

Localización del Esfuerzo de Pesca en la Pesquería Chileno-Transzonal del Jurel (*Trachurus murphyi*)*

Julio Peña-Torres^{a/}
ILADES- Universidad Alberto Hurtado

Mabyr Valderrama V.^{b/}
ILADES/Georgetown University

5 de Mayo del 2008

Resumen

Este trabajo analiza condicionantes de la localización del esfuerzo pesquero de la flota chilena que opera en la pesquería transzonal del Jurel, considerando datos por viaje para el periodo 1987-2004. Desde principios de los años 1990s esta flota comenzó a desplazarse más allá de las 200 mn, condicionada por cambios en la distribución espacial de este recurso. Se presume que esta dinámica de cambio podría haberse intensificado por la ocurrencia del fuerte fenómeno *El Niño* de los años 1997-98. El retorno a esta pesquería de flotas de naciones distantes, a partir del año 2000, ha incrementado el interés por entender efectos relacionados con esta dinámica de cambio espacial. Este trabajo analiza económicamente el efecto de factores ambientales, regulatorios, tecnológicos y económicos sobre las decisiones de operación espacial de la flota chilena que opera en esta pesquería. Dada la extensión temporal de los datos disponibles, se testea la posible influencia del fenómeno ambiental *El Niño* sobre la operatoria espacial de la flota analizada.

Clasificación JEL: Q22; C23; C25

Palabras Clave: Econometría espacial; Modelos de localización del esfuerzo de pesca; Pesquería pelágica transzonal del jurel; Fenómeno ambiental *El Niño*; Cuotas individuales de pesca.

* Deseamos agradecer a Patricio Barría, Leonardo Caballero y Rodolfo Serra (profesionales del Instituto de Fomento Pesquero de Chile, IFOP) y a René Cerda (UCV), por su colaboración en analizar aspectos pesquero-biológicos relativos a la pesquería bajo estudio. También extendemos nuestros agradecimientos a Marcela Perticará y Claudio Agostini (profesores del Depto. Economía, UAH), por sus sugerencias sobre aspectos metodológicos.

^{a/} Profesor Adjunto. Facultad de Economía y Negocios, Universidad Alberto Hurtado. Erasmo Escala 1835, Santiago, Chile. E-mail: jpena@uahurtado.cl (autor para contacto).

^{b/} M.A. in Economics ILADES/Georgetown University, Universidad Alberto Hurtado. Erasmo Escala 1835, Santiago, Chile. E-mail: mv92@georgetown.edu.

1. Introducción

La creciente explotación comercial de recursos pesqueros altamente migratorios, con núcleos poblacionales que migran siguiendo patrones ‘dentro/fuera’ de la ZEE de países costeros, ha ido creando en años recientes incentivos para desarrollar instituciones de administración conjunta por parte de múltiples países con interés en recursos de este tipo (Munro 2000; Peña-Torres et al. 1999). Algunos ejemplos de pesquerías actualmente bajo administración colectiva, por parte de un conjunto de países, son las de atún en el Pacífico Central y Occidental, la del arenque en el Atlántico del Norte (Norwegian spring-spawning herring o *clupea harengus*), explotada por flotas noruegas, islandesas, rusas, de la Unión Europea y de las Islas Faroe, como también la pesquería del bacalao de profundidad (tootfish o *dissostichus eleginoides*) explotada por flotas de distintos países –Chile incluido-- en áreas bajo jurisdicción de la Convención sobre la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR).

En el caso de la pesquería transzonal del jurel en el Pacífico Sur, que también es una especie altamente migratoria, desde hace un par de años se ha iniciado un calendario de reuniones entre países con interés en esta pesquería, en el marco de la Organización Regional de Manejo Pesquero del Pacífico Sur, con la intención de desarrollar a futuro un sistema de administración conjunta para esta pesquería. Entre los países actualmente participantes están Chile, Perú, Rusia, China, la Unión Europea, Nueva Zelanda, Australia, Canadá y USA, además de un conjunto de otros países con banderas de conveniencia para la pesca en aguas internacionales. Lograr avances en esta dirección naturalmente requiere que cada participante analice las implicancias de posibles cambios en la participación de distintas zonas de pesca en la captura anual que obtiene en esta pesquería. En el caso de la flota chilena, un aspecto fundamental se refiere a la importancia de capturas obtenidas dentro y fuera de la ZEE de Chile.

En este trabajo se modelan econométricamente decisiones de operación espacial de la flota chilena que participa en la pesca transzonal de jurel. Actualmente la pesca industrial de esta especie corresponde a la pesquería con mayor volumen de desembarques en Chile. El foco del análisis se concentra en efectos relacionados con cambios relativamente recientes en la distribución espacial de este recurso pesquero en aguas internacionales adyacentes a la ZEE chilena. Existen crecientes indicios de que se ha ido produciendo un desplazamiento, hacia aguas internacionales, en la distribución espacial de importantes concentraciones de jurel, sobre todo desde fines de los años 1900s. Tales indicios se deducen a partir de cambios en las zonas de pesca reportadas por la flota

chilena. Se ha incluso especulado que este desplazamiento podría haberse intensificado producto del fuerte fenómeno ambiental *El Niño* ocurrido durante varios meses del periodo 1997-1998. Hasta donde conocen estos autores, a la fecha no se ha desarrollado análisis estadístico sobre esta última conjetura.

