobre los efectos de las cuotas globales en la generación de la renta, pero introduciendo ciertas adaptaciones basadas en las conclusiones obtenidas hasta el momento. Usaremos para ello datos de costos e ingresos de la pesca de anchoveta para los años 2001 y 2007 referidos en la Tabla 4-4, que han sido deflactados según el Índice de Precios al Consumidor en los mismos años, para convertirlos en valores reales. Se han elegido estos dos años porque muestran magnitudes de captura casi idénticas, 6.05 MT y 6.07 MT respectivamente, lo que permite que los resultados sean comparables, en años regulados por el régimen de cuotas globales. Además, nos permite usar una captura semestral de 3.03 MT, como promedio en esos años, para nuestra explicación. Es importante también advertir que esta representación gráfica es una herramienta estática con valores discretos pero intenta modelar un proceso que es en realidad dinámico y continuo, no obstante, su poder explicativo es válido pues refleja los intereses y decisiones de los actores pesqueros.

**Gráfico 4-3 Modelo Gordon-Schaefer y los ingresos y costos de la captura semestral de anchoveta en el Perú 2001 y 2007**



Fuente: Elaboración propia

Así, el Gráfico 4-3 muestra en el eje de las abscisas la biomasa con tres cifras representativas. El valor 18.8 MT es la capacidad de carga teórica del ecosistema suponiendo que no hay captura y se permite la reproducción hasta su máximo posible, tal como resulta de nuestro análisis en el capítulo 3.1.4, sabiendo que esta cifra es el promedio dentro de un rango limitado por 15.1 MT y 20.9 MT, para un intervalo de confianza del 95%. Dado que desde que nace el sector pesquero industrial en el Perú la pesca ha sido muy intensa y no se ha detenido, es difícil asumir que la población de anchoveta se haya recuperado a los valores que existían previos al inicio de la captura industrial. Por lo tanto, la biomasa que publica IMARPE, 7.7 MT en promedio, es un valor que estará ubicado a la izquierda de la capacidad de carga teórica y es a partir de este valor que empieza la captura de su excedente o crecimiento. Para una captura promedio semestral de 3.03 MT en esos dos años, podemos afirmar que, si ésta no se hubiera realizado, la biomasa hubiera crecido hasta los 10.73 MT. Esto significa que la distancia que se forma entre la capacidad de carga teórica,

18.8 MT, y la biomasa con su excedente capturado, 10.73 MT, sería la población que pudo haber existido antes del inicio de la captura industrial. Sabemos que en realidad, la captura y el crecimiento de la biomasa son procesos simultáneos, y si ambas magnitudes fueran idénticas la biomasa permanecería constante. Sin embargo, para los fines de nuestra explicación podemos suponerlas como actividades secuenciales, lo que nos permitiría afirmar que cada vez que se inicia una temporada de pesca la biomasa empezaría en 10.73 MT y la captura la reduciría a 7.7 MT.

El eje de las ordenadas mide el ingreso monetario del sector suponiendo un precio del recurso constante y, los costos totales, suponiendo también un costo de cada tonelada de anchoveta constante. La curva  $R_{2001}$  es la curva de ingresos sustentables para un precio de 71 US\$ la tonelada de anchoveta, tal como se registra para el año 2001, según la Tabla 4-4; mientras que  $CT_{2001}$  es la recta de costos totales para un costo unitario de US\$ 52. En la medida que en cada semestre la captura inicia cuando la biomasa es 10.73 MT y avanza hacia la izquierda, el costo total empieza desde ese punto y no desde el punto K (18.8 TM), como lo grafican Asche et al. (2009). Usando el costo unitario de US\$ 52 y la captura semestral de 3.03 MT obtenemos un costo total semestral de US\$ 158 millones y un beneficio total semestral para el sector de US\$ 58 millones por semestre.

**Tabla 4-4 Captura (en miles de TM) costos, ingresos y utilidades (en miles de US\$) anuales de la flota anchovetera 2001 y 2007, a precios constantes del 2001**

Año	Captura	Costo Fijo	Costo Variable	Costo Total	Ingreso Total	Utilidades	Precio	Costo Unitario
2001	6,051	181,642	134,069	315,711	432,482	116,771	71.5	52.2
2007	6,071	409,685	192,980	602,665	706,353	103,688	116.3	99.3
Var. %	0.33%	125.55%	43.94%	90.89%	63.33%	-11.20%	62.79%	90.26%

Fuente: Datos nominales obtenidos de Paredes y Gutiérrez (2008), convertidos en valores reales.

Tal como hemos visto en el capítulo 2.3.3, en la década del 2000 hacen sentir sus efectos ciertos factores que van a dar pie a un nuevo impulso en el crecimiento de la capacidad de pesca. Estos son:

- El crecimiento de la biomasa por estar en una fase ambiental de abundancia en el Pacífico Sur, con un promedio anual cercano a las 10 MT, entre el año 2000 y 2008.
- Un crecimiento del precio internacional de la harina de pescado de 14% cada año, entre 2001 y 2007, debido al auge de la economía China y del sector acuícola mundial, lo que internamente se traslada al precio de la tonelada de anchoveta, que sube de US\$ 71 a US\$ 130, en términos nominales y a US\$ 116.3 en términos reales entre esos mismos años.
- La flexibilización, desde el año 2000, de la regulación que restringía la entrada de nuevas embarcaciones, permitiendo el crecimiento de la flota principalmente de madera, con lo que las unidades de pesca pasaron de 672 en ese año a 1,285 en el año 2007. Si bien la flota de madera es de menor escala, su crecimiento en número implica más actores que pugnan por participar de la renta del recurso.

- La existencia de una legislación laboral bastante blanda que permite salarios flexibles, y de una mano de obra abundante en los puertos pesqueros dispuesta a entrar y salir de este sector económico en función de los días hábiles de pesca.

Ante estas condiciones, IMARPE, como ente técnico regulador de la captura, usa vedas y cuotas globales, con lo que reduce los días de pesca de 208 en el año 2001, a sólo 48 en el año 2007 (IMARPE, 2010). El resultado de todas estas tendencias es el cambio de la estructura de costos del sector reflejado en el crecimiento de los costos fijos y variables, como se registra en la Tabla 4-4, propiciando el uso más intensivo del capital para asegurarse la porción más grande en la competencia por el pescado. Los costos fijos están compuestos por pagos administrativos al Estado (seguros, permisos de capitán, sistema satelital), depreciación de equipos, mantenimiento de la embarcación y un 10% del valor de la misma, que según calculan Paredes y Gutiérrez (2008), puede tomarse como valor aproximado de la depreciación de la embarcación y sus costos financieros. Como se muestra en la tabla, entre el año 2001 y 2007 su crecimiento en términos reales ha sido del 125%, indicando un aumento de la capacidad de captura, en un contexto en donde la tasa de interés, el tipo de cambio y el índice de precios de maquinarias y equipos importados han bajado en el mismo periodo, tal como se ha visto en la página **¡Error! Marcador no definido..**

Los costos variables están formados principalmente por salarios a la tripulación y combustibles, aproximadamente 29% y 37% respectivamente. Así, vemos en la tabla que entre el año 2001 y 2007 los costos variables han subido en 44%, impulsados principalmente por el crecimiento en el precio del diesel que ha tenido una variación en ese mismo lapso de 62% (INEI, 2012 b). Es así que el aumento en el costo total de casi 91% es explicado por el crecimiento de los costos fijos en términos reales y en parte por el precio del combustible por efectos nominales, lo que hace que el costo de cada tonelada capturada pase de US\$ 52.2 a US\$ 99.3 entre esos mismos años.

Colocando estos valores en el Gráfico 4-3 dibujamos una nueva curva de ingresos ( $R_{2007}$ ) con US\$ 116 como el precio de la tonelada de anchoveta del año 2007, lo que genera un ingreso total US\$ 353 millones en cada semestre; y una nueva recta de costos totales ( $CT_{2007}$ ), con el costo unitario de US\$ 99.3 y un valor total de US\$ 301 millones. La utilidad semestral promedio calculada en el año 2001 es US\$ 58 millones y la del año 2007, US\$ 52 millones, cifra algo menor pero con muchas más embarcaciones participando de la pesca, lo que diluye la participación de cada cual en la distribución de utilidades. En ambos periodos comparados se ha capturado lo mismo y se ha ganado en términos reales casi lo mismo, pero en el 2007 con costos unitarios y precios mucho más altos.

Vemos entonces cómo las fuerzas del mercado, es decir, la oferta compuesta por las embarcaciones (y las plantas de harina de pescado) y la demanda determinada en este caso por el mercado mundial de harina de pescado, pugnan por tener una participación mayor de la renta que genera este recurso natural. Estas comparaciones también explican por qué es de interés de un sector de las empresas dueñas de embarcaciones y productoras de harina de

pescado pasar de un sistema de control de captura global a uno de control de captura individual, pues ven en peligro su participación en el reparto de la utilidad total. Asimismo, salta a la vista el esfuerzo que tiene que hacer el Estado, o al menos la parte de él que está comprometida con la preservación del recurso natural, por mejorar su capacidad de control. Y, finalmente, estos resultados muestran también que la entrada de nuevas embarcaciones y el aumento en el precio de la anchoveta han desplazado el óptimo económico del sector más a la derecha del valor calculado en el capítulo anterior, lo que implica que manteniéndose la captura semestral promedio en 3.30 MT (dato válido entre 1994 y 2008) o un valor cercano, el coeficiente de utilización económica se reduce considerablemente reflejando un aumento de la ineficiencia económica del sector.

#### *4.2.2. Gobernanza en la pesquería: Institucionalidad y sistema legal*

La presión del mercado por participar de la renta que genera el recurso natural pone a prueba la capacidad del Estado para lograr, por un lado, la conservación del recurso, y por otro, una mejora en la eficiencia económica del sector. Ambos objetivos están relacionados con la cantidad de anchoveta que captura la flota y con la capacidad de pesca acumulada en varios años de inversión.

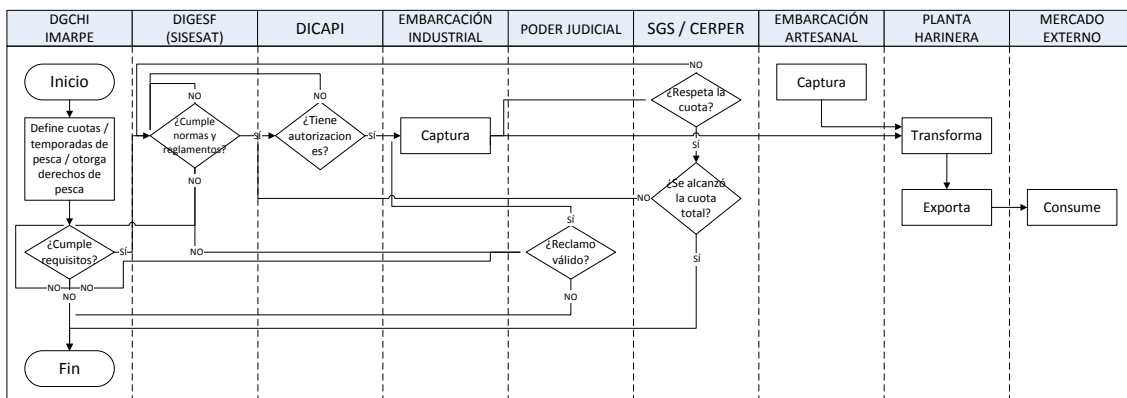
Se puede evaluar la capacidad regulatoria del Estado utilizando el enfoque institucional, teniendo en cuenta que la óptica neoclásica utilizada hasta el momento se circunscribe al análisis de las variables precio y cantidad, pero no considera el contexto ni los caminos que siguen ambas hasta realizarse. El enfoque institucional centra su análisis en el conjunto de normas legales, generales y sectoriales; mecanismos formales e informales; organismos privados o públicos; y, actores que gobiernan las transacciones entre las diferentes unidades económicas que participan de una actividad, y que determinan la eficacia de sus logros (Williamson, 1996). Así, el nivel de renta que genera la pesquería, la participación de los actores en su distribución y la sostenibilidad biológica de la actividad, no solo estará orientada por el sistema legal, sino por un entramado más complejo de instituciones sociales que a continuación pasamos a identificar.

El flujograma de la Figura 4-3 describe los actores de la pesca y las acciones que ejecutan, lo que determina la cantidad capturada y el esfuerzo utilizado. En el Perú, el ente regulador de la pesca es el Viceministerio de Pesquería, parte del Ministerio de la Producción (PRODUCE). Dentro del Viceministerio hay dos dependencias claves que participan en la regulación de la captura: la Dirección General de Extracción y Producción Pesquera para Consumo Humano Indirecto (DGCHI), quien entre otras tareas propone el marco legal de las actividades extractivas y otorga derechos de pesca; y, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), cuya función es evaluar la disponibilidad de los recursos hidrobiológicos, definir cuotas de captura y cumplir el papel de asesor técnico del Viceministerio.

El flujograma muestra que una vez que IMARPE ha definido cuotas de captura y ha recomendado el inicio de la temporada de pesca, y al mismo tiempo, la DGCHI ha otorgado los permisos de pesca a las embarcaciones que cumplen

los requisitos, la embarcación puede zarpar pasando previamente por el control de la Dirección General de Capitanía y Guardacostas (DICAPI), una dependencia en puerto de la Marina de Guerra del Perú. Mientras se ejecuta la pesca y desembarque la actividad de las embarcaciones es supervisada por la Dirección General de Supervisión y Fiscalización (DIGESF), que tiene entre sus funciones ejecutar inspecciones a las embarcaciones, imponer sanciones, como el impedimento de zarpe, en el caso que éstas transgredan alguna normativa, y gestionar el Sistema de Seguimiento Satelital (SISESAT). Desde el año 2003, todas las embarcaciones que participan de la pesca industrial, tanto las de acero, como las de madera (vikingas) deben contar con una baliza satelital conectada al SISESAT, de tal manera que sea posible controlar que la pesca se restrinja a las áreas destinadas a la actividad industrial y no invada el área reservada para la pesca artesanal. Este sistema ha representado un avance respecto a la situación anterior que se asemejaba más a la pesca del libre acceso, aunque en los inicios de su aplicación se comenta que algunas embarcaciones, especialmente las de madera, encontraban la forma contravenir al sistema. Desde el año 2009, el sistema se ha reforzado de tal manera que en la actualidad, en teoría, es imposible separar la embarcación de la baliza, y DIGESF puede emitir sanciones si alguna embarcación deja de ser ubicable por más de dos horas.

Figura 4-3 Actores y acciones relativas al control de captura y el esfuerzo pesquero



Fuente: Elaboración propia

La captura que realizan las embarcaciones es controlada, desde el año 2004, por dos empresas privadas certificadoras: Certificaciones del Perú S.A. (CERPER), empresa peruana a cargo del seguimiento de las descargas de la zona centro-norte del país; y, la Société Générale de Surveillance (SGS), empresa Suiza a cargo del seguimiento de las descargas de la zona sur del país. Ambas empresas tiene equipos de controladores desplegados a lo largo de los puertos pesqueros del litoral de tal manera que realizan un control “in situ”, cada vez que llega una nave, con una persona en el punto de descarga y otra en el punto de carga, transmitiendo sus mediciones mediante un celular a una base de datos a la que tienen acceso el DGCHI, IMARPE e incluso los dueños de las embarcaciones. Previo al año 2004, el control de la descarga se hacía de forma íntegramente manual y en algunos casos, la fuente principal de los datos era la empresa harinera que recibía la descarga o la misma embarcación. Paralelo al control de estas certificadoras, IMARPE, a través de sus estaciones de seguimiento descentralizadas, realiza controles biológicos

respecto a las tallas capturadas, especies asociadas y proporción de machos y hembras en cada carga; datos que pueden servir para determinar una alerta y proponer una veda temporal en una zona específica o incluso en todo el litoral cuando la captura de juveniles supere el 10% de los desembarques diarios.

En los últimos años ha ganado espacio un nuevo actor en la regulación de los permisos de pesca: el poder judicial. Ocurre que existen embarcaciones que han sido sancionadas por DIGESF por no tener permisos de pesca actualizados o por haber pescado sin tener activa la baliza satelital, y han logrado del poder judicial una medida cautelar que hace inaplicable la sanción impuesta, retornando así a la actividad pesquera. En la medida que la pesca se desarrolla a lo largo de todo el litoral y el sistema legal permite resolver un conflicto en la jurisdicción donde el implicado tenga residencia legal, el juez de la zona declara inaplicable la sanción y con ello socava el poder regulatorio del gobierno central.

La captura es desembarcada en una planta harinera que la transforma y exporta al mercado externo donde el producto es consumido. Es así que el mercado externo genera el incentivo suficiente para poner en movimiento a todos estos actores en la medida en que retribuye a todo el proceso con ingresos monetarios que serán distribuidos entre ellos. La posibilidad de obtener una parte de esos ingresos anima a las embarcaciones artesanales a entrar en el proceso. Legalmente, éstas están autorizadas a pescar en una zona reservada de 5 millas marinas partiendo de la línea costera y el destino de su captura debe ser para el consumo humano directo, no obstante, existen fuertes sospechas de que hay plantas harineras que pagan un precio atractivo a estas embarcaciones por su captura. En todo caso, el flujograma muestra que las embarcaciones artesanales están desvinculadas de cualquier supervisión.

Cabe anotar que el flujograma no considera a dos actores importantes en el proceso que son, por un lado, el presupuesto público del gobierno central que se alimenta a través de los impuestos de parte de la renta generada por el recurso; y por otro, el mercado laboral informal, que gracias a su flexibilidad es capaz de proveer al sector de la fuerza humana necesaria, según el vaivén de la biomasa capturable, y participar en la distribución de ingresos.

Vemos entonces, por un lado, que en la década de los 2000 se implementan una serie de mecanismos para incrementar el poder regulatorio del Estado, lo que suponemos debe haber acercado la cantidad de anchoveta que se extrae realmente del mar con la cantidad que se publica en base a los registros oficiales. No obstante, los datos expuestos en el capítulo anterior muestran que la cantidad de harina de pescado producida y exportada implica que la captura real es mayor a la registrada, haciendo evidente que el sistema todavía tiene fugas, que suponemos debe ser complicado cerrar<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> Según entrevista realizada al Secretario General del Sindicato de Pescadores de Chimbote y Anexos (2011), la carga que se registra en puerto es bastante menor a la que trae la embarcación. Esto es difícil de probar pues los registros de captura no son accesibles al público.

Dentro del enfoque institucional, el sistema legal como conjunto de disposiciones formales que regula las decisiones cotidianas de los actores arriba mencionados, juega un papel importante aunque no absoluto. La norma de mayor nivel que establece los fines y medios para promover el desarrollo sostenido del sector es la Ley General de Pesca D.L. 25977 (Congreso de la República del Perú, 1992). De ahí se desprenden hasta cinco categorías de normas secundarias que de mayor a menor jerarquía son: decretos supremos, resoluciones supremas, resoluciones ministeriales, resoluciones directorales, y un quinto nivel de normas menores. Estos documentos son los que se aplican a nivel operativo y tienen efecto directo sobre la regulación de la captura y el esfuerzo pesquero. Así, las resoluciones ministeriales son las que definen el inicio de una temporada de pesca o la interrumpen para declarar una veda temporal según el seguimiento a las tallas, y las resoluciones directorales se usan para aplicar sanciones a las embarcaciones infractoras. Arias Schreiber (2011) hace un análisis de la evolución de los instrumentos legales en la pesquería peruana y encuentra que desde el año 1994 ha aumentado el número de decretos y resoluciones, llegando a un pico de 28 documentos durante el Niño fuerte de 1997-1998, lo que indicaría que se han usado normas de regulación ágiles y adecuadas a las exigencias cambiantes del entorno. Ante la gran variabilidad de las condiciones ambientales se usa un manejo legal adaptativo acorde con las circunstancias.