Por otro lado, también desde fines de los años 1990s han ocurrido cambios en el tipo de naves que operan en la pesca industrial del jurel en Chile. Estos ajustes han además ocurrido en paralelo con importantes reformas regulatorias implementadas en la pesquería chilena del jurel (dentro de su ZEE). El modelo econométrico sobre decisiones de operación espacial de esta flota industrial controlará por estos cambios regulatorios y también por otros efectos que pudiesen ser específicos según tipo de nave. En este contexto, se testeará si la ocurrencia del fenómeno *El Niño* pudiera constituir, o no, un condicionante de la operación espacial de la flota industrial chilena que captura jurel dentro y fuera de la ZEE de Chile.

Una ventaja importante que favorece el desarrollo de este análisis econométrico es la disponibilidad de una base de datos (procesada regularmente por IFOP –Instituto de Fomento Pesquero de Chile) que contiene extensa y detallada información geo-referenciada (a nivel de viajes de pesca) sobre las operaciones de la flota industrial chilena que ha capturado jurel a lo largo de casi 2 décadas (1987-2004). Esta extensión temporal, y la consiguiente variabilidad disponible en los datos para variables relevantes, favorece el testeado de posibles correlaciones entre las decisiones de operación espacial de la flota chilena y un conjunto de potenciales condicionantes, entre ellos cambios regulatorios, tecnológicos, efectos estacionales (temporadas) de pesca, patrones de especialización extractiva (por especie) según tipo de nave, y efectos de tipo ambiental/oceanográfico. Hasta donde conocen los autores del presente trabajo, a la fecha no se ha desarrollado ningún análisis de este tipo para la pesquería chileno/transzonal del jurel, ni tampoco para otras pesquerías en las que se capture esta especie u otra con características biológico/migratorias similares.

Cabe resaltar que la mayoría de los análisis econométricos previos sobre problemas de localización de esfuerzos de pesca han utilizado datos tipo *cross-section* (Holland et al., 2004; Wilen, 2004). Sólo algunos trabajos han usado datos muestrales con dimensión temporal; aunque en este último caso la mayoría han realizado análisis con datos diarios o semanales, sin abarcar más allá de un año

de operaciones pesqueras¹ (e.g. Strand, 2004; Curtis y McConell, 2004; Mistiaen y Strand, 2000). Lo anterior ha limitado la posibilidad de analizar efectos y condicionantes con frecuencias de ocurrencia de más largo plazo (como, por ejemplo, los efectos oceanográficos asociados al fenómeno El Niño).

Este trabajo se organiza como sigue. La siguiente sección describe aspectos relevantes de la pesquería bajo estudio. La sección 3 explicita supuestos relevantes de la metodología de estimación. La sección 4 discute las variables a considerar en el modelo de estimación. La sección 5 discute los resultados obtenidos. Por último, la sección 6 presenta conclusiones.

2. La pesquería industrial del Jurel en Chile

La pesquería industrial del jurel en la zona Centro-Sur de Chile, con operaciones de pesca entre 33⁰LS y 41⁰LS (zona B en Figura 1), es actualmente la más importante en Chile en términos del volumen de sus capturas: en el 2007 la cuota anual asignada a esta flota industrial fue de 1,25 millón de toneladas (78% de la cuota total anual a nivel nacional para esta especie). La pesca de jurel se concentra predominantemente en naves cerqueras industriales. Esta flota también captura otras especies pelágicas, entre las principales sardina (*clupea bentincki*) y anchoveta (*engraulis ringens*). Sin embargo, desde mediados de los 1980s el jurel se consolida como la especie objetivo predominante en esta flota: en el periodo 1985-2002 el jurel representó algo más del 80% de la captura industrial total obtenida en esta pesquería.

La pesquería chilena del jurel forma parte de una amplia distribución oceánica de esta especie en el Pacífico Sudeste (área A en Figura 1). A partir de un proceso de colonización que comenzó a inicios de los 1970s, actualmente el jurel se distribuye en el Pacífico Sureste incluso más allá de 1000 millas náuticas de la costa central de Chile (a lo largo de la latitud 40° S, parte de este stock incluso alcanza aguas de Nueva Zelanda y Tasmania).² Si bien en sus inicios la pesquería chilena del jurel se desarrolló en la zona Norte, desde mediados de los años 1980s la pesquería Centro-Sur se consolida como la principal zona de pesca de este recurso, representando en el 2004 el 82% del desembarque nacional de jurel.

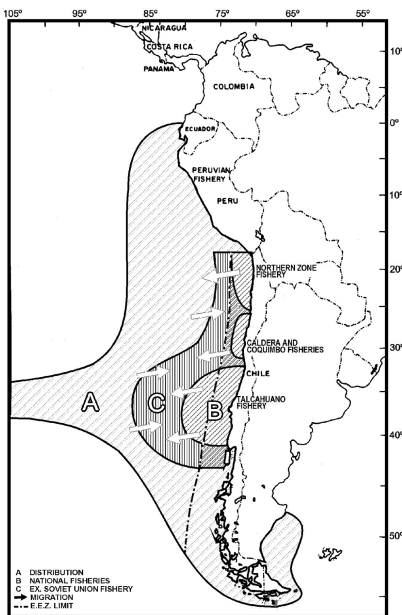
¹ Una excepción es el trabajo de Smith (2002) que trabaja con un panel de mayor extensión temporal: analiza una muestra aleatoria de 30 buzos operando en la pesquería del erizo en California durante el periodo 1988-1997.

² Algunos científicos han planteado que toda esta distribución de jurel sería parte de un único stock (e.g. Elisarov et al. 1993). Otros han sugerido la existencia de tres diferentes stocks, independientes entre sí desde el punto de vista reproductivo: un stock chileno, uno peruano y otro Oceánico (e.g., Serra 1991).

A comienzos de la década de los 1980s la pesquería Centro-Sur experimentó una boyante inversión en flota y plantas, lo que gatilló en primera instancia un sostenido incremento en el nivel de las capturas, aunque finalmente se tradujo en una situación de sobreexplotación de este stock. Tal situación comenzó a hacerse evidente a partir de la segunda mitad de los 90s. Los peaks de biomasa estimada de jurel en Chile y sus aguas adyacentes ocurren en el periodo 1986-1990. Desde entonces el jurel chileno ha experimentado una tendencia de claro descenso en su abundancia (Peña-Torres, 2002a.; Serra, 1998; véase Figura 2).

Relacionado con estos cambios en la abundancia de este stock y en su distribución espacial, lo último inferido a partir de los rendimientos logrados en distintas zonas de pesca, la flota chilena que operaba en la zona Centro-Sur desde inicios de los 1990s comenzó a dirigir parte de sus esfuerzos de pesca más allá de la ZEE chilena. Ello requirió inversiones en barcos con mayor capacidad de desplazamiento y con mayores bodegas (superiores a los 800m³). Para 1995 el número de barcos en esta categoría representaba el 33% de la flota industrial total en esta pesquería. En el 2002 tal proporción alcanzaba el 81%.

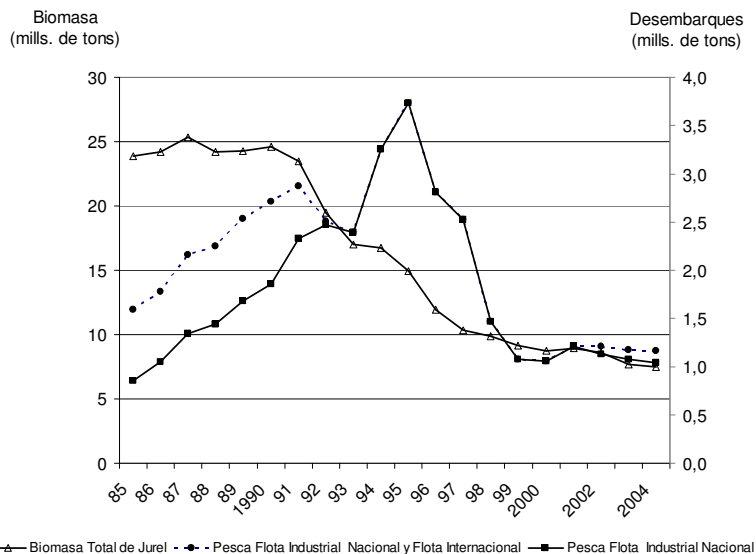
Figura 1



Fuente: IFOP

Figura 2

Biomasa Total de Jurel Chileno* y Captura Industrial



Fuente: (Peña-Torres y Cerda, 2006)

*/: Estimación oficial de IFOP para stock de jurel en ZEE chilena y en aguas internacionales frente a costas de Chile (hasta aprox. 120°W).

La creciente operación de la flota chilena en aguas fuera de la ZEE de Chile fue motivada por el incremento en la abundancia del stock de jurel en esas zonas, junto con menores concentraciones de jurel dentro la ZEE chilena. Este ajuste operacional fue favorecido por la desaparición de la flota soviética que hasta el año 1992 operó pescando jurel en aguas internacionales adyacentes a la ZEE de Chile.

En efecto, durante toda la década de los 1980s operó en esta última zona una flota extranjera que obtenía subsidios del bloque soviético. Sus operaciones de pesca de jurel finalizaron en 1992, luego del desmembramiento de la ex-URSS. A fines de los años 80s, esta flota capturaba 850 mil tons/año de jurel en áreas adyacentes a la ZEE chilena (Crone-Bilger, 1990). Luego de una década sin incursiones importantes de flotas extranjeras en esta zona, a partir del 2002 se reactivó la operación de buques factorías provenientes de Japón, Corea y China, siendo los barcos con bandera china los más numerosos. Estimaciones oficiales en Chile (IFOP) para el año 2004 reportan 130 mil toneladas de pesca de jurel por parte de estas flotas foráneas, en aguas adyacentes a la ZEE chilena.³

Algunas opiniones han sugerido que la tendencia de caída en la abundancia del jurel, dentro de la ZEE de Chile, se habría visto agravada por la ocurrencia del fuerte fenómeno 'El Niño' iniciado en Mayo de 1997 y vigente hasta mediados de 1998 (véase Peña-Torres et al., 2000). Se ha planteado que lo anterior podría estar asociado con cambios en la distribución espacial y en las densidades poblacionales de jurel frente a las costas de Chile. El siguiente Cuadro reporta las estimaciones anuales del stock desovante de jurel, en la ZEE de Chile, en base a métodos hidro-acústicos, los que a contar del año 2003 también incluyen zonas de prospección entre las millas 200 y 400 desde la costa de Chile. Los resultados de estas prospecciones insinúan una creciente y predominante proporción del stock desovante localizado en aguas más allá de la ZEE chilena.

En relación con este cambio en la distribución espacial del jurel chileno, se ha planteado que existirían dos núcleos poblacionales de jurel frente a las costas de Chile, el primero frente a Talcahuano y el segundo en cercanías de la isla de Chiloé (41⁰-42⁰LS), este último localizado en aguas adyacentes a las 200 mn⁴. Consistente con esta hipótesis, lo que pudo haber sucedido post El

³ Estimaciones de empresarios chilenos mencionan un monto de 700 mil toneladas de pesca de jurel esperada para el año 2008, por parte de las flotas extranjeras actualmente operando en áreas adyacentes a la ZEE chilena (El Mercurio, 11/02/2008).