Sin embargo, esta flexibilidad también ha servido para debilitar las restricciones que impone la Ley General de Pesca al ingreso de nuevas embarcaciones o el aumento de la capacidad de bodega, y son resultado de la coincidencia de intereses que se crea entre algunos grupos sociales y/o económicos, y el poder político de turno, obviando el criterio de sostenibilidad del recurso. Así, desde el año 2000 se emiten una serie de decretos supremos que, por ejemplo, autorizan a las embarcaciones de madera con licencia de pesca para consumo humano directo, a que realicen capturas para las plantas de harina de pescado (Ministerio de Pesquería, 2000); u otros decretos que prolongan plazos y suaviza procedimientos para la ampliación de la flota pesquera (ver 2.3.3, página 61). Esta relativa facilidad con la que un funcionario del poder ejecutivo contraviene el espíritu de una norma de mayor jerarquía es resultado de un desbalance en el equilibrio de poderes y la estructura presidencialista del sistema de gobierno; y de los escasos mecanismos de rendición de cuentas de que dispone una democracia joven como la peruana, que permite la toma de decisiones con un enfoque de corto plazo y cediendo a presiones de intereses particulares (Matsuda, 2001). A este rasgo se le conoce como clientelismo y representa una debilidad del sistema institucional (Fritz, Kaiser, & Levy, 2009).

En este mismo sentido, si bien la estructura legal muestra un cuerpo organizado, a veces las políticas definidas no se llegan a cumplir cabalmente en todas las jurisdicciones pues aparecen conflictos de interés entre el gobierno central y un gobierno local (regionales o municipales) que excede sus competencias y emite regulaciones contraviniendo las disposiciones de aplicación nacional, en el caso de la pesquería.

Así, la gran debilidad que encontramos en el poder regulatorio es la limitada capacidad de aplicar sanciones efectivas, tanto a las embarcaciones que por su cuenta y riesgo incumplen la normativa, como a los funcionarios que se

coluden para favorecer a alguna empresa. Como ejemplo están los casos en donde el poder judicial ha servido para mantener la impunidad de los transgresores; o, como lo detectan De la Puente et al. (2011), la falta de claridad de los reglamentos internos de PRODUCE al referirse a qué sanciones se enfrentan sus funcionarios cuando incumplen sus responsabilidades. Hemos visto que la demanda internacional de la harina de pescado hace cada vez más lucrativa la actividad, por lo tanto, el incentivo para entrar al sector o pescar más de lo debido está a la vista.

#### *4.2.3. Cuotas individuales no transferibles en el Perú*

La aplicación en el Perú de un régimen de control de la pesca por cuotas individuales es resultado de la interacción de muchas fuerzas, algunas coincidentes y otras confrontadas. Las más importantes son:

- El mercado mundial, que necesita y necesitará abastecerse de ésta y otras fuentes de proteína, en vista de las perspectivas de crecimiento económico y de la población mundial.
- Las plantas harineras y embarcaciones formales, que requieren garantizar su acceso a la renta que genera el recurso, aumentarla haciendo más eficiente el uso de su capital fijo, y evitar la libre entrada de otros actores para que esta renta no se disipe.
- Las embarcaciones formales e informales que, junto con la mano de obra que emplean, pugnan por entrar en el sector y participar de los ingresos generados cuando hay pesca, y salir flexiblemente para participar en otras actividades cuando no hay pesca.
- El Estado, que al representar los intereses de las generaciones futuras requiere de un esquema de pesca sostenible; necesita absorber una parte de la renta a través de la recaudación de impuestos; y responde, por conveniencia política, al afán redistributivo que exigen las pequeñas y medianas empresas, así como los trabajadores, ante las evidencias lucrativas de la actividad.

En el mundo, el régimen de cuotas individuales se aplica por primera vez los años setenta del siglo pasado en Nueva Zelanda, y a partir de entonces se ha ido extendiendo cada vez más su incorporación a la gestión pesquera aunque con algunas variaciones respecto al esquema inicial. Su aplicación responde a la necesidad de definir adecuadamente los derechos de propiedad sobre un recurso natural para evitar la sobreexplotación, resultado de la situación conocida como la “tragedia de los comunes” (Hardin, 1968); y la posibilidad de mejorar la eficiencia del sector, valorando adecuadamente los costos de transacción. Ambos problemas juegan un papel central dentro del enfoque de la economía institucional.

Scott (2000) plantea cuatro criterios para evaluar cómo están configurados los derechos de propiedad en la pesca, a saber, exclusividad, calidad, duración y transferibilidad; en donde el cumplimiento óptimo de cada uno crearía los suficientes incentivos como para que la actividad tienda de manera autónoma a la eficiencia. No obstante, el régimen de cuotas individuales se ha aplicado en diferentes pesquerías adaptándose a las características específicas de cada contexto. Para esta parte del trabajo se ha revisado casos de aplicación en



Chile, 1993, en la pesquería del bacalao (González, García, & Norambuena, 2001), y 2001, en las especies pelágicas del sur (Gómez-Lobo, Peña, & Barría, 2011); Islandia, 1991, en las especies demersales y pelágicas (Runolfsson & Arnason, 2001); Nueva Zelanda, 1998, en 33 especies (Connor, 2000; Kerr, 2004); y Reino Unido, 1992, en especies demersales (Hatcher & Read, 2001). Estos reportes, junto al caso del Perú que se inicia en el 2009 son resumidos en la Tabla 4-5, y son evaluados de acuerdo a los siguientes criterios:

- Método de asignación de cuota.- Dado que el nuevo régimen se aplica sobre una actividad existente con costumbres y derechos de facto adquiridos a lo largo de los años, en la mayoría de los casos revisados se ha usado la captura histórica (últimos tres años o más) para la asignación de la cuota individual. Sólo en la pesca de bacalao en Chile se usó la subasta para la asignación de la cuota. La ventaja de usar la captura histórica está en que no introduce grandes alteraciones al ritmo de captura de los participantes, mientras que la desventaja está en que perpetúa situaciones de poder de dominio de las empresas con flotas grandes, situación que puede favorecer en el futuro a la concentración de la propiedad. En el caso del Perú, hemos visto ya que la flota está compuesta de dos tipos de embarcaciones, las de madera de hasta 110 m<sup>3</sup> de capacidad y las de acero de mayor capacidad. Para definir la cuota, en el caso de los primeros se usó únicamente la captura histórica desde el año 2004, mientras que para los últimos, el 60% de la cuota se determina por la captura histórica y el 40% por el índice de participación de la capacidad de bodega respecto al total de la flota pesquera. Este método ha servido para que gran parte de flota sincere su capacidad de bodega, en especial la flota de madera muy vinculada a la actividad informal.
- Plazo de tenencia.- Si bien la duración de un derecho de propiedad está asociado a la seguridad y estabilidad de la inversión, y promueve una mejor planificación de la actividad, en este caso se trata de un recurso natural propiedad de la sociedad en donde es común asignar concesiones con plazos determinados. Así, en Chile y el Reino Unido la asignación es por tiempo limitado, el suficiente para que las inversiones maduren, mientras que en Islandia y Nueva Zelanda la asignación es permanente. En el caso del Perú, el plazo de tenencia es por diez años, aunque reconociendo el Estado su rasgo de debilidad institucional comentado anteriormente, la normativa contempla la firma de contratos adicionales de garantía para salvaguardar la permanencia del régimen de cuotas individuales y con ello fortalecer la calidad del derecho de propiedad asignado.
- Transferibilidad de la cuota.- Esta característica está muy asociada a la flexibilidad que requiere un activo para poder ser asignado al uso más eficiente posible entre varias alternativas. La transferibilidad de la cuota permitiría que el derecho de pesca sea usado por aquel que más valor le puede extraer, lo que traería consigo a la larga la reducción de la capacidad pesquera en la medida que el capital materializado en la flota excesiva y obsoleta buscaría un uso alternativo. Sin embargo, junto a la eficiencia, la transferibilidad abre la posibilidad de la concentración de la propiedad lo que se contrapone a un rasgo histórico de muchas

pesquerías, es decir, ser una actividad en la que participan actores de todo tamaño, y frecuentemente poblado de flota pequeña. En la mayoría de los casos leídos la cuota es transferible mediante venta o arrendamiento, con diferente grado de libertad. Por ejemplo, mientras que en Islandia es transferible sin restricciones, en el Reino Unido se castiga la transferencia reduciendo la capacidad de captura contenida en el documento. En todos estos casos revisados no existe un sistema de registro del precio de transferencia, de tal forma que se hace difícil conocer cuál es el valor que le asigna el mercado al recurso natural y con ello calcular el valor real de la renta, y cuánto de eso correspondería recibir el Estado. En el caso del Perú, las cuotas no son activos transferibles entre flotas de diferente dueño pero sí dentro de una misma flota. La cuota es atribuida a una embarcación concreta, la que sí es un activo y puede transferirse con la cuota.

- Límite a la propiedad.- Por lo general, es un atributo que acompaña a los regímenes que aceptan la transferibilidad de la cuota, con la finalidad de evitar la concentración excesiva de la propiedad. Así, Islandia, Nueva Zelanda y el Reino Unido imponen límites a la participación de una empresa respecto al total de la cuota para la(s) especie(s). En el caso de la pesca del bacalao en Chile, no hay límite a la propiedad a pesar de ser la cuota transferible. En el caso del Perú, no se ha creído necesario poner un límite dado que la cuota no es transferible, y a que además no es un criterio usado en la regulación de otros sectores económicos.

**Tabla 4-5 Características del régimen del cuotas individuales aplicados en Chile, Islandia, Nueva Zelanda, Perú y Reino Unido**

Criterio para la asignación de cuota	<u>Subasta</u> Chile 1993	<u>Captura histórica</u> Nueva Zelanda 1998, Reino Unido 1992, Chile 2001, Islandia 1991, Perú 2009
Plazo de tenencia	<u>Limitado</u> Reino Unido 1992, Chile 1993 y 2001, Perú 2009	<u>Permanente</u> Nueva Zelanda 1998, Islandia 1991
Transferibilidad	<u>NO</u> Perú 2009	<u>SÍ</u> Nueva Zelanda 1998, Reino Unido 1992, Chile 1993 y 2001, Islandia 1991
Límite a la propiedad	<u>NO</u> Chile 1993, Perú 2009	<u>SÍ</u> Nueva Zelanda 1998, Reino Unido 1992, Islandia 1991
Incentivos para la reducción de embarcaciones	<u>NO</u> Nueva Zelanda 1998, Chile 1993	<u>SÍ</u> Reino Unido 1992, Islandia 1991, Perú 2009

Fuente: Elaboración propia en base a Aranda (2009), Connor (2000), Gómez-Lobo et al. (2011), González et al. (2001), Hatcher y Read (2001), Kerr (2004), Runolfsson y Arnason (2001) y el Congreso de la República del Perú (2008).

- Incentivos para la reducción de la flota.- La reducción de la capacidad pesquera es uno de los objetivos declarados que justifica la aplicación de un régimen de cuotas individuales, en vista de las ineficiencias que genera el uso de un recurso natural de propiedad común. La aplicación del régimen en Islandia y el Reino Unido sí ha estado acompañado de incentivos para la reducción de embarcaciones, estando asociado el caso del Reino Unido al programa europeo de reducción de la capacidad pesquera. En Chile y Nueva Zelanda no se han aplicado incentivos para la reducción de la flota. En el caso del Perú, existe un programa de incentivos para la reducción de la fuerza laboral mas no un programa de recompra de embarcaciones o subsidios para el desguace. La norma que crea el régimen de cuotas individuales crea al mismo tiempo un Fondo de Compensación para el Ordenamiento Pesquero cuyo principal objetivo es proveer fondos para facilitar la salida de la fuerza laboral en vista de la alta tasa de ocupación que genera el sector en las zonas pesqueras y que se vería reducida por la aplicación del nuevo régimen.

Los efectos del régimen de cuotas individuales en los casos revisados y que consideramos importantes para el Perú se refieren a los siguientes aspectos:

- Sostenibilidad de la especie.- En los informes revisados se da por descontado el efecto positivo sobre la sostenibilidad, es más, no se le incluye como tema de discusión. No obstante, se trata en la mayoría de los casos de países en donde el desarrollo institucional ha sido uno de los sustentos de su desarrollo económico, lo que implica que las políticas sectoriales no se vean tan afectadas por la informalidad, el clientelismo, el cortoplacismo y la corrupción, como en el caso de algunos países en desarrollo. Hemos comentado en acápite anteriores que antes de la aplicación del régimen de cuotas individuales en el Perú era demostrable una diferencia entre la captura reportada por las embarcaciones y la captura real resultado de la producción de harina de pescado. Hemos visto también que en el país se han ido construyendo poco a poco un conjunto de organismos y reglas que permiten una fiscalización más efectiva de la captura. Por eso, estimamos que el nuevo régimen permitirá que la diferencia entre la captura declarada y la real se reduzca, y los excesos no comprometan la sostenibilidad de la especie.
- Reducción de la flota y mejora en la eficiencia.- En todos los casos revisados se demuestran efectos favorables sobre el tamaño total de la flota; cambios en su estructura, mejorando la capacidad de pesca de los barcos más grandes en perjuicio de los pequeños; y mejoras en la eficiencia del sector en general. Estos resultados pueden complementarse con los obtenidos por Asche et al. (2008) en donde analiza los efectos de la aplicación del nuevo régimen en Dinamarca, Islandia, Noruega, Suecia y el Reino Unido, sobre la eficiencia del sector medida a través de la renta de las embarcaciones y concluye que cuanto menos restricciones tiene la transferibilidad de la cuota más renta individual se genera, siendo el caso de Islandia el más evidente, mientras que en los otros las rentas logradas son despreciables comparadas con las que se podrían lograr si permite que la

transferibilidad ayude a reducir la flota pesquera. En Dinamarca, Noruega y Finlandia las cuotas no son transferibles, mientras que en el Reino Unido la reducción de la flota se explica en gran parte más por el programa de recompra del Estado que por la transferibilidad. En este contexto, volvemos a observar que cuando se trata de un recurso natural, propiedad de la sociedad, es más coherente evaluar su uso eficiente a través del excedente social generado (para el productor y consumidor) y no exclusivamente a través de la renta que le genera al productor. En el Perú, en la actualidad, tres años después de iniciado el nuevo régimen, ya se muestran evidencias de mejoras en la eficiencia general del sector, pues los días de pesca han aumentado, las empresas pueden evitar cuellos de botella en los puertos de desembarque, usan las embarcaciones más eficientes, empiezan a deshacerse de las obsoletas, producen harina de mejor calidad y al mismo tiempo empiezan a diversificar el uso de su capital hacia productos de mayor valor agregado como enlatados para el consumo humano directo. No obstante, ya que la cuota no es fácilmente transferible, al menos dentro de las normas formales, es difícil aseverar que estas mejoras seguirán ganando terreno hasta lograr una significativa reducción de la capacidad pesquera en el corto plazo.

- Concentración de la propiedad.- Sobre este aspecto los efectos han sido diversos, pues está asociado a la facilidad con la que se transfiere la cuota. Se reporta que en Nueva Zelanda la concentración creció pero poco pues el sector evaluado ya estaba fuertemente concentrado previo al cambio de régimen, mientras que en Chile el aumento de la concentración ha sido evidente. Para el resto de casos no se han encontrado evidencias. No obstante, se estima que ante el dilema entre el fomento a la eficiencia generada por economías de escala aplicables cuando la propiedad está concentrada, versus el fomento a la equidad que implica permitir la participación de un mayor número de propietarios en la distribución de la renta del recurso, en cada situación el Estado tratará de encontrar un balance de acuerdo a las características propias, económicas y políticas, del sector. En el caso del Perú, se han advertido en los tres últimos años algunas absorciones pero que no han alterado significativamente la estructura global de la propiedad, lo que se debe a que si bien el sector está liderado por un grupo de grandes empresas, existen más de un centenar de medianos y pequeños propietarios que participan de las cuotas de pesca.

Por otro lado, la aplicación del régimen de cuotas individuales en el Perú ha modificado los costos de producción de harina de pescado en vista del crecimiento del precio de la anchoveta en el mercado peruano. En la medida de que la captura por embarcación ya está determinada por la cuota, las empresas harineras saben cuánto de su capacidad de transformación usarán y cuánto quedaría ociosa a menos que consigan más materia prima. En otras palabras, la carrera por el recurso que se llevaba a cabo antes en el mar, ahora se realiza en el puerto, pagando precios más altos por la anchoveta ya capturada. Así, entre el año 2008 y 2009, el precio de la tonelada de anchoveta subió de US\$ 102 a US\$ 265, mientras que el combustible, uno de sus principales costos, bajó su precio en 17% por efectos de la caída del tipo de cambio. Esta

situación ha favorecido a los armadores independientes, que según datos de la Tabla 2-1 del capítulo 2.3.3, manejan aproximadamente el 40% de la capacidad de la flota de madera y acero, mientras que ha perjudicado a las harineras sin flota propia que manejan aproximadamente el 20% de la capacidad de transformación total de la industria.

### 4.3. Cuotas individuales y poder de mercado

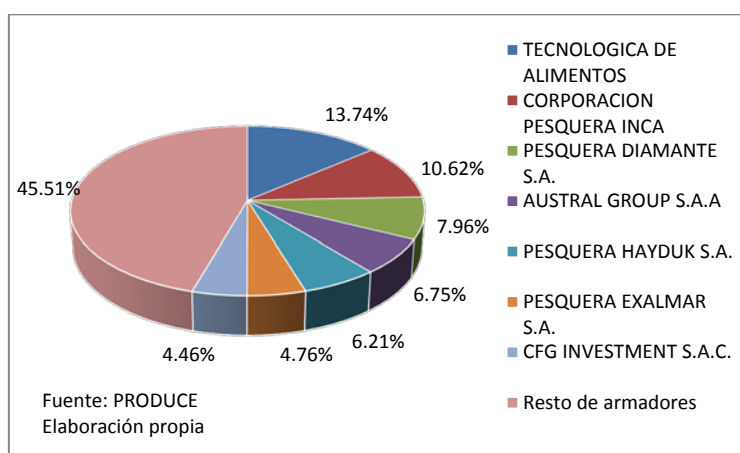
Hacemos la evaluación del grado de concentración de la propiedad en la industria para averiguar hasta qué punto las empresas dominantes del sector adquieren poder sobre el precio reduciendo su producción, lo que en nuestro contexto de análisis implicaría pescar menos. Asimismo, es importante tener en cuenta que se trata de un commodity consumido por la industria acuícola, avícola y porcina de fuera del país, de tal manera que cualquier incremento en el precio tendrá impacto en las economías respectivas.

#### 4.3.1. Concentración al inicio de la aplicación de las cuotas individuales

Tal como hemos visto en la Tabla 2-1 del capítulo 2.3.3, en el año 2007 existe cierto nivel de concentración de la propiedad en la flota pesquera, pues el 55% de la capacidad de captura está en manos de 7 empresas, sin embargo, el nivel de concentración es mayor en la industria harinera pues estas mismas 7 empresas controlan el 72% de la capacidad de transformación.

La aplicación del régimen de cuotas individuales obligó a las embarcaciones a registrarse y declarar su capacidad de bodega. Así, para la primera temporada de pesca del año 2009 se registraron 1,164 embarcaciones, propiedad de 574 empresas, con una capacidad total de pesca de aproximadamente 222,000 TM por viaje, para una cuota total de 3.5 MT. La participación de los armadores más grandes en la distribución de la cuota total se muestra en el Gráfico 4-4. Vemos que el nivel de concentración respecto al año 2007 se mantiene puesto que la participación de estas 7 empresas sobre la cuota total también suma 55%.

Gráfico 4-4 Participación de las 7 empresas pesqueras más grandes sobre la cuota total, 2009



Si aplicamos el índice de Herfindahl-Hirschman para calcular el grado de concentración en el sector de captura se obtiene el valor 0.05, cifra

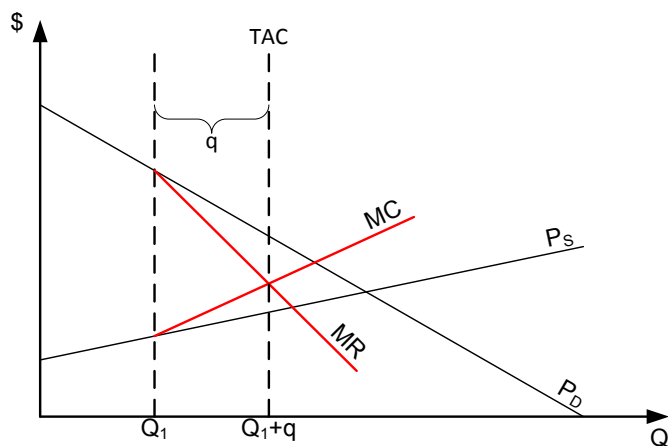
considerada pequeña, dado que el índice indica que cuanto más cercano a 1 es el valor, más concentrado está el sector. Para el caso de las empresas harineras se ha calculado un índice de 0.08, considerado también bajo. Esta concentración de la propiedad puede tener más impacto en el mercado laboral que en el mercado de harina de pescado, pues mientras el primero es un mercado local, el segundo es internacional, lo que implica que la producción de la empresa más grande del sector comparada con el total nacional, en este caso Tecnológica de Alimentos S. A. con un 22.9% (TASA, 2013), se reduce a 8.7% cuando es comparada con la exportación mundial, lo que hace que su posible poder de mercado se diluya.

#### 4.3.2. Cuota máxima antes de adquirir poder de mercado

Para evaluar con mayor precisión si una cuota asignada a una empresa le otorga poder de mercado usaremos el enfoque propuesto por Anderson (2008). El autor calcula cuál es la máxima cuota que debería tener una empresa antes de verse incentivada a reducir la producción y ganar poder sobre el precio. Para el cálculo define una oferta<sup>31</sup> y una demanda de mercado, ambas de corto plazo, y una cuota total a capturarse (TAC) representada por  $Q$ , que está dividida en 2 partes:  $Q_1$ , que es la cuota correspondiente a todos los agentes excepto uno; y  $q$ , que es la cuota asignada a un agente en particular, de tal manera que  $Q=Q_1+q$ .

Si  $P_D=P_D(Q_1+q)$  es la inversa de la demanda de todo el mercado, y  $P_S=P_S(Q_1+q)$  es la inversa de la oferta, la empresa particular a la que se le asigna la cuota  $q$  se verá inducida a no cumplir con su cuota si su óptimo monopólico, sumado al resto de cuotas ( $Q_1$ ), queda a la izquierda de TAC.

Gráfico 4-5 Cuota individual máxima a ser asignada antes de ganar poder de mercado



El Gráfico 4-5 muestra la situación ideal, en donde la cuota “ $q$ ” asignada a una empresa particular coincide con su óptimo monopólico, determinado por la igualdad entre su ingreso marginal ( $MR$ ) y su costo marginal ( $MC$ ), y al mismo tiempo, todas las cuotas individuales sumadas igualan la captura en TAC.

<sup>31</sup> Aunque no lo menciona explícitamente, el precio que usa Anderson al plantear la oferta inicial ( $P_S$ ) es un costo medio. Por eso lo puede multiplicar por la cantidad producida para formar el costo total y luego derivar el resultado para formar el costo marginal.

Podemos ver también que si se mantiene TAC y la cuota “q” crece, el óptimo monopólico se desplazará hacia la izquierda con lo que la suma de todo lo capturado no alcanzará la cuota total y le permitirá a la empresa individual ganar poder sobre el precio.

El desarrollo algebraico de este planteamiento se puede revisar en el Anexo 7.7, con el cual se encuentra que la cuota máxima a asignarse antes de otorgar un poder monopólico a la empresa está determinada por:

$$s = - \frac{1 - \frac{P_S(TAC)}{P_D(TAC)}}{\frac{1}{e_D} - \frac{P_S(TAC)/P_D(TAC)}{e_S}} \quad \text{Eq. 9}$$

En esta ecuación, “s” es la fracción q/Q, por lo tanto, su rango de valores estaría entre 0 y 1; y,  $e_D$  y  $e_S$  son las elasticidades precio de la demanda y oferta respectivamente. Entonces, respecto a sus posibles resultados se pueden hacer las siguientes interpretaciones:

- Ya que “s” ha sido definido como cuota máxima individual, cuanto más grande sea su valor calculado por la ecuación anterior, más grandes podrán ser las cuotas asignadas, entonces, menos peligro habrá de que exista poder de mercado.
- Cuando la cuota total TAC coincide con el equilibrio competitivo ( $P_S = P_D$ ), “s” es igual a cero, es decir, cualquier cuota asignada le dará a la empresa poder de mercado.
- Cuando mayor es la distancia entre  $P_S$  y  $P_D$  evaluado en TAC, el numerador de toda la expresión será más grande y por lo tanto, mayor es el valor que “s” puede adquirir.
- Cuando mayor es la distancia entre  $P_S$  y  $P_D$  evaluado en TAC, el segundo miembro del denominador será más pequeño, por lo tanto, más importancia adquiere la elasticidad de la demanda en la determinación de “s”.
- Cuando más grandes son las elasticidades de la demanda y de la oferta, mayor es el valor de “s”.

#### 4.3.3. Caso peruano: ¿pescar más allá del límite?

El modelo para el cálculo de la cuota máxima ofrecido por Anderson corresponde a una visión de equilibrio parcial en el análisis económico, en el que se asume que los cambios que se producen en el mercado examinado no afectan o tienen un efecto insignificante sobre el contexto mayor al que pertenece. Los factores del entorno que afectan al mercado se incorporan como variables exógenas y se asume que lo demás es constante; y si algo cambia, no lo hace por efecto de las variables endógenas del mercado. En el caso del equilibrio parcial, las variables exógenas de la función demanda del mercado examinado, como por ejemplo el ingreso del consumidor, no están en modo alguno relacionadas con las variables exógenas de la función oferta, por ejemplo los salarios, por lo tanto, son funciones independientes entre sí (Schumpeter, 2012). El problema con este enfoque es que si existieran efectos

de regreso importantes sobre el entorno y no están considerados dentro del modelo, los resultados del mismo serían poco útiles.

En nuestro caso, si el ámbito de análisis lo limitamos a variables exclusivamente económicas, las relaciones de causa y efecto que se forman entre en el sector pesquero peruano y los sectores acuícola, avícola y porcino de China, Alemania y Japón han sido capturadas en las variables precio y cantidad de las funciones de demanda y oferta respectivas. Asimismo, pensamos que es bastante coherente suponer que otras variables de la producción dentro del Perú, como cambios tecnológicos, salarios, entre otros, no ejercerían efectos visibles en otras variables que afectan la demanda en los países mencionados, como por ejemplo, el ingreso per cápita de la población en los países compradores de harina de pescado. Por lo tanto, en un contexto de análisis exclusivamente económico, el enfoque usado por Anderson estaría justificado y podemos suponer que sus resultados aportan criterios válidos para evaluar la realidad del sector.

No obstante, si ampliamos el espacio de análisis e incorporamos el ecosistema, está cada vez más asentada la idea de que, en general, tanto el medio ambiente afecta la actividad económica como, al revés, la actividad económica global impacta sobre el medio ambiente del planeta. El problema de modelar esta relación de ida y vuelta, para el caso de la pesquería peruana, está en que mientras la actividad industrial se realiza en un espacio local, el ecosistema está determinado por relaciones de ámbito planetario, tanto marino como atmosférico, aunque se manifieste localmente. En nuestro caso de estudio, hemos incluido como variable exógena a la función de oferta la temperatura superficial del mar, como el representante más visible de los cambios ambientales en el corto plazo, pero no está claro cuál sería el mecanismo por el cual se ejercería el efecto de regreso, ya sea directa o indirectamente, sobre esta variable de naturaleza global.

Quizás los impactos más evidentes de la actividad pesquera industrial sobre el ecosistema son, por un lado, la sobrepesca de anchoveta que altera la abundancia de especies en las que es parte de su cadena alimenticia; y, por otro lado, los desechos líquidos, sólidos y gaseosos que resultan del proceso de captura y transformación y que afectan el lecho marino cercano a la costa. Pero, en vista de que la captura de anchoveta es regulada con cierta disciplina desde los años noventa por cuotas (globales e individuales) y que la captura industrial se realiza 5 millas mar afuera, el efecto de esta actividad se hace sentir no tanto el mismo mercado de anchoveta y harina de pescado, sino, de manera más visible en los mercados de otras especies, muchas de las cuales son capturadas por las mismas empresas que capturan anchoveta pero también por el sector pesquero artesanal. Entonces, en este contexto de hechos podemos afirmar que el enfoque de equilibrio parcial otorga una aproximación válida al tema de la cuota máxima, a pesar de que al mismo tiempo podamos suponer que existen efectos de ida y vuelta entre el mercado de harina de pescado y su entorno ambiental, ya que los efectos de regreso alcanzarían de manera muy indirecta a la oferta y demanda de este producto.

De esta manera, el cálculo de la cuota máxima requiere tener a disposición las funciones de oferta y demanda de la pesquería a analizar, así como las

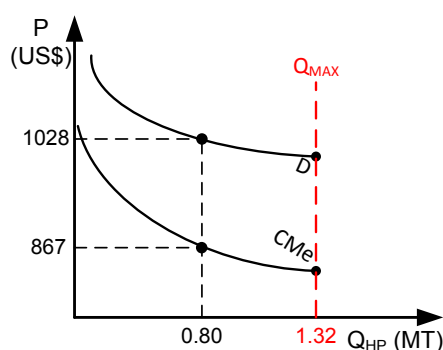


elasticidades precio respectivas. En nuestro caso, la aplicación de esta herramienta se ha realizado con las siguientes particularidades:

- No hemos trabajado con las funciones de oferta y demanda de la pesca de anchoveta en sí, sino con las correspondientes a la producción y consumo de la harina de pescado. Dado que existe una proporción casi fija entre un producto y el otro, la cuota que se calcule para la producción de harina se puede trasladar a la captura.
- De acuerdo a lo desarrollado en el capítulo 3.3, los datos han permitido el cálculo de la oferta a corto plazo de la industria y un coeficiente de elasticidad precio, al menos válido para el rango producido entre 0.29 y 1.33 MT.
- Asimismo, los resultados del capítulo 4.1 han permitido calcular una demanda hacia la harina de pescado peruana, determinada principalmente por China, Alemania y Japón, y por los sectores acuícola y avícola de cada país; y un coeficiente de elasticidad precio de la demanda relativamente alto.

Los resultados obtenidos hasta el momento nos permiten identificar dos situaciones: un estado del sector en el largo plazo y otro en el corto plazo. Para representar la situación de largo plazo usaremos las funciones de costo medio y demanda obtenidas previamente, con datos de la primera temporada de pesca del año 2008. Así, en este semestre se exportó 0.80 MT de harina de pescado vendido a un valor unitario estimado por nosotros de US\$ 1,028 por tonelada, según se deriva del Gráfico 4-2, cifra que se ubica en un intervalo de confianza del 95% limitado por los valores US\$ 914 y US\$ 1,174, según la simulación de Montecarlo realizada y reportada en la Figura 7-17 del Anexo 7.7. De la misma manera, nuestro costo variable medio estimado es de US\$ 670, bajo las condiciones de precios de la anchoveta y temperatura superficial del mar del año 2008. A esta cifra le hemos añadido US\$ 197, como costo fijo medio que resulta de la Tabla 3-4, bajo el supuesto de que los costos fijos del año 2008 son los mismos que los del 2007, en vista de que no disponemos de la información para el año 2008. El resultado es un costo medio de US\$ 867, dentro de un intervalo de confianza del 95% limitado por US\$ 727 y US\$ 1,023, como se muestra en la Figura 7-18 del Anexo 7.7.

**Gráfico 4-6 Precio y costo medio estimado por tonelada de harina de pescado en el largo plazo, con datos del 2008-I**



Las conclusiones sobre la situación a largo plazo de la industria representan en realidad tendencias, y se muestran en el Gráfico 4-6 para los valores promedio

del párrafo anterior. El gráfico muestra que la industria se enfrenta a una demanda internacional de harina de pescado con pendiente negativa y que el costo medio tiene también pendiente negativa, resultado del costo fijo acumulado en la capacidad de producción. Asimismo, las curvas se truncan a la altura de 1.32 MT pues esa es la máxima cantidad de harina de pescado que se ha producido por semestre en la serie analizada, lo que correspondería según cifras oficiales a una captura de anchoveta de 5.52 MT y que habría hecho el papel de límite natural hasta la fecha.

En cuanto a la situación del corto plazo para el año 2008, hemos insertado el precio y costo medio del Gráfico 4-6 y las elasticidades calculadas previamente (1.35 para la oferta y -6.17 para la demanda) en Eq. 9 y hemos obtenido un valor para “s” igual a 0.199, lo que significa que si la cuota asignada a una empresa es mayor a 20% de la cuota total, la empresa tendría incentivos para producir menos. Podemos ubicar esta cifra en un intervalo de posibles valores utilizando los máximos y mínimos del precio y costo medio encontrados con las simulaciones de Montecarlo referidas anteriormente, sin modificar los coeficientes de elasticidad. Los resultados, según se ven en la Tabla 4-6, muestran que, antes de que otorgue poder de mercado, la cuota máxima podría fluctuar entre 0.159 y 0.272, para los posibles valores del precio y el costo medio de la harina de pescado, dentro de sus intervalos de confianza respectivos.

**Tabla 4-6 Límite inferior y superior para la cuota máxima según simulación Montecarlo para el costo medio e ingreso medio**

	Promedio	Inferior	Superior
Costo Medio	867	727	1023
Precio	1028	914	1174
Cuota máxima	0.199	0.272	0.159

Para simular más resultados posibles hemos calculado cuotas máximas para rangos de elasticidades, tanto de la oferta como de la demanda, pero esta vez manteniendo fijos el precio y costo medio en su valor promedio. Vemos en la Tabla 4-7 que, si usamos la elasticidad de demanda de -6.17 como criterio fijo, para que a la empresa más grande del Perú le convenga restringir su producción, la elasticidad de la oferta debe ser según la tabla a lo más 0.8, puesto que con esa combinación de valores la cuota máxima sería 0.13 (ó 13%). En ese hipotético caso, la empresa TASA S. A., con su 13.75% del total de la cuota del 2009-I trataría de producir menos. Por otro lado, si fijamos la elasticidad de la oferta como criterio, 1.35, la mínima elasticidad de demanda aceptable sería -2, pues con valores más pequeños la empresa mencionada adquiriría poder de mercado. Entonces, de acuerdo a los datos utilizados, la cuota individual máxima a asignarse calculada en aproximadamente 0.20 se cumple con seguridad para elasticidades mayores a 1.4 y -5, respectivamente.

Después de tres años y medio de aplicación del régimen de captura por cuotas individuales en el Perú, las tres primeras empresas mostradas en el Gráfico 4-4 siguieron controlando el mayor porcentaje de cuotas, con variaciones mínimas. TASA S. A., por ejemplo, tuvo asignado para el periodo 2012-I el 13.93% de la

cuota total, casi lo mismo que en 2009-I. Las cuatro empresas restantes del mismo gráfico intercambiaron posiciones pero siguieron estando entre las siete más grandes. Esta rigidez en la distribución de la participación está vinculada al hecho de que las cuotas en el Perú no son transferibles de manera independiente de la embarcación, por lo tanto, el peligro de que alguna empresa concentre mayor propiedad, más allá del 20% no está a la vista<sup>32</sup>.

Tabla 4-7 Cuotas máximas para posibles elasticidades de oferta y demanda

		Elasticidad precio de la oferta (es)													
		0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	4	5	6
Elasticidad precio de la demanda (ed)	-0.1	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
	-0.25	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	-0.75	0.03	0.05	0.06	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11
	-1	0.03	0.05	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14
	-1.25	0.03	0.05	0.07	0.08	0.10	0.10	0.11	0.12	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
	-1.5	0.03	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.17	0.18	0.19	0.19
	-1.75	0.03	0.06	0.08	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18	0.20	0.21	0.22
	-2	0.03	0.06	0.08	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.20	0.22	0.23	0.24
	-3	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.17	0.18	0.20	0.21	0.25	0.29	0.31	0.33
	-4	0.04	0.07	0.09	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.23	0.29	0.34	0.37	0.40
	-5	0.04	0.07	0.10	0.12	0.15	0.17	<b>0.20</b>	<b>0.22</b>	<b>0.23</b>	<b>0.25</b>	<b>0.33</b>	<b>0.38</b>	<b>0.42</b>	<b>0.46</b>
	-6	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16	0.18	<b>0.20</b>	<b>0.23</b>	<b>0.25</b>	<b>0.27</b>	<b>0.35</b>	<b>0.41</b>	<b>0.47</b>	<b>0.51</b>
	-7	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	<b>0.21</b>	<b>0.23</b>	<b>0.26</b>	<b>0.28</b>	<b>0.37</b>	<b>0.44</b>	<b>0.50</b>	<b>0.55</b>
	-8	0.04	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	<b>0.22</b>	<b>0.24</b>	<b>0.26</b>	<b>0.29</b>	<b>0.39</b>	<b>0.47</b>	<b>0.53</b>	<b>0.59</b>

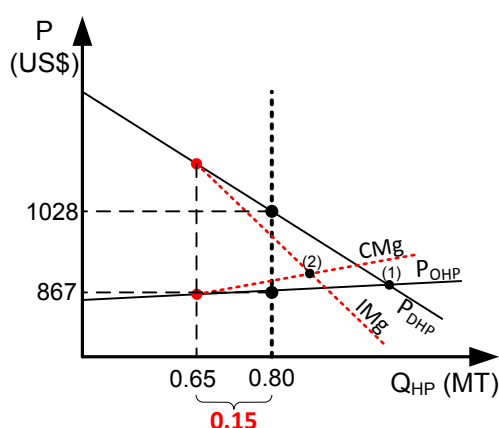
La situación de corto plazo de la industria está representada en el Gráfico 4-7, utilizando los mismos valores del gráfico anterior. Así, el costo medio de US\$ 867 es parte de una hipotética curva de costo medio de corto plazo levemente creciente ( $P_{OHP}$ ). Esto último se justifica por la capacidad instalada subutilizada que existe en la industria. El valor unitario de US\$ 1,028 será parte de una curva de demanda ( $P_{DHP}$ ). La línea punteada vertical representa la producción de harina de pescado del periodo 2008-I, tal como si correspondiera una cuota de captura total. La distancia entre el costo medio y el precio respectivos indican que el equilibrio de mercado no está en 0.80MT. Aunque su valor es desconocido pues no existe información para su cálculo, el equilibrio estaría más a la derecha, y en nuestro caso está representado por el punto marcado con (1).

Ahora bien, sabemos que la exportación de harina de pescado de la empresa más grande en el año 2008 fue de 0.30 MT (TASA, 2013), lo que implicaría una exportación semestral aproximada de 0.15 MT (“q” en el modelo de Anderson), y una exportación conjunta del resto de empresas de 0.65 MT (“ $Q_1$ ”), ya que la exportación total del país fue de 0.80 MT (“Q”) en el periodo 2008-I. Entonces,

<sup>32</sup> Se debe mencionar que en los últimos meses se ha modificado la estructura de la propiedad en el sector. La empresa CFG que manejaba el 6.21% de la cuota ha adquirido a la empresa COPEINCA, quien tenía asignada el 10.62% de la cuota. Con esta operación CFG controlaría para la temporada 2014-I el 16.83% de la cuota total.

la evaluación del poder de mercado de la empresa empezaría en 0.65 MT con la ayuda de sus curvas de costo (CMg) e ingreso marginal (IMg), representadas en el gráfico con líneas punteadas. Según datos que publica la empresa, su capacidad de procesamiento es de 1,753 TM de anchoveta por hora, lo que le permitiría transformar 4.63 MT anuales, en 220 días y 12 horas diarias de trabajo. Ya que en el año 2008 la empresa procesó 1.40 MT de anchoveta significa que usó sólo el 30% de su capacidad instalada. Esta situación nos permite afirmar que su equilibrio monopólico está más allá de los 0.15 MT de harina de pescado producidos en el 2008-I, lo que estamos representando el gráfico con el punto (2).