⁴ Agradecemos al biólogo marino Patricio Barría (staff de IFOP) por mencionarnos esta hipótesis.

Niño 1997/1998 es una modificación en la densidad de jurel en cada uno de estos dos núcleos poblacionales, elevándose la densidad asociada al segundo núcleo.

Cuadro 1: Estimaciones Hidroacústicas: Biomasa Desovante de Jurel^{*/}

	Biomasa Desovante Estimada (miles de tons)		
	5-200 mn	200-400 mn	Total
1997	3.530	-	
1998	3.200	-	
1999	4.100	-	
2000	5.600	-	
2001	5.950	-	5.950
2002	1.990	-	1.990
2003	881	1.759	2.640
2004	540	3.380	3.920
2005	510	3.600	4.110

Fuente: IFOP (Presentación P. Point): *'Jack Mackerel Fisheries. Pesquería Pelágica zona Centro-Sur, Situación 2006-2007'* (Agosto 2007).

*/: A partir del 2003 se ha incluido en la prospección hidro-acústica una zona adicional fuera de la ZEE, en particular desde las 200 a las 400 mn, entre los 40° y 42° de latitud sur (áreas de mar abierto que se proyectan a partir de la costa entre Valdivia y Puerto Montt). El área tradicionalmente prospectada ha incluido entre 0-200 mn, desde los 33° hasta los 40° LS.

Cuando una población crece de la forma en que lo hizo el jurel durante los años 1970s y 1980s, típicamente aumenta su rango de distribución espacial. En efecto, durante su fase de colonización y expansión en el Pacífico Sureste, desde inicios de los 1970s, el jurel llegó incluso hasta Tasmania. De forma equivalente, cuando la abundancia de una especie comienza a disminuir, como parece haber estado ocurriendo con el jurel chileno desde inicios de los años 90s, sería razonable esperar que su distribución geográfica se tienda a contraer hacia los hábitats de mejor adaptación para esta especie. Al respecto, estudios sobre la operación de la flota rusa durante los años 1980s, en aguas internacionales adyacentes a la ZEE de Chile, indican que ya antes de 1989 existían operaciones importantes de pesca fuera de las 200 mn, frente y hacia el sur de la isla de Chiloé (Parrish 1989). Así, el reciente reacomodo geográfico de las operaciones de pesca de la flota industrial chilena que en la actualidad captura jurel bien podría ser un reflejo de cambios en las densidades poblaciones de distintos núcleos de jurel frente a las costas de Chile.

Dado este contexto, en este trabajo se analiza empíricamente la influencia de distintos determinantes sobre las decisiones de localización del esfuerzo de pesca de la flota cerquera industrial que ha operado en la pesquería Centro-Sur de jurel en Chile. Para ello se utiliza

información a nivel de viaje de pesca, abarcando la totalidad de viajes de pesca reportados por esta flota durante el periodo 1987-2004. A continuación se describe el enfoque metodológico seguido.

3. Modelando la localización del esfuerzo de pesca de la flota chilena

Datos

La fuente básica de información corresponde a las bitácoras de operación del total de la flota industrial chilena que opera en la pesquería pelágica Centro-Sur de Chile, cuyo registro está a cargo del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Esta base de datos provee información (i) por barco ($i=1, \dots, N$), donde $N=278$ y (ii) con una dimensión temporal que se reporta para cada viaje de pesca (que puede ser agregada en diferentes escalas de tiempo). Los datos usados en las regresiones abarcan un total de 18 años (1987-2004), incluyendo observaciones para algo más de 210 mil viajes en total y con un promedio de 475 viajes por nave en la muestra de estimación. Más adelante veremos que en los ejercicios de estimación la totalidad de las variables explicativas se definen a nivel mensual, por lo cual la dimensión de serie de tiempo de la muestra de estimación corresponde a 216 meses.

La base de datos registra el código del barco, capacidad de bodega y eslora de cada nave, fecha y hora de salida y de llegada de cada viaje de pesca, latitud y longitud en donde se reporta como ocurrido el principal lance de pesca, así como el volumen capturado en cada viaje, diferenciando cinco especies, entre ellas el Jurel.

Supuestos básicos para el modelamiento econométrico

Dado que modelamos decisiones de localización del esfuerzo de pesca a nivel de cada nave en operación, a continuación precisamos un conjunto de supuestos que definen nuestra estrategia de modelamiento econométrico.

Una primera definición se refiere a la naturaleza ‘discreta versus continua’ de las elecciones espaciales bajo análisis. La mayoría de los trabajos empíricos desarrollados hasta el momento, sobre decisiones espaciales de flotas pesqueras, han modelado este tipo de problema considerando un número finito de zonas de pesca. Así, el modelamiento econométrico típicamente ha considerado variables endógenas de tipo categórico/discreto (e.g., Bockstael y Opaluch, 1983; Eales y Wilen, 1986; Holland y Satinen, 2000; Smith, 2000; Mistiaen y Strand, 2000). Naturalmente, la validez

empírica de esta estrategia de modelamiento está condicionada por el tipo de recurso pesquero involucrado y en definitiva por cómo se toman realmente las decisiones de localización del esfuerzo de pesca.