Gráfico 4-7 Oferta y demanda de corto plazo con datos del 2008-I



Entonces, el problema para la empresa no es evaluar si produce menos, al contrario, su problema es cómo hacer para producir más. Esto lo corrobora el hecho de que en el año 2008, del 100% de anchoveta que procesa la empresa, el 60% proviene de captura propia y el resto es comprada a terceros. Para los años siguientes hasta el 2012, las proporciones se han mantenido casi idénticas (TASA, 2013). Una situación similar deben estar atravesando la mayoría de empresas del sector, lo que por un lado explica el crecimiento del precio de la anchoveta en el mercado peruano, por otro lado, otorga argumentos a los que sospechan de sobrepesca, a pesar de las mejoras en los mecanismos de control de captura explicados en 4.2.2, y por último, explica también las denuncias de uso de anchoveta que debería ser destinada al consumo humano directo en la elaboración de harina de pescado.

En este contexto, si bien una norma anterior (PRODUCE, Decreto Supremo 002-2010) prohíbe que las plantas dedicadas al consumo humano directo (principalmente conservas y congelados) reciban de las embarcaciones artesanales anchoveta para la elaboración de harina de pescado, una norma reciente (PRODUCE, Decreto Supremo 005-2012), en el reconocimiento de esta amenaza, precisa las penalidades: el retiro de la licencia si reciben dos o más sanciones al año o cuatro o más sanciones en dos años.

Por otro lado, esta misma norma divide a las embarcaciones artesanales en dos categorías. Es artesanal aquella embarcación que tiene una capacidad de bodega menor a  $10\text{m}^3$ , y se llama embarcación de menor escala a aquella cuya capacidad de bodega está entre 10 y  $32.5\text{m}^3$  (antes ambas categorías eran

artesanales y estaban autorizadas sólo a pescar para el consumo humano directo). Para estas últimas se les asigna la zona de pesca comprendida entre las 5 y 10 millas marinas y se las autoriza a pescar “preferentemente” para el consumo humano directo (antes la zona de pesca industrial para embarcaciones de 30 m<sup>3</sup> a más harina empezaba en las 5 millas). En otras palabras, esta norma crea un espacio para que las embarcaciones de menor escala participen en la distribución de la renta que genera la venta internacional de harina de pescado pero sin estar incluidas en el sistema de control de cuotas individuales.

## 5. Discusión y conclusiones

Los párrafos siguientes ofrecen las conclusiones más importantes referidas a seis temas desarrollados a lo largo de todo el trabajo. Estos son: el origen y las particularidades del sector pesquero peruano; la demanda internacional de harina de pescado; la oferta de harina de pescado y su dependencia del medio ambiente; los niveles de eficiencia alcanzados en la industria; el rol regulatorio del Estado; y, la posible concentración de la propiedad en el sector.

- El nacimiento y el crecimiento explosivo de la industria anchovetera en el Perú fue el resultado de la confluencia de varios factores, a saber: la creciente demanda internacional de harina de pescado, gracias a la política de subsidios agrícola de EE.UU y los países europeos de la OECD en la segunda mitad del siglo XX; la abundante biomasa de anchoveta por encontrarse esta zona marina en una fase favorable del ciclo climático; la gran disponibilidad de mano de obra que migra de varias partes del país hacia las ciudades costeras, atraída por los mayores salarios relativos a las actividades agrícolas y mineras; la liquidez del sistema financiero que permitió el fácil acceso al crédito, primero en la banca privada y luego en la banca estatal de fomento; y, la incipiente regulación estatal que, a pesar de la aplicación de vedas, su poca capacidad de control origina que en la práctica el sector esté regido por el libre acceso a la explotación del recurso natural.
- En el contexto de la confluencia de estos factores, destaca el papel dinámico de un nuevo grupo social entre el empresariado peruano, no vinculado a las élites tradicionales, cuyo éxito refleja el ingreso del país a una nueva etapa en el desarrollo en el capitalismo. Gracias al boom de la anchoveta de los años sesenta en manos de empresarios nacionales, la integración de la economía peruana a la economía mundial tiene efectos distributivos más convenientes, respecto al caso de la minería e inclusive de la agricultura exportadora. En el caso de la pesca, la mayor parte del ingreso monetario del sector se queda en el país, y contribuye a la expansión de otros sectores industriales. Años después, a partir de las reformas de los noventa, el capital extranjero asienta su participación en el sector, aunque no de manera predominante<sup>33</sup>.
- La demanda internacional, a través del precio de la harina de pescado, ha modelado la industria pesquera peruana y ha ofrecido los suficientes estímulos como para lograr abastecer a diferentes países, desarrollados, ex países socialistas y ahora países en desarrollo, de una gran fuente de proteínas y ácidos grasos, como es la anchoveta. Los intentos de algunos gobiernos peruanos de orientar el uso de esa capacidad pesquera a satisfacer la demanda interna de proteínas no han tenido el éxito esperado. A pesar de que el Perú muestra tener altos niveles de consumo per cápita de pescado, los niveles de desnutrición entre la población pobre también son altos. No existe una demanda nacional de proteínas que pueda competir, en precio ni en volumen, con la demanda

---

<sup>33</sup> Esta situación ha cambiado a favor del capital extranjero debido a la reciente adquisición que hace la empresa CFG S. A., de capitales chinos, a COPEINCA S.A. de capitales peruanos.

internacional hacia este recurso proteico, por lo tanto, el sector industrial nace siendo exportador y continuará siéndolo mientras el mercado mundial siga pagando precios que estimulan la exportación.

- La demanda internacional hacia la harina de pescado peruana es bastante elástica, con un valor estimado de  $-6.17$ , que se explica por: cambios tecnológicos en la preparación de piensos para el sector acuícola y su suministro, que reducen su consumo requerido por unidad de producto acuícola, especialmente en el caso de Alemania y Japón; a su relación de sustituto con la harina de soya; a la posibilidad de remplazar también al país proveedor; y, a la variabilidad que le imprimen los cambios ambientales en el Pacífico Sur. El inverso de la elasticidad encontrada, es decir,  $-0.16$ , al ser una cifra decimal indica que los cambios en la disponibilidad de anchoveta en el mar peruano, y por ende, de la disponibilidad de harina de pescado, ejercen una influencia relativa sobre el precio internacional del mismo, comparado con los otros factores determinantes del precio.
- El crecimiento de la acuicultura mundial ha aumentado el uso extensivo de la harina de pescado, gracias a los volúmenes de producción acuícola especialmente de China, lo que ha llevado al precio de la harina de pescado, desde fines del siglo pasado, a una nueva etapa de crecimiento. De acuerdo a nuestros resultados, por cada punto porcentual que creció el sector acuícola chino entre 1994 y 2008, el precio de la harina de pescado aumentó en  $1.48\%$ , siendo el factor que más ha afectado al precio, según los coeficientes estandarizados. Los resultados también indican que en China ha ocurrido un desplazamiento del uso de la harina de pescado hacia el sector acuícola en perjuicio del sector avícola, mientras que en el Japón, el desplazamiento ha sido a favor del sector avícola en perjuicio del sector porcino.
- El precio internacional de la harina de pescado ha mantenido un vínculo estrecho con el precio de la harina de soya, hasta mediados de la década de los noventa del siglo pasado; sin embargo, a partir del siglo XXI el rol sustituto de la harina de soya se ha debilitado. Para el caso del Perú, esto ha sido resultado de mejoras en el proceso productivo nacional que ha permitido ofrecer harinas prime y súper prime para segmentos específicos en el consumo de piensos, en donde la harina de soya pierde su capacidad de sustituto. No obstante, nuestros resultados indican que por cada punto porcentual que sube el precio de la harina de soya, el precio de la harina de pescado que recibe el Perú aumenta en  $0.315$ , lo que también puede ser interpretado de manera inversa, es decir, por cada punto porcentual que suba el precio de la harina de pescado, la demanda hacia la harina de soya hará crecer su precio en  $3.17\%$ , mostrando que la relación de sustitutos es todavía vigente. Lo más probable es que las innovaciones tecnológicas en el mercado mundial de harinas proteicas continúen y mantengan a la harina de pescado integrada al conjunto de alternativas entre las que pueden elegir los consumidores de los sectores acuícola, avícola y porcino.
- La industria pesquera ha atravesado a lo largo de su corta historia etapas de bonanza y crisis, no obstante, desde mediados de los años

noventa dispone de una estructura de costos favorable gracias a las medidas liberales, entre las que sobresale la flexibilización en el mercado laboral. Asimismo, la liquidez en el sistema financiero ha permitido la implementación de cambios tecnológicos, tanto en el poder de pesca, como en el proceso de reducción de harina de pescado. Todo esto, acompañado a niveles altos de biomasa por el retorno a una fase de abundancia ha hecho posible niveles de producción que pueden ser considerados como un valor cercano al límite de la industria, por lo menos en el corto plazo. Así, entre los años 1993 y 2011, la captura máxima de anchoveta en el Perú alcanzó los 9.8 MT y la producción máxima de harina de pescado fue de 2.41 MT, cifra que trajo como resultado un pico en la producción mundial de harina de pescado que no se ha vuelto a repetir. No se vislumbran cambios tecnológicos trascendentales que modifiquen significativamente estas cifras. Más bien, nuevos máximos o mínimos dependen fuertemente de las condiciones ambientales, en nuestro caso, del Pacífico Sur.

- En el periodo estudiado, la temperatura superficial del mar ha sufrido una variación de  $-2.5^{\circ}\text{C}$  y  $+5.2^{\circ}\text{C}$  respecto al promedio semestral, es decir muestra una variabilidad del 40%. Los cambios extremos en las temperaturas han producido valores también extremos en la captura de anchoveta, en la producción de harina de pescado y en sus costos de producción unitarios. Así, nuestro cálculo del máximo rendimiento sostenible muestra una variabilidad del 70% respecto al promedio debido a los cambios en la temperatura del mar, no obstante, los valores que publica IMARPE arrojan una variabilidad en la captura de 152% respecto al promedio semestral; en la producción de harina de pescado, los extremos mínimo y máximo dan como resultado una amplitud de valores equivalente al 126% del valor promedio semestral; y, en cuanto al costo variable medio, hemos calculado una diferencia del 92%. Esta dependencia del sector pesquero respecto a una variable ambiental determina un alto nivel de incertidumbre en cuanto al comportamiento de precios, costos y niveles de producción, y coloca a la industria en una posición vulnerable, especialmente a aquellas empresas con un fuerte nivel de endeudamiento.
- Quizás la característica más saltante del sector de la pesca de anchoveta y la producción de harina de pescado sea el exceso de capacidad acumulado. Este sobrecapacidad es el resultado de las siguientes causas: el precio internacional creciente de la harina de pescado de hace muy lucrativo el negocio estimulando la instalación de plantas harineras que requieren ser abastecidas por embarcaciones; la variabilidad ambiental que obliga a tener siempre un exceso de capacidad para soportar los picos de biomasa; el tipo de bien explotado, que al tratarse de un recurso de propiedad común, escaso y no excluible, genera una competencia desenfrenada por la captura; y la poca capacidad regulatoria del Estado, al menos en la mayoría de los años que existe la pesca industrial, que ha permitido que el sector opere bajo las condiciones de un semilibre acceso regulado.



- La sobrecapacidad se refleja en los niveles de ineficiencia en el sector, tanto técnica como económica, que son bastante altos. Así, hemos calculado para el sector de captura de anchoveta un coeficiente de utilización técnico de 0.28 en base a promedios semestrales en la captura y en la capacidad de bodega. No obstante, si usamos las capturas mínimas y máximas para calcular el mismo coeficiente, los valores resultantes son 0.038 y 0.47, respectivamente, lo que indicaría que en el semestre con la captura más alta solo se usó casi la mitad de la capacidad. En cuanto a la capacidad de procesamiento de las plantas harineras, podemos estimar un valor semestral promedio de 18.2 MT, lo que comparado con la captura promedio de 3.3 MT arroja un coeficiente de utilización técnico de 0.18, y más aún, si usamos los mínimos y máximos anteriores, los resultados son 0.02 y 0.30 respectivamente.
- La medición de la eficiencia económica ha implicado calcular el óptimo de la industria en el largo plazo. Un hallazgo importante en este contexto es haber demostrado que la industria productora de harina de pescado está produciendo en la parte decreciente de su curva de costo unitario, por lo que el óptimo económico correspondería al mínimo de la curva. En nuestro caso, no hay información suficiente para calcularlo pues no ha ningún dato que se ubique en la parte creciente, así que no se forma el mínimo. Sin embargo, hemos tomado el máximo valor producido de harina de pescado a la fecha como referencia, el que cuando se compara con la producción promedio arroja un coeficiente de utilización económico de 0.62, y de 0.57 para el sector de la captura de anchoveta. Cuanto más se acerque este coeficiente a la unidad indicaría que se está obteniendo la máxima renta posible, por lo tanto, podemos afirmar que en el caso peruano las empresas se ven incentivadas a capturar y producir más de lo que en la actualidad pueden hacerlo y que el límite a su producción lo imponen las fuerzas de la naturaleza. En este contexto, el Estado enfrenta un desafío en tratar de armonizar esta tendencia a la eficiencia económica con la sostenibilidad del recurso.
- Desde el nacimiento de la industria, el objetivo regulatorio del Estado, evaluado tanto horizontalmente a lo largo de los años, como verticalmente, dentro de sus diferentes estamentos en un mismo momento, no ha sido el mismo. Si bien durante los años noventa se han aprobado normas que trataban de limitar el esfuerzo pesquero, al mismo tiempo se ha debilitado sistemáticamente su alcance permitiendo el continuo crecimiento de la capacidad extractiva y de procesamiento. No obstante, durante la década de los dos mil se ha afinado el papel de los organismos estatales dedicados a regular la actividad pesquera, se han mejorado los mecanismos de seguimiento y control, y se ha puesto a disposición un sistema legal, a través de resoluciones ministeriales, que permite un manejo reactivo ágil de la captura, principalmente a través de regímenes de vedas, y en un segundo plano a través de cuotas globales. Todo esto ha configurado una fortaleza de nuestro sistema institucional. Sin embargo, aún quedan espacios en la estructura del poder ejecutivo (gobiernos regionales y/o municipales) y en el poder judicial (con acciones de amparo) que se usan para socavar el objetivo regulatorio del gobierno central, lo que, aunado al rasgo clientelista del

sistema democrático peruano, significan todavía una debilidad institucional.

- La regulación aplicada en la década del dos mil, a través de vedas y cuotas de captura globales ha mantenido el ratio captura/biomasa alrededor del 73%, cifra muy parecida a la existente para la década de los noventa del siglo pasado, e inclusive mayor a la que se calcula para décadas anteriores, lo que indica que el tipo de acceso, libre o semirestringido no se ha modificado sustancialmente. Lo que sí ha modificado el régimen de vedas y cuotas globales ha sido la estructura de costos del sector, en la medida que han ingresado nuevas embarcaciones, especialmente las de casco de madera ligadas a prácticas informales y las antiguas de caso de acero se han modernizado. Así, la renta total que genera la venta de la harina de pescado al extranjero ha tenido que ser distribuida entre más actores del sector, y con costos más altos. Esta disolución de la renta ha motivado el interés de las empresas formales en implementar el sistema de cuotas individuales, coincidiendo con el interés del Estado en garantizar la sostenibilidad de la especie.
- El sistema de cuotas individuales se ha aplicado en el Perú con las siguientes particularidades: se ha tomado como referencia la captura histórica para asignar la cuota; se ha determinado un plazo de tenencia de la cuota por diez años; no se ha definido un límite de propiedad a la acumulación de cuotas; se ha implementado un sistema de incentivos para la reducción de la fuerza laboral; y, no se ha permitido la transferibilidad de la cuota independientemente de la embarcación, salvo que se trate de un mismo dueño. En general, el nuevo régimen ha permitido a las plantas harineras planificar su producción, ha aumentando los días de pesca, ha hecho posible deshacerse de algunas embarcaciones obsoletas, y está permitiendo en algunos casos la diversificación hacia la elaboración de productos de mayor valor agregado. Todo esto indica una mejora en la eficiencia en cuanto al uso del capital en el sector. Al mismo tiempo, ya que la cuota no es transferible independientemente de la embarcación, ha añadido un grado de rigidez a la estructura de la propiedad impidiendo que se activen los mecanismos de mercado que permitirían un impulso más consistente a la reducción de la capacidad de procesamiento y la reducción del esfuerzo pesquero. Si bien la industria ahora es algo más eficiente, no creemos que ocurran en el futuro mejoras significativas al respecto.
- El grado de concentración de la propiedad que existe actualmente en la industria ha sido resultado de los procesos de ajuste natural del mercado debido a los diversos shocks negativos de precios y biomasa, y a los altos niveles de endeudamiento en el sector. Antes de la aplicación del sistema de cuotas individuales encontramos un sector altamente concentrado en cuanto a la propiedad de las plantas de harina de pescado pues 7 empresas son dueñas del 72% de la capacidad total de procesamiento y poseen además una flota pesquera moderna y eficiente que abarca el 55% del total de la capacidad de captura, mostrando un

alto grado de integración vertical. En relación a la flota de pesca total, ésta se divide en embarcaciones con casco de acero que capturan el 85% del total, correspondiéndole el resto a la flota con casco de madera. Esta última ocupaba a casi la mitad del total de los trabajadores pesqueros del país pero en un vínculo bastante informal.

- Luego de la aplicación del régimen de cuotas individuales se han advertido algunas absorciones pero que no han alterado significativamente la estructura global de la propiedad, pues las 7 empresas que lideraban el sector en el año 2008 son las mismas en el año 2012 y casi con la misma participación, 54% de la cuota total. Este “congelamiento” en la estructura de propiedad y el poder relativo de mercado que detentan las empresas líderes se debe a: la imposibilidad de transferir la cuota al margen de la embarcación; la existencia de más de un centenar de medianos y pequeños propietarios que participan de las cuotas de pesca; y, a que el destino final de la producción es el mercado mundial, en donde la participación porcentual sobre el total de las exportaciones globales es más pequeña y las empresas se enfrentan a una demanda elástica. No obstante, si bien el poder sobre el precio internacional de la harina de pescado es muy relativo, es sobre los salarios del mercado laboral local y sobre los pagos por derechos de pesca al Estado donde las empresas pueden inclinar la balanza a su favor.
- Dadas la elasticidad de la demanda y la oferta de harina de pescado calculadas, y el comportamiento de los costos unitarios en el largo plazo, podemos concluir que las cuotas individuales asignadas desde el año 2009 en el Perú, evaluadas con la metodología de Anderson, no otorgan poder de mercado, ni incentivan a reducir la producción. La cuota mayor asignada ha sido 13.75% del total, sin embargo, nuestros supuestos permiten afirmar que el límite máximo, antes de que la empresa se vea estimulada a reducir la producción y con ello subir el precio, es a partir de 20%. Muy por el contrario, los resultados muestran que la industria peruana de harina de pescado tiene incentivos para aumentar su producción y su problema es cómo consigue más materia prima para lograrlo. Esta situación las ha llevado a adquirir anchoveta de embarcaciones industriales independientes, lo que ha disparado su precio en el mercado interno. Si antes las cuotas globales generaban una carrera por el recurso en el mar, ahora las cuotas individuales están generando una carrera por el recurso en los puertos. Al mismo tiempo, esta situación da pie a las sospechas de que el precio elevado estaría animando a las embarcaciones artesanales con permiso de pesca para el consumo humano directo, a que destinen su captura hacia las plantas harineras. Esta sospecha explicaría las normas recientes dictadas por el Ministerio de la Producción en donde se precisan las sanciones a las plantas harineras que adquieran anchoveta contraviniendo las normas vigentes.

## 6. Bibliografía

Abramovich, J. (1973). *La Industria Pesquera en el Perú: Génesis, Apogeo y Crisis*. Lima: Imprenta La Popular S.A.

Aguero, M. (2007). A bioeconomic model of the Peruvian pelagic fishery. En D. Pauly, & I. Tsukayama, *The Peruvian Anchoveta and its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Changes* (págs. 307–324). Manila: ICLARM Studies and Reviews 15, Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn. Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM).

Anderson, L. G. (2008). The Control of Market Power in ITQ Fisheries. *Marine Resource Economics, Volume 23*, 25-35.

Apoyo. (2008). *Aplicación de un sistema de límites máximos de captura por embarcación (LMCE) en la pesquería de anchoveta en el Perú y propuesta de programa de reestructuración laboral*. Lima: Apoyo Consultoría S.A.

Apoyo. (1999). *La Crisis Financiera en el Sector Pesquero*. Lima: Apoyo Consultoría S.A.

Aranda, M. (2009). Developments on fisheries management in Peru: The new individual vessel quota system for the anchoveta fishery. *Fisheries Research 96*, 308–312.

Arias Schreiber, M. (2011). The evolution of legal instruments and the sustainability of the Peruvian anchovy fishery. *Marine Policy*, (Article in press).

Asche, F. (2007). Capacity Measurement in Fisheries: What Can we Learn? *Marine Resource Economics, 2007, Volume 22. Edited by MRE Foundation, Inc*, 105–108.

Asche, F., Bjørndal, T., & Gordon, D. V. (2009). Resource Rent in Individual Quota Fisheries. *Land Economics, May 2009 85 (2). Board of Regents of the University of Wisconsin System*, 279-291.

Asche, F., Eggert, H., Gudmundsson, E., Hoff, A., & Pascoe, S. (2008). Fisher's behaviour with individual vessel quotas-Over-capacity and potential rent. Five case studies. *Marine Policy 32*, 920–927.

Asche, F., Oglend, A., & Tveteras, S. (2011). Regime Shifts in the Fish Meal/Soyabean Meal Price Ratio. XXX.

Ayón, P., Swartzman, G., Espinoza, P., & Bertrand, A. (2011). Long-term changes in zooplankton size distribution in the Peruvian Humboldt Current System: conditions favouring sardine or anchovy. *Marine Ecology Progress Series. Vol. 422*, 217-221.

Bakun, A. (1996). *Patterns in the Oceans. Ocean Processes and Marine Population Dynamics*. California Sea Grant College System. National Oceanic

and Atmospheric Administration in cooperation with Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, La Paz, BCS México.

Barbier, E. B. (2000). Valuing the environment as input: review of applications to mangrove-fishery linkages. *Ecological Economics* 35 , 47-61.

BCRP. (2013). *Banco Central de Reserva del Perú*. Recuperado el 15 de Julio de 2013, de Series estadísticas: <http://www.bcrp.gob.pe/>

BCRP. (2011 a). *Series estadísticas. Cuadros históricos anuales. Inflación desde 1901*. Recuperado el 16 de Enero de 2011, de Banco Central de Reserva del Perú: <http://www.bcrp.gob.pe/>

BCRP. (2011 b). *Series estadísticas. Cuadros históricos anuales. Tipo de cambio desde 1950*. Recuperado el 15 de Enero de 2011, de Banco Central de Reserva del Perú: <http://www.bcrp.gob.pe/>

Bernales, A. (2008). *Estudio de Línea de Base sobre la Repercusión Social de la Reforma de la Flota Pesquera de Anchoveta en el Perú*. Recuperado el 15 de 01 de 2011, de Futuro Sostenible: [http://www.futurosostenible.org/pdf/publ\\_bm\\_estudio\\_reforma\\_flota\\_anchoveta.pdf](http://www.futurosostenible.org/pdf/publ_bm_estudio_reforma_flota_anchoveta.pdf)

Bertrand, A., Chaigneau, A., Peraltilla, S., Ledesma, J., Graco, M., Monetti, F., y otros. (2011). Oxygen: A Fundamental Property Regulating Pelagic Ecosystem Structure in the Coastal Southeastern Tropical Pacific. *PLoS ONE*, volume 6, issue 12 , e29558.

Bertrand, A., Segura, M., Gutiérrez, M., & Vásquez, L. (2004). From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish and Fisheries*, 2004, 5. *Blackwell Publishing Ltd.* , 296–316.

Bouchon, M., Cahuín, S., Diaz, E., & Ñiquen, M. (2000). Captura y Esfuerzo Pesquero de la Pesquería de Anchoveta Peruana. *Bol. IMARPE Vol. 19, N° 1 y 2* , 109 – 116.

Brainard, R. E., & McLain, D. R. (1987). Seasonal and Interannual Subsurface Temperature Variability off Perú, 1952 to 1984. En D. Pauly, & I. Tsukayama, *The Peruvian Anchoveta and its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Changes* (págs. 14–45). Manila: ICLARM Studies and Reviews 15, Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn. Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM).

Brochier, T., Lett, C., Tam, J., Fréon, P., Colas, F., & Ayñon, P. (2008). An individual-based model study of anchovy early life history in the northern Humboldt Current system. *Progress in Oceanography* 79 , 313-325.

Castro, J. (19 de Marzo de 2011). Entrevista al Secretario General del Sindicato de Pescadores de Chimbote y Anexos. (Y. L. Arroyo, Entrevistador)

Cayo, J., & Paredes, C. (2003). La superación de la crisis financiera. En P. Trillo, *Libro de oro de la pesquería peruana* (pág. 402). Lima: Sociedad Nacional de Pesquería. Biblos S. A. .

Chávez, F., Bertrand, A., Guevara-Carrasco, R., Soler, P., & Csirke, J. (2008). El sistema del norte de la Corriente de Humboldt, historia breve. Estatus actual y una vista hacia el futuro. *Progress in Oceanography. Volume 79, N°2-4, October-December 2008. Elsevier.*

Chávez, F., Ryan, J., Lluch-Cota, S., & Ñiquen, M. (2003). From Anchovies to Sardines and Back: Multidecadal Change in the Pacific Ocean. *Science* 299 , 217-221.

Chen, K., & Wang, J. (2013). Hog farming in transition: The case of China. En V. Ahuja, *Asian Livestock: Challenges, opportunities and the response*. Rome: FAO.

Clark, C. W. (1985). *Bioeconomic Modelling and Fisheries*. New York: John Wiley and Sons.

Coelli, T. J., Prasada Rao, D. S., O'Donnell, C. J., & Battese, G. E. (2005). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Second Edition*. USA: Springer Science+Business Media, LLC.

Congreso de la República del Perú. (27 de Junio de 2008). *Decreto Legislativo N° 1084*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2011, de Archivo Digital de la Legislación en el Perú: <http://www.congreso.gob.pe/ntley/Imágenes/DecretosLegislativos/01084.pdf>

Congreso de la República del Perú. (1971). *Ley General de Pesca. D.L. 18810*. Recuperado el 31 de Marzo de 2011, de Archivo Digital de la Legislación en el Perú: <http://www.congreso.gob.pe/ntley/>

Congreso de la República del Perú. (1987). *Ley General de Pesquería. DL 24790*. Recuperado el 31 de Marzo de 2011, de Archivo Digital de la Legislación del Perú: <http://www.congreso.gob.pe/ntley/>

Congreso de la República del Perú. (1992). *Ley General de Pesquería. DL 25977*. Recuperado el 31 de Marzo de 2011 , de <http://www.congreso.gob.pe/ntley/>

Congreso de la República del Perú. (1991). *Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada*. Recuperado el 2011 de Abril de 2011, de El Archivo Digital de la Legislación del Perú: <http://www.congreso.gob.pe/ntley/>

Congreso de la República del Perú. (1998). *Ley que Exceptua del Requisito de Incremento de Flota al que se Refiere el Artículo 24° de la Ley General de Pesca, a Aquellos Armadores que Cuenten con Embarcaciones de Madera de Hasta 110 M3*. Recuperado el 20 de Marzo de 2011, de Archivo Digital de la Legislación en el Perú: <http://www.congreso.gob.pe/ntley/>

Connor, R. (2000). Trends in Fishing Capacity and Aggregation of Fishing Rights in New Zealand under Individual Transferable Quota. En R. Shotton, *Use of Property Rights in Fisheries Management*. Rome: FAO.

Conrad, J. M. (1999). *Resource Economics*. United Kingdom: Cambridge University Press.

De la Puente, Ó., Sueiro, J. C., Heck, C., Soldi, G., & De la Puente, S. (Febrero de 2011). La Pesquería Peruana de Anchoveta. *Serie Documentos de Trabajo No. 1*. Lima: Centro para la Sostenibilidad Ambiental. Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Delgado, C. L., Wada, N., Rosegrant, M. W., Meijer, S., & Ahmed, M. (2003). *Fish to 2020. Supply and Demand in Changing Global Markets*. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute. WorldFish Center.

El Comercio. (4 de Agosto de 2012). Hay 56.559 personas dedicadas a la pesca artesanal en el Perú. *El Comercio*.

Elejalde, A. (1966). *La Industria Pesquera*. Lima: Empresa Gráfica Sanmarti S.A.

FAO. (1994). *Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2002). *Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2008). *Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2010). *Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2012 a). *Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. Roma: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO. (2012 b). *FAO Statistical Yearbook 2012*. Rome: Food and Agriculture Organisation of the United Nations.

FAO. (2013 a). *FAOSTAT Dirección de Estadística*. Recuperado el 24 de Julio de 2013, de Trade Indices: <http://faostat.fao.org/site/611/default.aspx#ancor>

FAO. (2013 b). *Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service*. Recuperado el 7 de Abril de 2013, de <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/en>

Fisheries and Aquaculture Department. (2013). *FishStatJ*. Recuperado el 20 de agosto de 2013, de Ssoftware for fishery statistical time series. Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>

FishStatPlus. (2011). *Programa informático universal para series cronológicas de estadísticas pesqueras*. Recuperado el 5 de Febrero de 2011, de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de Pesca y Acuicultura: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es>

Fréon, P., & Misund, O. A. (1999). *Effects of Behaviour on Fisheries and Stock Assessment using Population Dynamic Models*. Oxford: Fishing News Books, Blackwell Science Ltd.

Fréon, P., & Yáñez, E. (1995). Influencia del medio ambiente en la evaluación del stock: una aproximación a modelos globales de producción. *Invest. Mar. Valparaíso* 23, 25-47.

Fréon, P., Bouchón, M., Mullon, C., Christian, G., & Ñiquen, M. (2008). Interdecadal variability of anchoveta abundance and overcapacity of the fishery in Peru. *Progress in Oceanography* 79, 401-412.

Fritz, V., Kaiser, K., & Levy, B. (2009). Annex 1: Political Economy: Key Concepts and Approaches. En *Problem-Driven Governance and Political Economy Analysis* (pág. 84). Washington DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.

GATT. (1962). *Amount, Level and Type of Production and/or Export Subsidies and Other Forms of Governmental Financial Support Affecting Production and/or Export with Respect to Selected Primary Products*. Recuperado el 1 de Febrero de 2011, de Organización Mundial de Comercio: [http://www.wto.org/spanish/docs\\_s/gattdocs\\_s.htm](http://www.wto.org/spanish/docs_s/gattdocs_s.htm)

GATT. (1950). *Notifications required by article XVI and by the decision of the contracting parties of 2 march 1950*. Recuperado el 1 de Febrero de 2011, de Organización Mundial de Comercio: [http://www.wto.org/spanish/docs\\_s/gattdocs\\_s.htm](http://www.wto.org/spanish/docs_s/gattdocs_s.htm)

GATT. (1976). *Subsidies Notifications Pursuant to Article XVI:1 Addendum. European Economy Community*. Recuperado el 1 de Febrero de 2011, de Organización Mundial de Comercio: [http://www.wto.org/spanish/docs\\_s/gattdocs\\_s.htm](http://www.wto.org/spanish/docs_s/gattdocs_s.htm)

GATT. (1975). *Subsidies Notifications Pursuant to Article XVI:1 Addendum. Federal Republic of Germany*. Recuperado el 1 de Febrero de 2011, de Organización Mundial de Comercio: [http://www.wto.org/spanish/docs\\_s/gattdocs\\_s.htm](http://www.wto.org/spanish/docs_s/gattdocs_s.htm)

GATT. (1981). *Subsidies Notifications Pursuant to Article XVI:1 European Economy Community*. Recuperado el 1 de Febrero de 2011, de Organización Mundial de Comercio: [http://www.wto.org/spanish/docs\\_s/gattdocs\\_s.htm](http://www.wto.org/spanish/docs_s/gattdocs_s.htm)



Gómez-Lobo, A., Peña, J., & Barría, P. (2011). ITQ's in Chile: Measuring the Economic Benefits of Reform. *Environmental & Resource Economics*. Volume 48, Number 4 , 651-678.

González, E., García, M., & Norambuena, R. (2001). Changes in Fleet Capacity and Ownership of Harvesting Rights in the Fishery for Patagonian Toothfish in Chile. En R. Shotton, *Case studies on the effects of transferable fishing rights on fleet capacity and concentration of quota ownership* (pág. 238). Rome: FAO Fisheries Technical Paper. No. 412.

Gordon, H. S. (1954). The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery. *The Journal of Political Economy*, Vol. 62, No. 2 , 124-142.

Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, vol. 162 núm. 3859. *American Association for the Advancement of Science* , 1243-1248.

Hare, J. A., Alexander, M. A., Fogarty, M. J., Williams, E. H., & Scott, J. D. (2010). Forecasting the dynamics of a coastal fishery species using a coupled climate–population model. *Ecological Applications*, 20(2). Edited by the *Ecological Society of America* , 452–464.

Hatcher, A., & Read, A. (2001). Fishing rights and structural changes in the UK fishing industry. En R. Shotton, *Case studies on the effects of transferable fishing rights on fleet capacity and concentration of quota ownership* (pág. 238). Rome: FAO Fisheries Technical Paper. No. 412.

Hidalgo, J. (2005). *Cuotas individuales de pesca*. Lima: Sociedad Peruana de Derecho Ambiental.

IFFO. (2011). *The importance of dietary EPA & DHA omega-3 fatty acids in the health of both animals and humans*. Recuperado el 1 de Febrero de 2011, de International Fishmeal and Fish Oil Organisation: <http://www.iffonet.net/downloads/75.pdf>

IMARPE. (2010). *Oficio N° DOA-679-2010-PRODUCE/IMP*. Lima.

INEI. (1991). *Compendio Estadístico 1990-1991*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INEI. (1998). *Compendio Estadístico 1996-1997*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INEI. (2012 a). *Perú: Compendio Estadístico 2011*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

INEI. (2012 b). *Sistema de Información Económica*. Recuperado el 24 de Enero de 2012, de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <http://www.inei.gov.pe/web/aplicaciones/siemweb/index.asp?id=003>

International Trade Centre. (2013). *Trade Map. Estadísticas de comercio para el desarrollo internacional de las empresas*. Recuperado el 1 de 08 de 2013, de <http://www.trademap.org/SelectionMenu.aspx>

Jackson, A. (2010). *The global supply and demand for fishmeal and fish oil*. TFIAAP ASIA.

Kerr, S. (2004). Evaluating the New Zealand Individual Transferable Quota Market for Fisheries Management. En OECD, *Tradeable Permits: Policy Evaluation, Design and Reform* (pág. 192). OECD Publishing.

Keyl, F., & Wolff, M. (2008). Environmental variability and fisheries: what can models do? *Fish Biol Fisheries* 18 , 273–299.

Kleeberg, F., & Nieto, M. (2001). *La industria pesquera en el Perú*. Lima: Universidad de Lima. Fondo de Desarrollo Editorial.

Knowler, D. (2002). A review of selected bioeconomic models with environmental influences in fisheries. *Journal of Bioeconomics* 4. Kluwer Academic Publishers , 163-181.

Kuramoto, J. (2005). *El Cluster Pesquero de Chimbote: Acción Conjunta Limitada y la Tragedia de los Recursos Colectivos*. Lima: Grupo de Análisis para el Desarrollo, GRADE.

Makkar, H. (2013). Feed and fodder challenges for Asia and the Pacific. En V. Ahuja, *Asian livestock. Challenges, opportunities and the response*. Rome: 2013.

Malpica, C. (1980). *Los Dueños del Perú*. Lima: Ediciones PEISA.

Matsuda, Y. (2001). *Perú. Institutional and Governance Review*. The World Bank. Confidential Report No. 22637-PE.

Ministerio de la Producción. (2009). *Preguntas y respuestas sobre el D.L. N° 1084*. Lima.

Ministerio de Pesquería. (14 de abril de 2000). *Decreto Supremo 003-2000-PE*. Recuperado el 14 de setiembre de 2012, de El Peruano. Normas Legales: <http://www.elperuano.pe/PublicacionNLB/normaslegales/wfrmNormasBuscar.aspx>

Ministerio de Pesquería. (1 de enero de 1992). Resolución Ministerial Nro. 463-91-PE. *El Peruano* , pág. 103216.

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2013). *Anuario Estadístico Sectorial 2012*. Lima.

Naylor, R., Hardy, R., Bureau, D., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A., y otros. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *PNAS, September 8, 2009, vol. 106, no. 36* , 15103–15110.

NOAA. (2 de Mayo de 2012). *4 km AVHRR Pathfinder Project*. Recuperado el 17 de Mayo de 2012, de NOAA National Oceanographic Data Center: <http://www.nodc.noaa.gov/sog/pathfinder4km/>

- Nostbakken, L., & Bjørndal, T. (2003). Supply Functions for North Sea Herring. *Marine Resource Economics, Volume 18* , 345–361.
- Ñiquen, M., & Bouchon, M. (2004). Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters. *Deep-Sea Research II 51. Elsevier Ltd.* , 563–574.
- OECD. (2011). *OECD. StatExtracts*. Recuperado el 13 de Febrero de 2011, de PSE/CSE database: <http://stats.oecd.org/index.aspx>
- Oliveros-Ramos, R., Guevara-Carrasco, R., Simmonds, J., Csirke, J., Gerlotto, F., Peña, C., y otros. (2010). Modelo de evaluación integrada del stock norte-centro de la anchoveta peruana *Engraulis ringens* Jenyns. *Boletín Instituto del Mar del Perú. Volumen 25, Números 1 y 2* , 49-57.
- Paredes, C. (2012). *Eficiencia y equidad en la pesca peruana: la reforma y los derechos de pesca*. Lima: Instituto del Perú.
- Paredes, C. (2010). *Reformando el Sector de la Anchoveta Peruana. Progreso Reciente y Desafíos Futuros*. Lima: Instituto del Perú. Universidad San Martín de Porres.
- Paredes, C., & Gutiérrez, M. E. (2008). *La industria anchovetera peruana: Costos y Beneficios. Un Análisis de su Evolución Reciente y de los Retos par el Futuro*. Lima: Instituto del Perú de la Universidad de San Martín de Porres.
- Pascoe, S. (2007). Capacity Analysis and Fisheries Policy: Theory versus Practice. *Marine Resource Economics, Volume 22. Edited by MRE Foundation, Inc* , 83–87.
- Pascoe, S., Kirkley, J. E., Gréboval, D., & Morrison-Paul, C. J. (2003). *Measuring and assessing capacity in fisheries. 2. Issue and methods*. Rome: FAO, Fisheries technical paper 433/2.
- Péron, G., Mittaine, J. F., & Le Gallic, B. (2010). Where do fishmeal and fish oil products come from? An analysis of the conversion ratios in the global fishmeal industry. *Marine Policy (2010)*, doi:10.1016/j.marpol.2010.01.027 .
- PRODUCE. (8 de Marzo de 2010). *Decreto Supremo 002-2010*. Recuperado el 5 de Octubre de 2012, de Ministerio de la Producción / Dispositivos Legales: <http://www.produce.gob.pe/index.php/servicios-en-linea/dispositivos-legales>
- PRODUCE. (14 de Agosto de 2012). *Decreto Supremo 005-2012*. Recuperado el 10 de Octubre de 2012, de Ministerio de la Producción / Dispositivos Legales: <http://www.produce.gob.pe/index.php/servicios-en-linea/dispositivos-legales>
- PRODUCE. (2013). *Información Sectorial*. Recuperado el 2013 de 12 de 14, de Ministerio de la Producción del Perú. Viceministerio de Pesquería: <http://www.produce.gob.pe/index.php/estadistica/desembarque>
- Rana, K., & Hasan, M. (2009). *Impact of rising feed ingredient prices on aquafeeds and aquaculture production*. Rome: FAO.