En el caso de la flota industrial bajo análisis, modelar elecciones discretas no necesariamente es la forma más adecuada para analizar las decisiones de localización del esfuerzo pesquero; sobre todo por las importantes migraciones transzonales, no del todo predecibles, del recurso jurel. Dada la muy amplia distribución espacial que alcanza el recurso jurel en determinadas épocas del año, y aun suponiendo que los barcos emprenden sus viajes de pesca con un rumbo determinado, durante la travesía es perfectamente posible que se encuentren cardúmenes relevantes en forma inesperada y que la pesca tenga lugar antes de lo previsto, o al contrario. En el caso de los peces pelágicos, como el jurel, no existen caladeros del todo estables y predefinidos. Los patrones altamente migratorios del jurel agravan la incerteza involucrada en estas decisiones.

Dado lo anterior, en este trabajo se supondrá que el proceso de búsqueda de cardúmenes ocurre de forma continua, dado que los barcos de la flota chilena que pescan fuera de la ZEE necesariamente tienen que transitar previamente dentro de las 200 millas, pudiéndose suponer que deciden pescar fuera de la ZEE sólo si no logran pescar dentro de la ZEE.

Un segundo aspecto por definir se refiere a si la decisión de operación espacial de cada nave se considerará un evento independiente o no de las decisiones espaciales del resto de la flota. En relación con esto, no disponemos de información que permita justificar a priori alguna conjetura sobre posibles mecanismos de transmisión o difusión de información respecto de zonas de pesca a ser priorizadas en el esfuerzo de búsqueda de cardúmenes (e.g., véase Lynham 2006; Curtis y McConell 2004; Smith 2000). Tampoco tenemos información sobre la propiedad por empresa de las distintas naves participantes. Por lo anterior, y a modo de simplificación, no modelamos en forma explícita ningún mecanismo específico de difusión o intercambio de información entre distintas naves, pertenezcan ellas o no a una misma empresa.

No obstante lo anterior, y relacionado con el cálculo de una variable de control que aproximará la formación de expectativas sobre los rendimientos de pesca obtenibles en distintas zonas de pesca, al decidir cada viaje de pesca, tal variable de control se calculará como un promedio móvil de los rendimientos reportados, en el periodo cuatri-semanal inmediatamente previo al inicio de cada viaje, por el total de las naves que han realizado esfuerzo de pesca en una determinada zona. Ello

presume la existencia de algún proceso de difusión ex-post de información, entre distintas naves, sobre los rendimientos de pesca obtenidos en distintas zonas de pesca.⁶

Una tercera definición se refiere al posible modelamiento de correlación entre los rendimientos de pesca obtenibles en áreas aledañas. Por ejemplo, se han desarrollado técnicas estadísticas para predecir la variación espacial en los rendimientos de captura, dentro de determinadas áreas de vecindad.⁷ Sin embargo, este tipo de análisis escapa al objetivo de exploración inicial del presente trabajo. Así, nuestra metodología de estimación asumirá que los rendimientos de captura son independientes entre una zona y otra.

En este trabajo se desarrolla un modelo econométrico para tres variables endógenas, todas directamente relacionadas con la decisión de localización del esfuerzo de pesca. Se modela: (i) la duración del viaje, (ii) la localización longitudinal en que se reporta la captura de cada viaje y (iii) la localización latitudinal de la pesca reportada en cada viaje. La variable 'duración del viaje' es una proxy del esfuerzo de pesca realizado, mientras que las variables (ii) y (iii) controlan por la dimensión espacial de dicho esfuerzo (coordenadas de longitud y latitud), según las zonas reportadas de pesca. Para explicar cada una de estas tres variables se utilizará un mismo conjunto de variables explicativas. Estas últimas controlan por efectos estacionales, ambientales, cambios regulatorios y aspectos tecnológicos y económicos de la flota bajo estudio.

El método de estimación aplica el algoritmo para datos de panel con efectos fijos, lo que implica introducir, como controles adicionales, variables dummies que son barco-específicas e invariantes en el tiempo. Ello permite controlar por factores no-observables que sean específicos a cada embarcación (e.g., características tecnológicas no-controladas estadísticamente, o la experiencia pesquera del capitán del barco), los que se presumen invariantes en el tiempo. Adicionalmente, y a objeto de testear efectos disímiles según cuál sea el tamaño de la nave en operación, dados los diferentes patrones de especialización pesquera --por tamaño de nave-- que más adelante describimos, el modelo de estimación también incluirá términos interactivos entre variables

⁶ Cabe destacar que las distintas empresas (actualmente, 11) que poseen barcos industriales que operan en la pesca transzonal del jurel chileno administran en forma conjunta un Instituto privado de investigación pesquera (INPESCA), el que recibe en forma periódica información geo-referenciada sobre las capturas de jurel obtenidas por cada nave industrial que participa en la pesquería Centro-Sur del jurel chileno.

⁷ Por ejemplo, el cálculo de semivariogramas se utiliza para predecir variaciones espaciales en la productividad de pesca en zonas sobre las cuales no se dispone de información, a partir de información sobre las capturas observadas en zonas aledañas (e.g., véase Fleming, 2000; Cressie, 1993).

dummies definidas según ‘tamaño (de bodega) de la nave’ y los controles por efectos estacionales, regulatorios, efectos precio y cambios tecnológicos.