- Ransom A., M. (1998). When do environment-recruitment correlations work? *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 8 , 285-305.
- Rubio, A. (2006). Elogio de los navegantes. En P. Trillo, *Libro del Centenario de Chimbote*. Lima: Yan Producciones. Empresa Editora el Comercio.
- Runolfsson, B., & Arnason, R. (2001). The Effects of Introducing Transferable Property Rights on Fleet Capacity and Ownership of Harvesting Rights in Iceland's Fisheries. En R. Shotton, *Case studies on the effects of transferable fishing rights on fleet capacity and concentration of quota ownership* (pág. 238). Rome: FAO Fisheries Technical Paper. No. 412.
- Santibáñez V., F., & Santibáñez O., F. (2003). La apuesta por el Perú: reconversión industrial en el sector. En P. Trillo, *Libro de oro de la pesquería peruana*. Lima: Sociedad Nacional de Pesquería. Biblos S. A. .
- Schaefer, M. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Inter-American Tropical Tunna Commision. Bulletin Vol. I, No.2* , 27-56.
- Schumpeter, J. A. (2012). *Historia del análisis económico*. España: Editorial Ariel.
- Scott, A. (2000). Introducing Property in Fishery Management. En R. Shotton, *Use of Property Rights in Fisheries Management* (pág. 324). Rome: FAO Fisheries Technical Paper. No. 404/1.
- Seafish. (2010). *Annual Review of the feed grade fish stocks used to produce fishmeal and fish oil for the UK market*. Recuperado el 7 de Febrero de 2011, de <http://www.gafta.com/fin/pdfs/publications/sustainability.pdf>
- Smith, V. L. (1968). Economics of production from natural resources. *American Economic Review*, 58 , 409-431.
- Sparre, P., & Venema, S. c. (1997). *Introducción a la Evaluación de Recursos Pesqueros Tropicales. Documento Técnico de Pesca 306/1*. Roma: FAO.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2009). *La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones*. Roma: FAO.
- Stenseth, N. C., Mysterud, A., Ottersen, G., Hurrell, J. W., Chan, K.-S., & Lima, M. (2002). Ecological Effects of Climate Fluctuations. *Science* 23 August 2002, vol. 297, no. 5585 , 1292-1296.
- Stenseth, N. C., Ottersen, G., Hurrell, J. W., Mysterud, A., Lima, M., Chan, K.-S., y otros. (2003). Studying climate effects on ecology through the use of climate indices: the North Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. *The Royal Society* , 03PB0175.1-03PB0175.10.
- Sulmont, D. (2006). El Boom de Chimbote. En P. Trillo, *Libro del Centenario de Chimbote*. Lima: Yan Producciones. Empresa Editora el Comercio.

SUPNEP. (2011). *Validez de los Contratos Colectivos Suscritos por el Sindicato Único de Pescadores de Nuevas Embarcaciones Pesqueras del Perú*. Recuperado el 16 de Abril de 2011, de Sindicato Único de Pescadores de Nuevas Embarcaciones Pesqueras del Perú: [www.supnep.com/razondesar/historiasupnep.pdf](http://www.supnep.com/razondesar/historiasupnep.pdf)

Tacon, A., & Metian, M. (2009). Fishing for Aquaculture: Non-Food Use of Small Pelagic Forage Fish—A Global Perspective. *Reviews in Fisheries Science*, 17(3). Taylor and Francis Group, LLC. , 305–317.

Tacon, A., Hasan, M., & Metian, M. (2011). *Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans. Trends and prospects*. Roma: FAO.

TASA. (2013). TASA. Recuperado el 30 de Noviembre de 2013, de La empresa / Cifras relevantes: <http://www.tasa.com.pe/index.php>

Thanh, P. T., & Flaaten, O. (2013). The Backward-Bending Supply Curve in Fisheries-Revisited. *Journal of Sustainable Development; Vol. 6, No. 6. Published by Canadian Center of Science and Education* , 15-33.

Thorp, R., & Bertram, G. (1988). *Perú: 1890-1977. Crecimiento y políticas en una economía abierta*. Lima: Mosca Azul Editores.

Thorpe, A., Aguilar, A., & Reid, C. (2000). The New Economic Model and Marine Fisheries Development in Latin America. *World Development Vol. 28, No. 9* , 1689-1702.

Torres, G. (2006). La Forja de una Ciudad. En P. Trillo, *Libro del Centenario de Chimbote*. Lima: Yan Producciones. Empresa Editora el Comercio.

Trillo, P., & Tord, L. E. (2003). El nacimiento de una industria. En P. Trillo, *Libro de oro de la pesquería peruana* (pág. 110). Lima: Sociedad Nacional de Pesquería. Biblos S. A.

Tveteras, S. (2000). *The Fishmeal Market: An integrated Part of the Vegetable Oilmeal Market?* . Bergen: Centre for Fisheries Economics. Discussion paper No. 2/2000. Foundation for Research in Economics and Business Administration.

Tveteras, S., & Tveteras, R. (2010). The Global Competition for Wild Fish Resources between Livestock and Aquaculture. *Journal of Agricultural Economics. Vol. 61, No. 2* , 381–397.

USDA. (2011). *United States Department of Agriculture*. Recuperado el 5 de Febrero de 2011, de Agriculture / Data and Statistics: <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>

Ward, J., Kirkley, J., Metzner, R., & Pascoe, S. (2004). *Measuring and assessing capacity in fisheries. 1. Basic concepts and management options*. Rome: FAO Fisheries Technical Paper. No. 433/1.

Webb, R., & Fernández Baca, G. (2005). *Perú en Números*. Lima: Instituto Cuanto.

Webb, R., & Fernández Baca, G. (2012). *Perú en Números*. Lima: Instituto Cuanto.

Williamson, O. (1996). Institution and Governance of Economic Development and Reform. En *The Mechanisms of Governance* (pág. 429). New York: Oxford University Press.

Zapata, A. (2002). Los actores y la problemática de la pesca industrial peruana. 1955-1997. En C. Contreras, & M. Glave, *Estado y Mercado en la Historia del Perú*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.

Zapata, A., & Garfias, M. (2006). La Ciudad de la Pesca y el Acero. En P. Trillo, *Libro del Centenario de Chimbote*. Lima: Yan Producciones. Empresa Editora el Comercio.

## 7. Anexos

### 7.1. Cálculo de los equilibrios y el máximo rendimiento sostenible en el modelo de Gordon-Shaefer

#### Modelo de excedente de producción estático

El crecimiento natural de la población en el tiempo está representado por:

$$\frac{dX}{dt} = rX \left(1 - \frac{X}{K}\right) \quad \text{Eq. 10}$$

en donde, X es la biomasa de la especie, r, la tasa intrínseca de crecimiento y K, la capacidad de carga del ecosistema.

Si la actividad pesquera la representamos a través de la captura (C), ésta puede ser definida como una función del esfuerzo pesquero y de la biomasa. Entonces, tendremos:

$$C = qEX \quad \text{Eq. 11}$$

en donde, q es el coeficiente de capturabilidad, es decir, la fracción de la biomasa que es capturada, en promedio, por una unidad de esfuerzo y, E es el esfuerzo pesquero.

Si lo que se captura (C) es sólo un equivalente al crecimiento de la población definido en (Eq. 10), tendremos:

$$C = rX \left(1 - \frac{X}{K}\right) \quad \text{Eq. 12}$$

$$qEX = rX \left(1 - \frac{X}{K}\right) \quad \text{Eq. 13}$$

de lo cual obtenemos la captura sustentable determinada por el esfuerzo pesquero y parámetros biológicos:

$$C = qKE \left(1 - \frac{qE}{r}\right) \quad \text{Eq. 14}$$

Por otro lado, si definimos un precio p constante y costos de extracción c también constantes, los beneficios de la pesca pueden ser expresados como:

$$\pi = pC - cE \quad \text{Eq. 15}$$

Para el caso de una pesca de libre acceso, el esfuerzo se incrementará hasta que los beneficios desaparezcan ( $\pi=0$ ), por lo tanto el sector estará en equilibrio económico. Más aún, usando la captura C que está en función al stock pesquero en (Eq. 11) y remplazándola en (Eq. 15) tendremos el nivel de stock hacia donde tiende el sector en equilibrio bioeconómico. Este será:

$$X_{EBE} = \frac{c}{pq} \quad \text{Eq. 16}$$

Si la captura es sustentable como en (Eq. 12), el ingreso monetario del sector será, la misma captura multiplicada por el precio p:

$$R = prX\left(1 - \frac{X}{K}\right) \quad \text{Eq. 17}$$

Remplazando la biomasa de equilibrio (Eq. 16) en (Eq. 17) tendremos el ingreso correspondiente al equilibrio bioeconómico:

$$R_{EBE} = \frac{rc}{q} \left(1 - \frac{X_{EBE}}{K}\right) \quad \text{Eq. 18}$$

Si se trata de una pesquería en donde existe la posibilidad que se limite el acceso como si hubiera un propietario único, el equilibrio estaría determinado por la igualdad entre el ingreso marginal y el costo marginal.

Si el ingreso fue definido en (Eq. 17), el ingreso marginal será:

$$RMg = pr\left(1 - \frac{2X}{K}\right) \quad \text{Eq. 19}$$

Dado que el costo total de la pesquería es cE, partiendo de (Eq. 13) podemos obtener el costo total en función del stock pesquero y luego el costo marginal. El resultado es:

$$CMg = -\frac{cr}{qK} \quad \text{Eq. 20}$$

Por lo tanto, igualando el ingreso y el costo marginal y teniendo en cuenta el resultado en (Eq. 16), la biomasa asociada al máximo rendimiento económico será:

$$X_{MEY} = \frac{1}{2}(K + X_{EBE}) \quad \text{Eq. 21}$$

y el ingreso en el máximo rendimiento económico será:

$$R_{MEY} = \frac{r}{4} \left(pK - \frac{c X_{EBE}}{qK}\right) \quad \text{Eq. 22}$$

Finalmente, si el ingreso monetario del sector está limitado por la captura sostenible, como en (Eq. 17), el máximo rendimiento sostenible será el punto máximo de esa curva, y estará dado por:

$$X_{MSY} = \frac{K}{2} \quad \text{Eq. 23}$$

y el máximo rendimiento sostenible propiamente dicho será:



$$R_{MSY} = \frac{prK}{4} \quad \text{Eq. 24}$$

### Modelo de excedente de producción dinámico

Partiendo de (Eq. 15), la maximización del valor presente (VP) en el caso de la pesca controlada por un propietario único está dado por:

$$VP_{MAX} = \int_0^{\infty} (pqX_t - c)E_t e^{-\delta t} dt \quad \text{Eq. 25}$$

Dado que el cambio en el stock pesquero está dado no sólo por (Eq. 10) sino, además, por la captura C, podemos escribir:

$$\frac{dX}{dt} = rX \left(1 - \frac{X}{K}\right) - qEX \quad \text{Eq. 26}$$

Si al primer componente de la resta en (Eq. 26) le llamamos G(X), despejamos E y lo insertamos en (Eq. 25) tendremos:

$$VP_{MAX} = \int_0^{\infty} \left(p - \frac{c}{qX}\right) [G(X) - \frac{dX}{dt}] e^{-\delta t} dt \quad \text{Eq. 27}$$

De (Eq. 11) podemos afirmar que qX es la captura que realiza cada unidad de esfuerzo pesquero, por lo tanto, el costo de cada unidad de recurso capturado lo podemos expresar como c/qX, y la llamaremos c(X). Si reemplazamos c(X) en (Eq. 27) tendremos:

$$VP_{MAX} = \int_0^{\infty} [p - c(X)] [G(X) - \frac{dX}{dt}] e^{-\delta t} dt \quad \text{Eq. 28}$$

Para resolver este problema de maximización se utiliza la condición necesaria de Euler y el resultado final es:

$$G'(X) - \frac{c'(X)G(X)}{p - c(X)} = \delta \quad \text{Eq. 29}$$

### 7.2. Regresión para la biomasa de anchoveta

Las variables relacionadas a través de la función logística fueron la biomasa de anchoveta (XRN), su crecimiento (dXRN), su captura (QAN) y la temperatura superficial del mar (SSTP). Se han utilizado 27 observaciones semestrales para cada variable, en una muestra que va desde 1994-I hasta 2008-II. Sus estadísticos más importantes son los siguientes:

	XRN	dXRN	QAN	SSTP	(SSTP/ $\overline{SSTP}$ )*XRN <sup>2</sup>
Media	7,662,885	-8116.85185	3,306,436	19.40	6.48208E+13
Mediana	7,661,212	353665	3,274,675	19.59	5.95512E+13
Máximo	12,713,668	5223614.94	5,522,047	24.65	1.66631E+14
Mínimo	2,656,318	-6378407	445,083	16.88	7.2927E+12
Desv. Stand.	2,507,072	3341901.32	1,290,426	1.608	4.04305E+13

	XRN	dXRN	QAN	SSTP	$(SSTP/SSTP)*XRN^2$
Skewness	-0.019	-0.329	-0.169	1.084	0.758
Curtosis	2.399	2.060	2.712	5.060	2.917
Jarque-Bera	0.408	1.483	0.271	11.926	2.594
Probabilidad	0.816	0.476	0.873	0.003	0.273
Observaciones	27	27	27	27	27

Todas las variables, excepto la temperatura del mar, muestran una distribución cercana a la normal. La temperatura del mar, cuando es multiplicada por el cuadrado de la biomasa adquiere también una distribución normal.

Esto ha permitido usar mínimos cuadrados ordinarios para relacionar las variables, en primer lugar sin variable ambiental con el siguiente resultado:

Figura 7-1 Regresión para la biomasa sin efecto ambiental

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
XRN	0.853695	0.053394	15.98868	0.0000
XRN(-1)*2	-4.71E-08	5.70E-09	-8.276180	0.0000

R-squared: 0.850610  
Adjusted R-squared: 0.844634  
S.E. of regression: 1261832  
Sum squared resid: 3.98E+13  
Log likelihood: -416.5704

Estos resultados indican que el crecimiento poblacional (dXRN) sumado con lo que había en el mar pero se ha capturado (QAN), describe una parábola cuyos parámetros han sido calculados por la regresión y se pueden escribir en forma de ecuación de la siguiente manera:

$$dXRN_t + QAN_t = 0.853XRN - 4.713 \cdot 10^{-8} XRN_{t-1}^2$$

Luego, incorporando la temperatura superficial del mar al modelo el resultado mejora el coeficiente de determinación y se reduce el criterio de Akaike, lo que avala la incorporación de esta variable. Los nuevos resultados se muestran en la siguiente figura:

Figura 7-2 Regresión para la biomasa con efecto ambiental sin intercepto

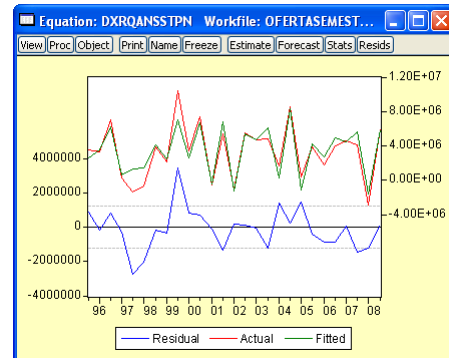
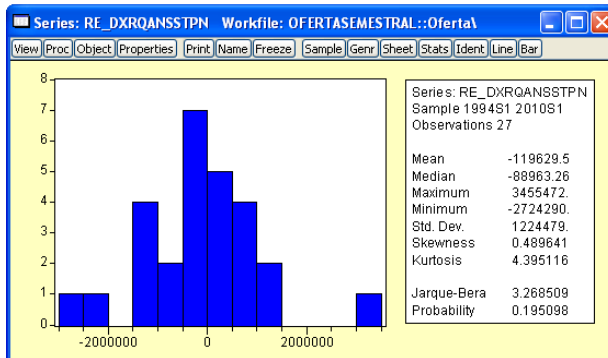
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
XRN	0.829963	0.050708	16.36765	0.0000
SSTP(-1)*XRN(-1)^2/19.39543229	-4.48E-08	5.37E-09	-8.338504	0.0000

R-squared: 0.852246  
Adjusted R-squared: 0.846336  
S.E. of regression: 1254902  
Sum squared resid: 3.94E+13  
Log likelihood: -416.4217

Este reporte escrito como ecuación quedaría de la siguiente manera:

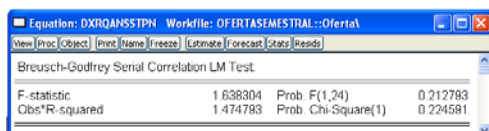
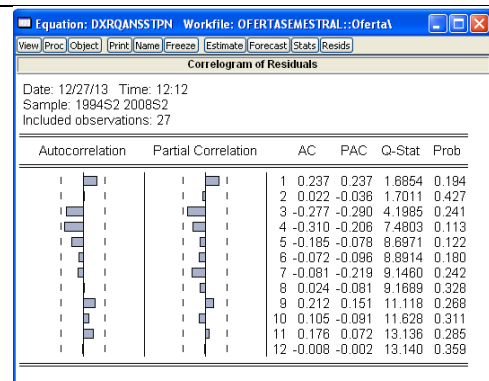
$$dXRN_t + QAN_t = 0.829XRN_t - 4.477 \cdot 10^{-8} \left( \frac{SSTP_{t-1}}{19.3954} \right) XRN_{t-1}^2$$

Los coeficientes son significativos dado que, en cada caso, el estadístico t de Student es mucho mayor a 2 y la probabilidad del estadístico p es menor a 0.05. Asimismo, los residuos de la regresión se acercan a una distribución normal, a pesar de los valores atípicos de los años 1997-II y 1999-II que se escapa del rango promedio. El comportamiento de los residuos se resume en las siguientes figuras:

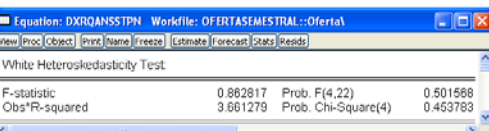
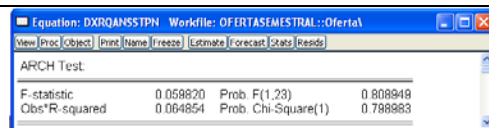


Continuamos evaluando la regresión con pruebas que descarten si hay autocorrelación, heterocedasticidad o no linealidad. Los resultados son favorables:

**Autocorrelación.-** A pesar de que el estadístico Durbin-Watson tiene un valor de 1.15, la prueba de Lung-Bos muestra probabilidades mayores a 0.05, lo mismo que la prueba Breusch-Godfrey, indicando que podemos descartar la autocorrelación.



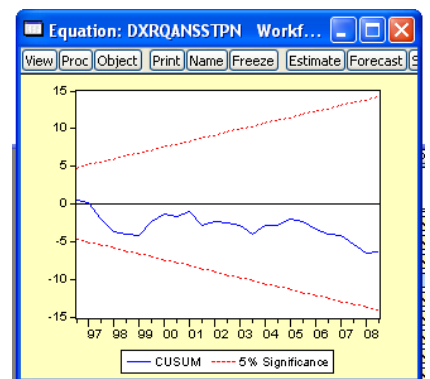
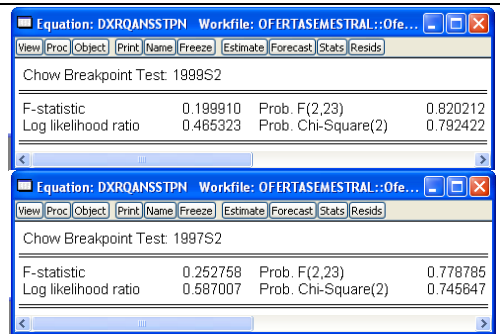
**Homocedasticidad.-** Tanto las pruebas de Arch y White muestran coeficientes F con probabilidades mayores a 0.05, confirmando la presencia de homocedasticidad, a pesar de la desviación de la varianza mostrada para dos casos en el gráfico de residuos.



Linealidad.- La prueba de Ramsey no encuentra que sea probable una relación cuadrática en los coeficientes.



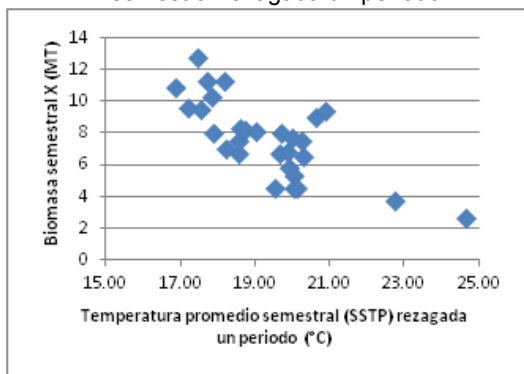
Cambio estructural.- Tanto las pruebas de Chow para periodos sospechosos (1997-II y 1999-II) y la de CUSUM, indican que los coeficientes son válidos para todo el espacio de tiempo analizado.



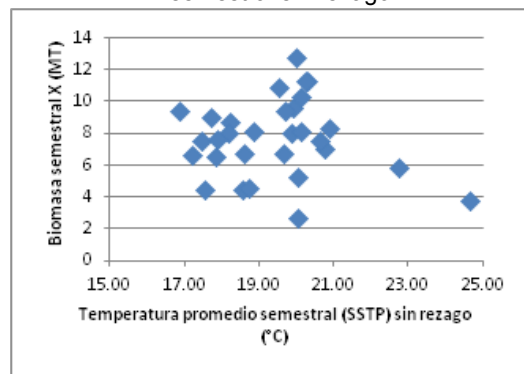
En cuanto al papel de la temperatura superficial del mar, los siguientes gráficos muestran el efecto inverso sobre la biomasa total, cuando se rezaga la temperatura un periodo (A) y cuando no hay rezago (B). Es más clara la relación inversa en el primer caso (A), respaldando el papel de la temperatura en la regresión.

Gráfico 7-1 Relación entre la biomasa total de anchoveta y temperatura semestral

(A) Relación entre la biomasa y temperatura semestral rezagada un periodo



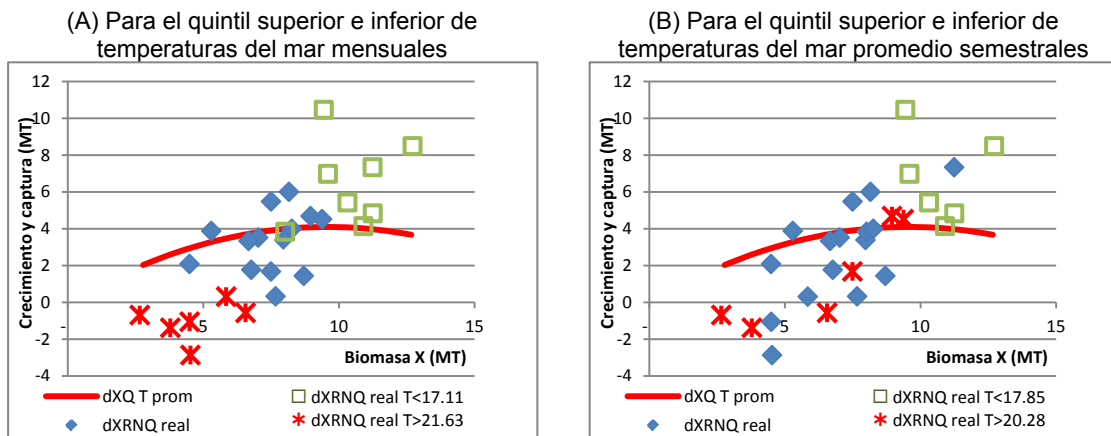
(B) Relación entre la biomasa y temperatura semestral sin rezago



De la misma manera, si evaluamos el efecto de las temperaturas máximas y mínimas sobre la biomasa capturable (crecimiento de la biomasa más la captura), el efecto se hará más evidente si usamos la temperatura mensual en vez de la temperatura promedio semestral, pues ésta última, al ser un promedio de datos mensuales, suaviza los valores extremos. Así, el Gráfico 7-2 (A)

muestra con el símbolo \* el crecimiento y captura para valores correspondientes al quintil superior de temperaturas mensuales, siempre y cuando se trate de por lo menos dos meses consecutivos de temperaturas altas; mientras que se ha usado en símbolo □ para el crecimiento y captura asociados al quintil inferior de temperaturas, cuando hay por lo menos dos casos consecutivos de temperaturas mensuales bajas. Para el resto de situaciones se usa ◆. La parte (B) del gráfico muestra la misma idea pero con temperaturas promedio semestrales. Vemos que en el gráfico (A) la relación entre temperaturas altas y biomazas capturables bajas es más clara que en el grafico (B). Lo mismo para temperaturas bajas y biomazas capturables altas.

**Gráfico 7-2 Biomasa versus crecimiento más captura para el quintil superior e inferior de la temperatura superficial del mar**



Lamentablemente, al no disponer de biomazas mensuales no hemos podido usar temperaturas del mar mensuales y hemos mantenido nuestra regresión en unidades semestrales. Por lo tanto, ya que nuestra regresión tiene un  $R^2$  aceptable, e incluye a la temperatura superficial del mar como variable explicativa, podemos usar sus coeficientes para hacer evaluaciones sobre los efectos de esta variable ambiental sobre la capacidad de carga y el máximo rendimiento sostenible.

No obstante, en el afán del mejorar el coeficiente de determinación se incorporó un intercepto a la regresión anterior, de la siguiente manera:

$$dXRN_t + QAN_t = c + rXRN_t - \frac{r}{\bar{K}} \left( \frac{SSTP}{\bar{SSTP}} \right) XRN_{t-1}^2$$

El resultado se muestra en la siguiente figura y a continuación su expresión algebraica:

Figura 7-3 Regresión para la biomasa con efecto ambiental e intercepto

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1647419.	850635.3	-1.936693	0.0646
XRN	0.984621	0.093238	10.56024	0.0000
SSTP(-1)*XRN(-1)^2/19.39543229	-3.95E-08	5.78E-09	-6.830209	0.0000

R-squared	0.872216	Mean dependent var	3337844.
Adjusted R-squared	0.861568	S.D. dependent var	3201281.
S.E. of regression	1191084.	Akaike info criterion	30.92306
Sum squared resid	3.40E+13	Schwarz criterion	31.06705
Log likelihood	-414.4614	F-statistic	81.90883
Durbin-Watson stat	1.866718	Prob(F-statistic)	0.000000

$$dXRN_t + QAN_t = -1647419 + 0.984XRN_t - 3.95 \cdot 10^{-8} \left( \frac{SSTP_{t-1}}{19.3954} \right) XRN_{t-1}^2$$

A pesar de que pasa todas las pruebas estadísticas, los coeficientes estimados arrojan cifras para el máximo rendimiento sostenible y la capacidad de carga bastantes alejados de lo publicado por IMARPE. Por lo tanto, puede ser una regresión matemáticamente más limpia pero no acorde con el comportamiento real de la biomasa.

Por otro lado, dado que la ecuación logística plantea una parábola simétrica para modelar el crecimiento de la biomasa, en la sospecha de que esto no tiene por qué ser así se planteó un modelo no lineal en los coeficientes, de la siguiente manera:

$$dX_t + Q_t = C_1 + C_2 \cdot X^{C_3} - C_4 \cdot \frac{SSTP_{t-1}}{SSTP} \cdot X_{t-1}^{2 \cdot C_3}$$

Se usó como valor inicial para los coeficientes los obtenidos en la regresión anterior y cero para  $C_3$ . Usando el algoritmo de Marquardt y después 504 interacciones, los resultados convergieron en las cifras mostradas en la siguiente figura.

Figura 7-4 Regresión no lineal para la biomasa de anchoveta

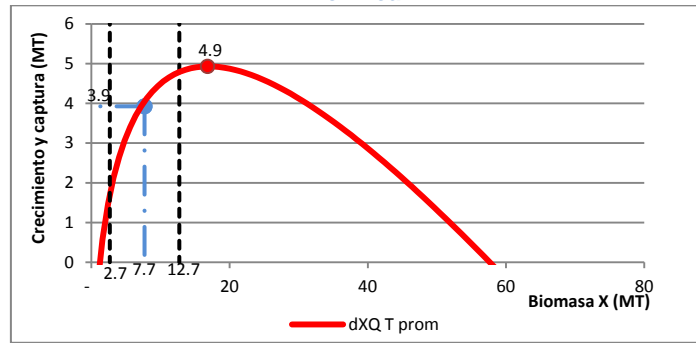
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-7518303.	3729552.	-2.015873	0.0556
C(2)	28408.88	75504.27	0.349783	0.7297
C(3)	0.408895	0.159741	2.559480	0.0178
C(4)	-14.53784	79.01371	-0.183981	0.8556

R-squared	0.909476	Mean dependent var	3337844.
Adjusted R-squared	0.897888	S.D. dependent var	3201281.
S.E. of regression	1024068.	Akaike info criterion	30.65242
Sum squared resid	2.41E+13	Schwarz criterion	30.84439
Log likelihood	-409.8076	Durbin-Watson stat	1.751329

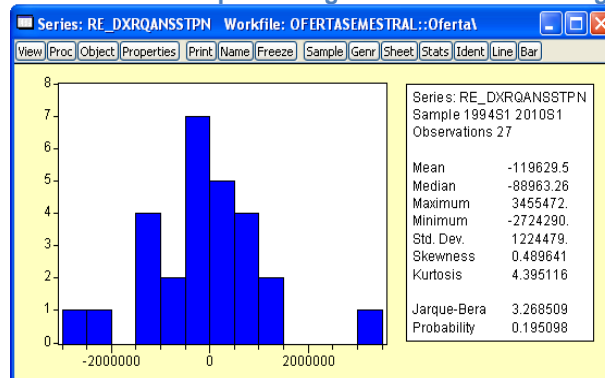
En base a estos coeficientes se proyectó la curva de crecimiento no cuadrática y asimétrica que se muestra a continuación. Lamentablemente los valores se escapan del rango de lo posible.

Gráfico 7-3 Biomasa versus crecimiento y captura semestrales estimadas mediante una regresión no lineal



Entonces, la regresión que se usará para el cálculo del máximo rendimiento sostenible, la capacidad de carga y la captura sustentable para la biomasa promedio es la mostrada en la Figura 7-2 de páginas atrás. El cálculo de tales cifras se ha realizado con su respectivo intervalo de confianza del 95% usando una simulación de Montecarlo. Para eso se le ha asignado al error de la regresión una distribución normal, con valores de la media, máximo, mínimo y desviación estándar extraídos de la siguiente figura.

Figura 7-5 Estadísticos de los residuos para la regresión de la función logística de la anchoveta



Luego de 1000 interacciones, la simulación de Montecarlo arroja los siguientes valores para los intervalos de confianza de la capacidad de carga (K), el máximo rendimiento sostenible (MSY) y la captura sustentable para la biomasa promedio:

Figura 7-6 Simulación de Montecarlo para la capacidad de carga (K)

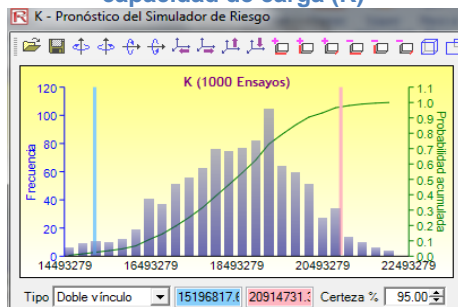


Figura 7-7 Simulación de Montecarlo para el máximo rendimiento sostenible (MSY)

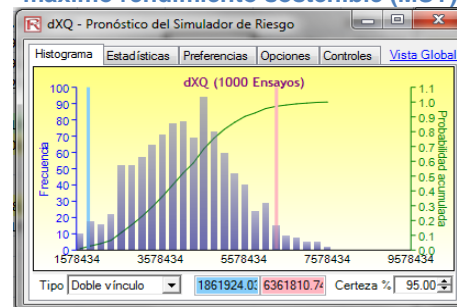
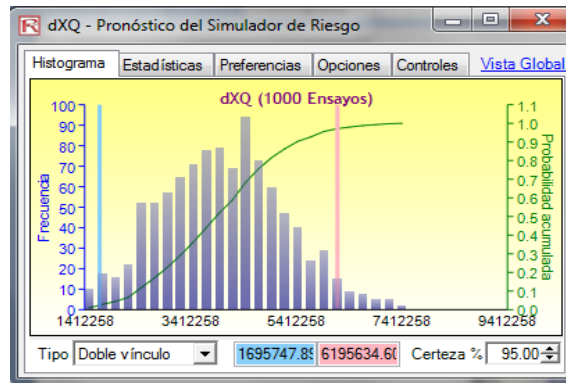


Figura 7-8 Simulación de Montecarlo para la captura sustentable correspondiente a la biomasa promedio entre 1994 y 2010



### 7.3. Regresión para la captura de anchoveta

Se buscó modelar la función de captura de Shaeffer que vincula la captura (DLQAN), la capacidad de bodega (DLCBSS) como representante del esfuerzo pesquero y la biomasa (DLX), cada cual en su versión logarítmica y en primera diferencia. Para resolver los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación se aplicó el modelo de corrección de errores, luego de corroborar el comportamiento estacionario de cada variable. Los resultados mostrados en la siguiente figura indican que sólo habría una relación coherente y significativa entre la biomasa y la captura, mientras que el vínculo con la capacidad de bodega no ofrece mayor sentido, pues el signo no corresponde a lo esperado y el nivel de significancia es inaceptable.

Figura 7-9 Regresión para la captura de anchoveta

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.003188	0.050813	-0.062743	0.9504
DLCBSS	-0.019737	0.133864	-0.147440	0.8898
DLX	0.930470	0.097172	9.575480	0.0000
RE_LQAN(-1)	-0.542311	0.184687	-2.936373	0.0066

R-squared	0.782367	Mean dependent var	-0.017311
Adjusted R-squared	0.759049	S.D. dependent var	0.585220
S.E. of regression	0.287265	Akaike info criterion	0.459649
Sum squared resid	2.310600	Schwarz criterion	0.642666
Log likelihood	-3.354377	F-statistic	33.55231
Durbin-Watson stat	1.544211	Prob(F-statistic)	0.000000

### 7.4. Regresión para los costos de producción de harina de pescado

Para modelar la función de costos translog de harina de pescado se usó el consumo intermedio de la harina de pescado (LCIHP), la producción de harina de pescado (LQHP), el precio de la anchoveta (LPAN), el precio del petróleo y la temperatura superficial del mar (LSSTP), cada una en su versión logarítmica en vista de que los coeficientes de la regresión deben pasar a ser los exponentes de la función translog. Las observaciones son de periodicidad semestral, desde 1994-I hasta 2008-II. Los estadísticos más importantes de las variables involucradas se muestran a continuación:



	LCIHP	LQHP	LPAN	LPAN*LPOIL	LSSTP
Media	19.548	13.556	4.218	14.760	2.962
Mediana	19.521	13.578	4.252	13.226	2.975
Máximo	20.127	14.098	5.547	24.043	3.205
Mínimo	18.950	12.577	3.303	9.193	2.826
Dev. Stand.	0.299	0.360	0.493	4.160	0.080
Skewness	0.201	-0.723	0.444	0.645	0.765
Curtosis	2.270	3.312	3.212	2.211	4.159
Jarque-Bera	0.926	2.920	1.113	3.048	4.910
Probabilidad	0.629	0.232	0.573	0.218	0.086
Observaciones	32	32	32	32	32

Se aplicó mínimos cuadrados ordinarios y el resultado de la regresión aparece en la siguiente figura:

Figura 7-10 Regresión para los costos variables translog de la harina de pescado por mínimos cuadrados

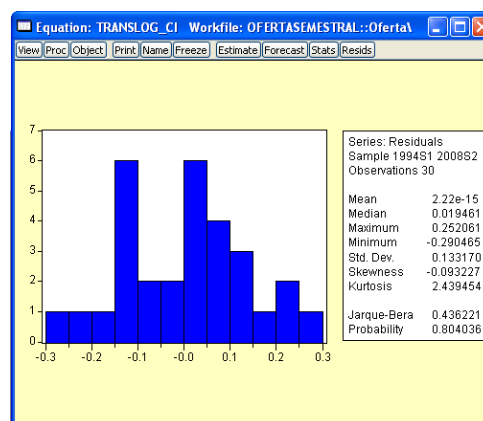
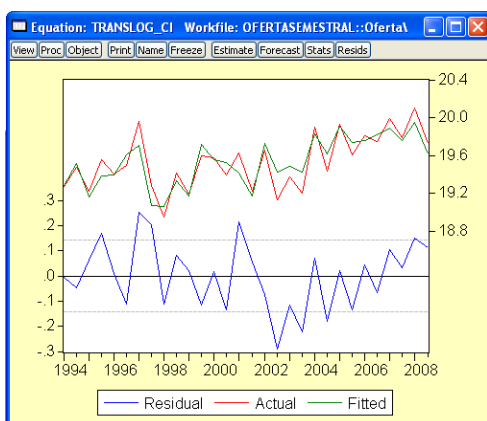
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.796480	2.462755	2.759698	0.0107
LQHP	0.649984	0.112188	5.794750	0.0000
LPAN	0.336982	0.180975	1.862035	0.0744
LPAN*LPOIL	0.030755	0.017802	1.727629	0.0964
LSSTP	0.703867	0.375765	1.872624	0.0729

R-squared	0.787267	Mean dependent var	19.53311
Adjusted R-squared	0.753230	S.D. dependent var	0.288729
S.E. of regression	0.143429	Akaike info criterion	-0.894943
Sum squared resid	0.514296	Schwarz criterion	-0.661410
Log likelihood	18.42414	F-statistic	23.12958
Durbin-Watson stat	1.869508	Prob(F-statistic)	0.000000

La probabilidad de significancia de los coeficientes superan ligeramente el valor crítico de 5%, salvo para LQHP que es casi cero.

El comportamiento de los residuos de la regresión sigue aproximadamente una distribución normal, como se muestra a continuación:



Más allá de la normalidad de los residuos, para validar el cumplimiento del resto de supuestos que justifican el uso de los mínimos cuadrados ordinarios se realizaron las siguientes pruebas:

Homocedasticidad.- Las pruebas de White y Arch rechazan la existencia de heterocedasticidad.

ARCH Test			
F-statistic	0.068278	Prob. F(1,27)	0.795844
Obs*R-squared	0.073150	Prob. Chi-Square(1)	0.786804

White Heteroskedasticity Test			
F-statistic	2.245490	Prob. F(8,21)	0.065781
Obs*R-squared	13.83120	Prob. Chi-Square(8)	0.086273

Linealidad.- La prueba de Ramsey está casi en el límite, indicando que hay cierta posibilidad de que no se trate de una expresión lineal.