Bajo el supuesto de exogeneidad estricta de los regresores, esto es que $E[u_{it}/X_{it},f_i]=0 \forall t$, donde $E[./.]$ denota valor esperado condicional, u_{it} los residuos de estimación, X_{it} el vector de regresores y f_i el vector de efectos fijos i-específicos, la estimación con efectos fijos produce estimadores consistentes de los coeficientes en el modelo por estimar, pudiendo existir correlación arbitraria entre los regresores X_{it} y los efectos fijos f_i (Wooldridge, 2002). Adicionalmente, si bien el algoritmo de estimación para datos de panel con efectos fijos genera --por construcción-- correlación serial en los residuos de estimación u_{it} , tal que $Corr(u_{it}u_{is})= -1/(T-1)$, con $t \neq s$ y T igual a la dimensión de serie de tiempo de los datos muestrales, en nuestro caso ($T=216$) la relevancia cuantitativa de este efecto de correlación serial se ve claramente reducida.

Como una primera aproximación al problema, la estimación del modelo econométrico para cada una de las tres variables endógenas se realiza en forma independiente. Dado que el conjunto de regresores es el mismo en cada una de las tres ecuaciones por estimar, el valor esperado de los coeficientes así estimados será equivalente a los obtenidos con el método de estimación SUR. No obstante lo anterior, la estimación independiente de las tres ecuaciones implica aceptar dos consecuencias: Primero, no permite el testeo de restricciones conjuntas sobre coeficientes que hayan sido estimados en más de una de las ecuaciones por estimar. Segundo, bajo el supuesto de residuos de estimación homocedásticos en el sistema de ecuaciones, los estimadores del método SUR serán asintóticamente más eficientes que los resultantes del método de estimación independiente, aunque la relevancia de esta última ventaja se reduce a medida que aumenta N (la dimensión *cross-section* del panel; Wooldridge, 2002).

4. Variables en el modelo de estimación

- Variables dependientes

El modelo econométrico se focaliza en analizar viajes de pesca en los cuales la especie predominante capturada, o especie objetivo, haya sido el jurel. Ahora bien, existe un número importante de viajes (50.899) en los cuales no se reportan capturas. Estas observaciones corresponden a viajes sin éxito de pesca. Respecto de ellos no es posible saber a priori cuál era la intención de pesca (u ‘especie objetivo’) en cada caso. Si se eliminan estos viajes de la muestra de estimación, los parámetros estimados podrían resultar sesgados. Frente a este riesgo, se define un

criterio para asignar ‘especie objetivo’ a cada uno de estos viajes. El Anexo 1 provee más detalles al respecto.

Las tres variables endógenas se definen como sigue:

(E1) Duración del viaje de pesca:

El esfuerzo de pesca es interpretable como una medida del conjunto de insumos variables (e.g., uso de combustible, esfuerzo laboral de la tripulación) que las flotas pesqueras destinan a la actividad extractiva. Suponiendo proporciones fijas (al menos en el corto plazo) en el uso de los diferentes insumos variables, la duración de cada viaje --medida por las horas totales de operación en el mar-- aproxima la intensidad de uso de los distintos insumos variables requeridos por la faena de pesca.

En este trabajo interesa modelar el esfuerzo total que realiza cada nave para buscar cardúmenes y desarrollar sus faenas de pesca, incluyendo viajes sin éxito de pesca. Las bitácoras de viaje recopiladas por IFOP identifican la fecha y hora de salida y llegada de cada viaje, lo que permite calcular la duración total (en horas) de cada viaje.

Dado que no existe censura en la observación de la duración del total de viajes de pesca, el algoritmo de estimación para datos de panel con efectos fijos provee resultados equivalentes a haberlo hecho mediante un modelo de duración (del viaje).

(E2) Milla (distancia desde la costa) en que se realiza el principal lance de pesca por viaje

Esta medida informa la ubicación longitudinal del principal lance de pesca reportado por viaje y se calcula a partir de la información de coordenadas reportadas para dicho lance en cada viaje. No conviene modelar la localización longitudinal del lance principal usando la coordenada de meridiano reportada, dado que al no coincidir la costa con una línea recta, dos lances de pesca registrados en la misma coordenada de longitud (meridiano), pero con diferente latitud (paralelo), implicarán diferentes distancias desde el borde costero. Al respecto, se desarrolló un programa en Excel que calcula la distancia (en millas náuticas) entre la coordenada donde se registra el lance de pesca y la correspondiente coordenada (proyectada siguiendo el mismo paralelo) en la costa. Esta medida de distancia longitudinal corresponde a la segunda variable dependiente en nuestro modelo econométrico.

(E3) Paralelo en que se realiza el principal lance de pesca por viaje

Esta tercera variable dependiente aproxima la ubicación Norte/Sur del principal lance reportado según viaje de pesca. El paralelo asociado a cada lance informa la localización latitudinal de cada faena de pesca.⁸

- Variables independientes

A continuación se definen las variables explicativas utilizadas para aproximar condicionantes relevantes de las variables endógenas en el modelo de estimación.

(i) Factores Estacionales

Expertos en esta pesquería sugieren que durante los primeros seis meses del año el jurel tiende a concentrarse en cardúmenes con mayor densidad dentro de la ZEE de Chile, mientras que durante el segundo semestre migra hacia aguas fuera de las 200 millas.⁹ Los meses cuando el jurel se ubica más próximo a la costa tienden a coincidir con la temporada alta de captura de este recurso.

Para controlar por este efecto estacional se utiliza una variable dummy que divide el año en mitades excluyentes. Se denota esta variable como *Temporada Alta (T_Alta)* y toma valor 1 para los meses comprendidos entre Enero y Junio y 0 en los meses restantes.

(ii) Aspectos Tecnológicos

- Capacidad de bodega y patrones de especialización pesquera

En esta flota la mejor proxy de la capacidad de pesca está dada por el volumen de bodega (m³) de cada nave. Ahora bien, barcos en distintas categorías de capacidad de bodega tienden a especializarse en diferentes especies objetivo. Esto se relaciona con las distribuciones espaciales de cada especie: sardina y anchoveta son especies fundamentalmente costeras, mientras que el jurel presenta una distribución claramente más oceánica. La capacidad de bodega está positivamente correlacionada con la capacidad de desplazamiento, y cobertura espacial, que cada nave puede alcanzar.

Barcos en las categorías superiores de tamaño tienden a desarrollar una mayor proporción de sus esfuerzos de pesca en áreas más distantes de la costa y, relacionado con ello, tienden a

⁸ Las coordenadas latitudinales (paralelos) usadas corresponden a aquellas calculadas luego de transformar los datos originales (en sistema sexagesimal) en coordenadas expresadas en sistema decimal.

⁹ Se agradece la colaboración prestada por Patricio Barría, Rodolfo Serra, Leonardo Caballero (todos staff de IFOP) y René Cerda (UCV).

especializarse en la pesca de jurel. Barcos en las categorías inferiores de tamaño tienden a concentrar sus esfuerzos de pesca en áreas más cercanas a la costa, siendo por tanto la sardina y anchoveta sus ‘especies objetivo’ de preferencia (Peña-Torres y Cerda 2006).

Para controlar por estos patrones de especialización extractiva, según áreas más frecuentes de pesca y principal especie objetivo, se definen tres categorías de tamaño de bodega según las siguientes variables dummy:

- *B1* agrupa a los barcos industriales más pequeños: toma valor 1 cuando la capacidad de bodega es menor o igual a 370 toneladas y valor 0 en otro caso. En los ejercicios de estimación esta categoría corresponderá al grupo de referencia.
- *B2* agrupa a los barcos de tamaño mediano: toma valor 1 cuando la capacidad de bodega es mayor 370 toneladas y menor o igual a 790 toneladas, y valor 0 en otro caso.
- *B3* agrupa a los barcos industriales más grandes: toma valor 1 cuando la capacidad de bodega es mayor a 790 toneladas y valor 0 en otro caso.

Estudios previos sobre esta flota industrial han corroborado que este criterio de categorización captura en forma robusta las diferencias estadísticamente significativas en la productividad de pesca de los barcos, según cuál sea su capacidad de bodega (Gómez-Lobo et al. 2005; Peña-Torres, Vergara y Basch 2004).

- Capacidad de Refrigeración a Bordo

La incorporación de refrigeración a bordo en la flota bajo estudio, sobre todo en los barcos industriales de mayor tamaño, data desde hace más de una década; en 1992 ya existían en esta pesquería barcos que disponían de sistemas de refrigeración a bordo. Consistente con ello, desde inicios de los años 1990s esta flota industrial comenzó a desplazar gradualmente parte de su esfuerzo de pesca más allá de las 200 mn.

En la industria que sustenta esta pesquería la frescura del desembarque es un condicionante relevante para lograr procesar productos de mayor valor (harinas prime de pescado y surimi). Disponer de refrigeración a bordo facilita este tipo de producción, permitiendo viajes a zonas más lejanas en busca de caladeros más productivos, o bien extendiendo la duración del viaje y así poder realizar múltiples lances de pesca hasta completar la bodega.

La información disponible no permite controlar a nivel de nave por la existencia de capacidad de refrigeración. Para controlar en forma global por cambios ocurridos en esta dimensión, se incorpora una variable dummy que diferencia el periodo a partir del cual en esta flota se comienza a incorporar, de manera creciente, sistemas de refrigeración a bordo. Se define la variable D_{1990} , la que toma valor 1 a partir de enero 1990 y valor 0 en otro caso.¹⁰

(iii) Aspectos Ambientales

Buscando controlar por la posibilidad que las variables endógenas hayan sido afectadas por factores oceanográfico-ambientales, se define una variable asociada con la ocurrencia del fenómeno “El Niño”, perturbación relacionada, entre otros efectos, a cambios en la temperatura superficial del mar. Para controlar por este fenómeno se utiliza el índice Oceánico de El Niño (ONI), calculado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de USA (NOAA).¹¹

El índice ONI se construye como el promedio móvil trimestral de desvíos en la temperatura superficial del mar (TSM), respecto a su nivel promedio durante el periodo de referencia 1971-2000, medidos en la zona conocida como región Niño 3.4 (120°W-170°W, 5°N-5°S).¹² Según los criterios usados por el NOAA, la ocurrencia de eventos *El Niño* se define cuando en 5 meses consecutivos la anomalía (o desvíos) de calentamiento de la TSM es igual o supera en magnitud a +0.5°.

En el modelo de estimación se controla por la ocurrencia de este fenómeno a través de una variable dicotómica, denotada *Niño*: toma valor 1 cuando ocurra un episodio de elevación de la TSM (medida según el ONI) superior o igual a +0.5°, durante al menos 5 meses consecutivos, y tiene valor 0 en otro caso.¹³ Para testear la robustez de los efectos por estimarse para esta medida de cambio ambiental, también se considerará esta variable rezagada en 6 y 12 meses, permitiendo así que pudiese generar efectos con persistencia temporal sobre las variables endógenas.