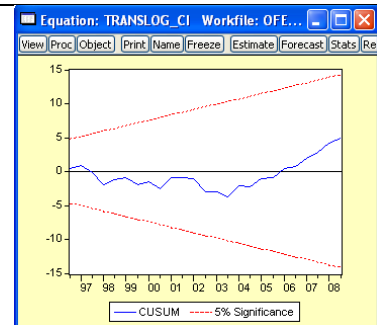
Ramsey RESET Test			
F-statistic	3.982112	Prob. F(1,24)	0.057457
Log likelihood ratio	4.605349	Prob. Chi-Square(1)	0.031872

Autocorrelación.- El estadístico Durbin-Watson muestra una cifra bastante aceptable. Los resultados de las pruebas Lung-Bos y multiplicadores de Lagrange en ese mismo sentido no evidencian la existencia de autocorrelación.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.053	0.053	0.0926	0.761	
2	0.137	0.135	0.7399	0.691	
3	-0.029	-0.043	0.7690	0.857	
4	0.192	0.181	2.1249	0.713	
5	-0.118	-0.136	2.8595	0.752	
6	0.135	0.114	3.3932	0.758	
7	-0.149	-0.139	4.3190	0.742	
8	0.152	0.125	5.3239	0.722	
9	-0.212	-0.187	7.3850	0.597	
10	-0.225	-0.302	9.8134	0.457	
11	-0.217	-0.068	12.199	0.349	
12	-0.057	-0.122	12.373	0.416	
13	-0.088	0.093	12.806	0.463	
14	-0.039	-0.065	12.899	0.534	
15	-0.147	-0.081	14.290	0.504	
16	-0.107	-0.126	15.075	0.519	

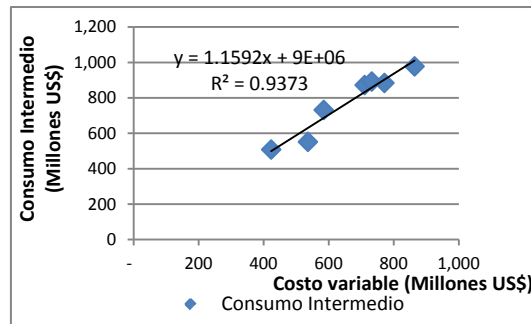
Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test			
F-statistic	0.325524	Prob. F(2,23)	0.725422
Obs*R-squared	0.825817	Prob. Chi-Square(2)	0.661723

Cambio estructural.- Ya que no hay sospechas de cambio estructural se aplicó solo la prueba CUSUM cuyo resultado avala la misma idea.



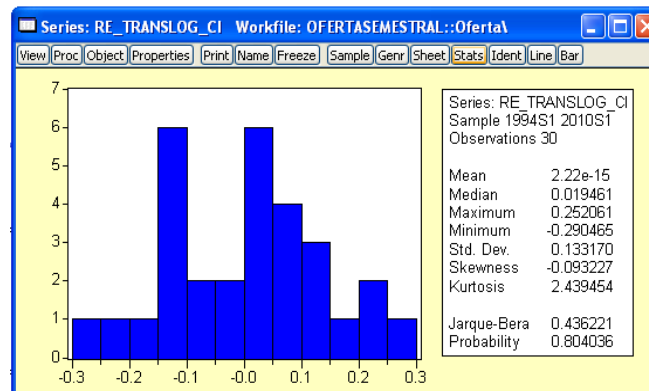
Estos resultados indican que los coeficientes estimados se pueden usar pero con cierta cautela. Luego, el consumo intermedio modelado por la regresión se convirtió en costo variable en base a los datos mostrados en el siguiente gráfico.

**Gráfico 7-4 Proporción lineal entre el consumo intermedio y los costos variables de producir harina de pescado, 2001-2007**



Se usaron los coeficientes de la regresión translog anterior para calcular el costo medio más bajo de la industria y los costos medios de los periodos 1997-II y 1999-II, con ayuda de una simulación Montecarlo. Para eso se le asignó a los residuos de la regresión una distribución normal con la media, máximo, mínimo y desviación estándar obtenidos de la siguiente figura:

**Figura 7-11 Estadísticos de los residuos de la regresión translog del consumo intermedio**



Los resultados de las simulaciones para un intervalo de confianza del 95% son los siguientes:

**Figura 7-12 Simulación de Montecarlo para óptimo económico a largo plazo**

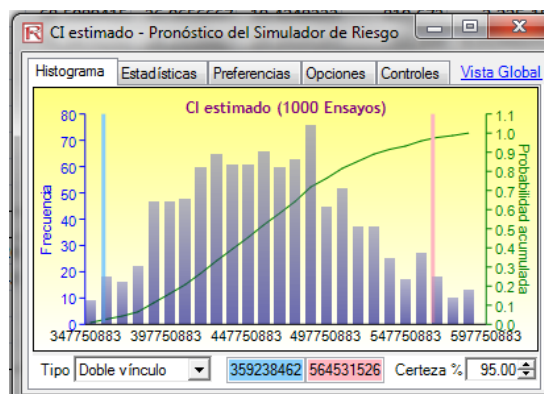


Figura 7-13 Simulación de Montecarlo para el consumo intermedio de 1997-II

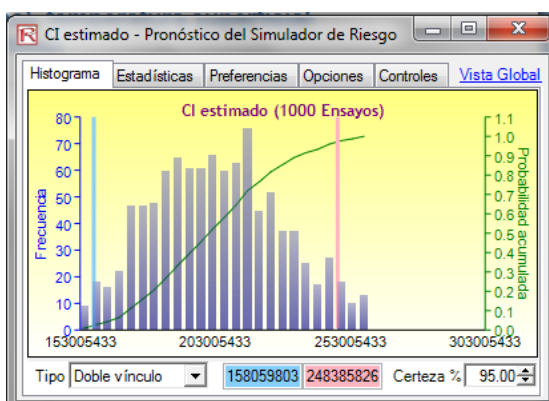
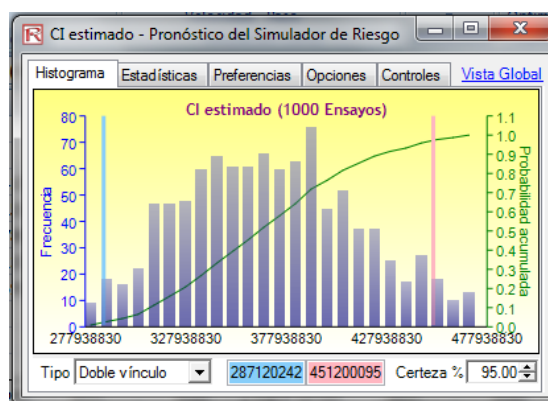


Figura 7-14 Simulación de Montecarlo para el consumo intermedio de 1999-II



Para modelar la función oferta translog de corto plazo se usó mínimos cuadrados con el método de variables instrumentales, en vista de la relación de ida y vuelta que existe entre el precio internacional de la harina de pescado y la cantidad producida por el Perú, por abastecer casi el 50% de la oferta mundial. Para eso se eligió al precio del combustible y a la captura de anchoveta como variables instrumentales por no estar correlacionadas con el error de la regresión. Los resultados se muestran en la siguiente figura:

Figura 7-15 Oferta a corto plazo translog con variables instrumentales

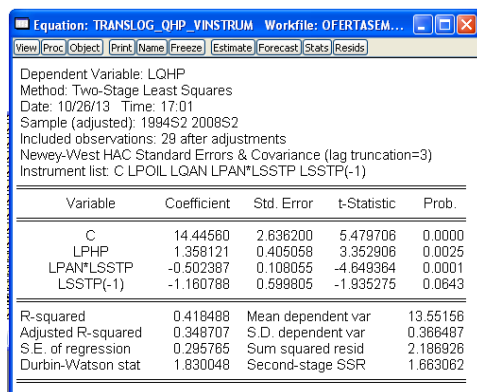
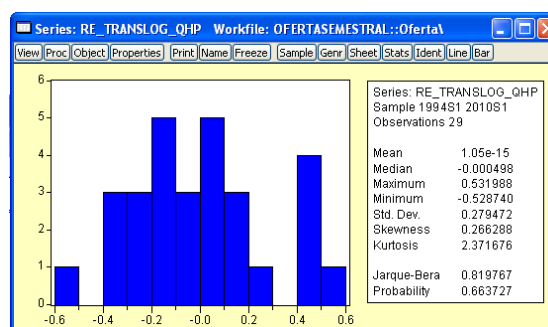


Figura 7-16 Estadísticos de los residuos de la regresión de oferta a corto plazo translog con variables instrumentales



La regresión pasa todas las pruebas de validación estadísticas, y aunque el  $R^2$  es bastante bajo y el valor p de la temperatura del mar es ligeramente mayor que 5%, se ha usado el coeficiente del precio de la harina de pescado (LPHP) como elasticidad de la oferta, dado que tiene un estadístico t de Student lo suficientemente alto (3.352) y un nivel de significancia de probabilidad también bastante bajo (0.0025).

## 7.5. Captura versus cuotas globales de pesca y biomasa

Gráfico 7-5 Porcentaje de captura respecto a la cuota global. 1986-2008

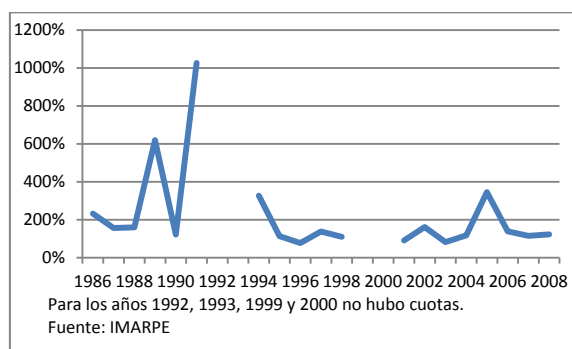
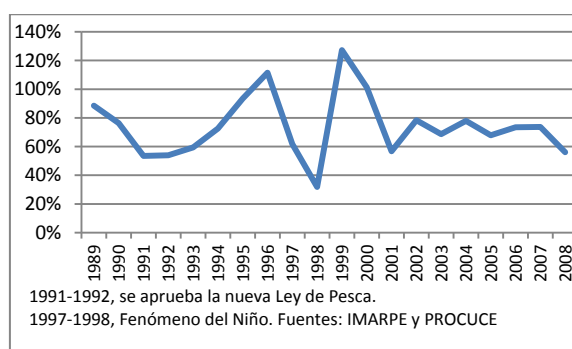


Gráfico 7-6 Porcentaje de captura respecto a la biomasa. 1989-2008



## 7.6. Modelo de demanda empírica

Las variables relacionadas mediante el modelo de demanda empírica han sido el valor unitario de la harina de pescado (LVHP), la cantidad exportada por el Perú de harina de pescado (LQHP), el valor unitario de la harina de soya (LVHS), el valor unitario del aceite de pescado exportado por el Perú (LVAP) y la producción acuícola (LQAC), avícola (LQAV) y porcina (LQPO) de China (CHI), Alemania (ALE) y Japón (JAP); cada una en su versión logarítmica para que los coeficientes pasen a ser exponentes del modelo, en una muestra de periodicidad anual desde 1994 hasta 2011. La siguiente tabla muestra los estadísticos básicos de las variables:

	LVHP?	LQHP?	LVHS?	LVAP?	LQAC?	LQAV?	LQPO?
Media	6.419	12.420	5.603	6.206	12.566	14.717	15.617
Mediana	6.299	12.172	5.531	6.159	10.776	14.063	15.244
Máximo	7.304	13.941	6.234	7.309	16.950	16.674	17.757
Mínimo	5.772	10.392	5.072	5.174	9.668	13.360	14.024
Desv. Stand.	0.441	0.842	0.289	0.599	2.799	1.191	1.449
Skewness	0.512	0.155	0.497	0.291	0.697	0.652	0.345
Curtosis	2.306	2.205	2.276	2.225	1.538	1.627	1.512
Jarque-Bera	3.441	1.640	3.398	2.112	9.188	8.069	6.052
Probabilidad	0.179	0.440	0.183	0.348	0.010	0.018	0.049
Observaciones agrupadas	54	54	54	54	54	54	54

Dada la escasez de observaciones, 18 por país, para incrementar los grados de libertad se planteó un modelo de datos de panel, tomando a los tres países como secciones cruzadas. La magnitud de los valores de asociados a China

respecto a los demás países motivó la ponderación de los datos usando la sección cruzada como criterio.

El reporte de resultados para el modelo agrupado aparece en la siguiente figura:

Dependent Variable: LVHP?				
Method: Pooled EGLS (Cross-section weights)				
Date: 09/16/13 Time: 09:08				
Sample: 1994 2011				
Included observations: 18				
Cross-sections included: 3				
Total pool (balanced) observations: 54				
Linear estimation after one-step weighting matrix				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-5.0867372	7.032073866	-0.72336231	0.47356422
LQHP?	-0.16209581	0.056632778	-2.86222601	0.006596568
LVHS?	0.31553947	0.136943784	2.30415332	0.026355356
LVAP?	0.22941043	0.094236331	2.43441598	0.019356726
CHI--LQACCHI	1.48438847	0.520314458	2.85286801	0.006760273
ALE--LQACALE	-0.19317488	0.210521382	-0.9176022	0.364193687
JAP--LQACJAP	-0.19262979	0.309736753	-0.62191455	0.537441281
CHI--LQAVCHI	-1.14332727	0.59288395	-1.92841663	0.06074738
ALE--LQAVALE	0.30373554	0.50013149	0.60731136	0.546993286
JAP--LQAVJAP	3.28884462	1.007321635	3.26493992	0.0022143
CHI--LQPOCHI	0.27100801	0.613378667	0.44182823	0.660935226
ALE--LQPOALE	0.53281594	0.779982999	0.68311225	0.498378114
JAP--LQPOJAP	-2.41763794	1.199510444	-2.01552054	0.050436818
Weighted Statistics				
R-squared	0.92740327	Mean dependent var	6.535131847	
Adjusted R-squ	0.90615544	S.D. dependent var	0.866059539	
S.E. of regressi	0.13831875	Sum squared resid	0.784415109	
F-statistic	43.6469748	Durbin-Watson stat	1.961207722	
Prob(F-statisti	1.84E-19			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.92695264	Mean dependent var	6.418795813	
Sum squared r	0.78928415	Durbin-Watson stat	1.934338848	

En el afán de diferenciar el papel que juega cada país en la determinación del precio de la harina de pescado se corrió el modelo en la modalidad de efectos fijos. Sin embargo, las pruebas de redundancia F y Chi cuadrado que se muestran a continuación, al tener estadísticos con probabilidades mucho mayores a 0.05, indican que es más preciso usar el modelo agrupado.

Redundant Fixed Effects Tests				
Pool: VHPCRUIZ				
Test cross-section fixed effects				
Effects Test		Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F		1.13691297	(2,42)	0.33048137
Cross-section Chi-square		2.84709857	2	0.24085763

Por lo tanto, se eligió el modelo agrupado y el resultado fueron tres regresiones con un grupo de coeficientes comunes y otro grupo de coeficientes de cada sección cruzada específica. Los residuos de las regresiones siguen una distribución muy cercana a la normal, como se muestra en la siguiente tabla

	RESID_CHI	RESID_ALE	RESID_JAP
Media	1.49E-06	-3.93E-05	3.03E-05
Mediana	0.023	-0.037	0.026
Máximo	0.196	0.262	0.258
Mínimo	-0.178	-0.187	-0.307
Desv. Stand.	0.104	0.141	0.126
Skewness	-0.038	0.418	-0.344
Curtosis	2.151	1.966	3.591
Jarque-Bera	0.545	1.325	0.617
Probabilidad	0.762	0.516	0.735

Para evaluar qué variable es la que más impacto tiene sobre el precio de la harina de pescado se calculó el coeficiente estandarizado de cada una, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 7-1 Coeficientes estandarizados de la regresión de demanda empírica**

	LVHP	LQHPCHI	LQHPALE	LQHPJAP	LVHSCHI	LVHSALE	LVHSJAP	LVAPCHI	LVAPALE	LVAPJAP
Desv. St.	0.449	0.3654	0.3356	0.4893	0.2605	0.2995	0.2982	0.611	0.611	0.611
Coefficiente		-0.162	-0.162	-0.162	0.3155	0.3155	0.3155	0.2294	0.2294	0.2294
Coefficiente estandarizado		-0.131	-0.121	-0.176	0.1829	0.2103	0.2094	0.312	0.312	0.312
		LQACCHI	LQACALE	LQACJAP	LQAVCHI	LQAVALE	LQAVJAP	LQPOCHI	LQPOALE	LQPOJAP
Desv. St.		0.3178	0.2046	0.2166	0.249	0.2622	0.0591	0.1351	0.1504	0.0277
Coefficiente		1.4843	-0.193	-0.192	-1.143	0.3037	3.2888	0.271	0.5328	-2.417
Coefficiente estandarizado		1.0501	-0.087	-0.092	-0.633	0.1773	0.4328	0.0815	0.1783	-0.149

### 7.7. Cálculo de la cuota máxima de Anderson

Anderson parte de una función inversa de demanda y una función inversa de oferta, pero en esta última el precio representa el costo medio del sector. Aquí, Q representa la cuota total asignada a todas las embarcaciones menos una, cuya cuota está representada por q.

$$P_D = a + m(Q_1 + q)$$

$$P_S = b + n(Q_1 + q)$$

Para obtener la cuota máxima se realizan las siguientes operaciones algebraicas:

- Multiplico por  $q$  para hallar el ingreso total y costo total, y luego derivó con respecto a  $q$  para hallar el ingreso marginal (MR) y el costo marginal (MC) respectivamente:

$$MR = a + m(Q_1 + q) + mq$$

$$MC = b + n(Q_1 + q) + nq$$

- Dado que  $Q_1+q$  debe ser igual a la cuota global (TAC):

$$MR = P_D(TAC) + mq$$

$$MC = P_S(TAC) + nq$$

- Sabiendo que las elasticidades de la demanda y oferta pueden definirse como:

$$e_D = \frac{1}{m} \frac{P_D}{TAC}$$

$$e_S = \frac{1}{n} \frac{P_S}{TAC}$$

- Despejando “ $m$ ” y “ $n$ ” y reemplazando en las funciones marginales, tenemos:

$$MR = P_D(TAC) + \frac{1}{e_D} \frac{P_D(TAC)q}{TAC}$$

$$MC = P_S(TAC) + \frac{1}{e_S} \frac{P_S(TAC)q}{TAC}$$

- Declarando a “ $s$ ” como la fracción  $q/TAC$ , igualando MR y MC y despejando tendremos:

$$s = - \frac{1 - \frac{P_S(TAC)}{P_D(TAC)}}{\frac{1}{e_D} - \frac{P_S(TAC)/P_D(TAC)}{e_S}}$$

Para calcular la cuota máxima se usaron las elasticidades de la oferta y la demanda calculadas en base a las regresiones respectivas, y el precio y el costo medio de la harina para el 2008, el año anterior al inicio de la aplicación del sistema de cuotas individuales. Para estos dos últimos valores los datos se obtuvieron de las regresiones anteriores y se aplicó una simulación de Montecarlo para evaluar el nivel de incertidumbre de cada uno, con un intervalo de confianza del 95%. Los resultados de las simulaciones se muestran a continuación:



Figura 7-17 Simulación Montecarlo para el precio de la harina de pescado del año 2008

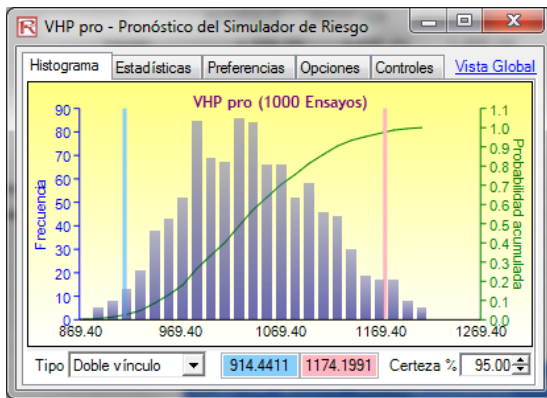
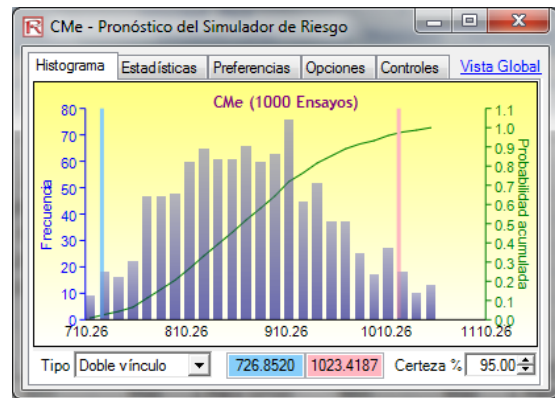


Figura 7-18 Simulación Montecarlo para el costo medio de la harina de pescado del año 2008



FIN