¹⁰ Se testeó la relevancia estadística de un quiebre estructural relacionado con este cambio tecnológico utilizando otros meses de inicio para este cambio. Enero 1990 fue el mes que arrojó mayor consistencia y robustez en los resultados de estimación. Se agradece la colaboración de L. Caballero (IFOP) para efectos de definir qué periodo considerar en relación al inicio de este proceso de cambio tecnológico.

¹¹ Véase http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

¹² El uso del índice oceánico ONI fue sugerido por biólogos marinos de IFOP. La región Niño 3.4 contiene una zona de agua fría que se extiende a lo largo de la línea ecuatorial, desde costas sudamericanas hasta el Océano Pacífico central. Variaciones en la TSM en esta región juegan un rol importante en modelos de temperaturas y precipitaciones a nivel mundial. Para mayores detalles sobre la justificación del uso del índice ONI en relación a la pesquería chilena del jurel, véase Yepes (2004).

¹³ Esta medida de tipo dicotómico busca controlar en forma ‘gruesa’, pero robusta, por cambios de tipo más bien cualitativo ocurridos en variables relevantes de tipo oceanográfico-biológicas.

Ahora bien, desde principios de los años 1990s la operación de la flota en estudio comenzó a desplazarse más allá de las 200 mn, en respuesta a cambios observados en la distribución espacial del jurel. Se ha llegado a sugerir que estos cambios podrían haberse intensificado con la llegada del fuerte fenómeno *El Niño* ocurrido durante los años 1997-98, aunque a la fecha no conocemos análisis estadístico al respecto. Para testear la validez de esta hipótesis, se define una variable dicotómica que controla por un eventual ‘quiebre estructural’ en las decisiones de localización del esfuerzo de pesca en la pesquería chileno/traszonal del jurel, relacionado con el fuerte fenómeno El Niño que tuvo lugar entre Mayo 1997 y Abril de 1998. Denotamos esta variable como D_Mayo97 : toma valor 1 a partir de Mayo de 1997 en adelante y valor 0 en el resto de los meses en la muestra.¹⁴

(iv) Medidas Regulatorias y Límites Máximos de Captura

Se usan variables dicotómicas para diferenciar tres periodos regulatorios. En cada uno prevalecen distintos niveles de captura máxima posible como también distintas reglas regulatorias, implicando cada uno diferentes incentivos para pescar.¹⁵

El primer periodo corresponde a uno bajo ‘Carrera Olímpica’ (CO). En esta etapa, ante la ausencia de cuotas de pesca (globales e individuales) y pese a prevalecer entrada restringida a esta pesquería, el incentivo de cada nave consistía en maximizar el volumen de capturas en el menor tiempo posible (Peña-Torres y Cerda 2006). Se denota la dummy correspondiente como *Carrera Olímpica (CO)* y toma valor 1 para los meses comprendidos entre enero de 1985 y noviembre de 1997 y además en enero de 2001, y 0 en cualquier otro caso. Este periodo corresponderá a la categoría excluida para efectos de interpretar los resultados de estimación.

El segundo periodo (*Pescas de Investigación, PI*) se inicia en diciembre de 1997 y finaliza en diciembre de 2000. Corresponde a un sistema que combina periodos de veda transitoria con autorizaciones contemporáneas de pesca para un número restringido de naves industriales. Las faenas de pesca realizadas bajo este esquema perseguían, por un lado, obtener información sobre la composición etárea y la abundancia del recurso; y por otro lado, buscaban mantener en operación faenas de proceso destinadas a consumo humano.¹⁶ Durante este periodo se organizaron múltiples eventos de ‘pescas de investigación’, abarcando distintas zonas pesqueras entre la V y X regiones

¹⁴ Se testearon distintos meses de 1997 como época de inicio de este posible quiebre estructural: Mayo fue el mes que obtuvo el mayor valor del estadístico t.

¹⁵ Mayores detalles en Peña-Torres (2002a,b) y Gomez-Lobo, Peña-Torres y Barría (2007).

¹⁶ Peña-Torres (2002a) y Gomez-Lobo et al. (2007) explican razones de economía política que motivaron el uso del sistema de PI para regular las operaciones de pesca en esta pesquería.

(Gómez-Lobo et al., 2007). Para cada evento de ‘pesca experimental’ el regulador sectorial definía en forma ex-ante las fechas permitidas de operación y las coordenadas entre las cuales cada embarcación debía realizar sus faenas de pesca, quedando asimismo individualizadas las naves que podían operar en dicho evento. Cada nave participante recibía una cuota individual de pesca para jurel. Este sistema permitió mantener una operación pesquera controlada, con una reducción global en el esfuerzo de pesca, y todo ello bajo un régimen *de facto* de cuotas individuales de pesca (no transferibles). Para controlar por la vigencia de este periodo se utiliza una variable dummy que se denota por *PI* y que toma valor 1 entre diciembre de 1997 y diciembre de 2000, y 0 en cualquier otro mes.

En el tercer período regulatorio, aún vigente, se establecen límites máximos de captura por ‘armador’ (dueño de naves). Este esquema, iniciado a partir de febrero de 2001, distribuye a lo largo del año (considerando cuotas trimestrales¹⁷) la fracción de la cuota global anual de captura asignada al sector industrial, distribuyendo cuotas de pesca por armador (según porcentajes definidos previamente por ley y sin que ésta permita transferir los derechos de propiedad sobre tales cuotas) a los armadores que poseen naves con autorización de pesca vigente para desarrollar faenas de pesca en esta pesquería.

Una diferencia de fondo entre este tercer periodo regulatorio y el previo es que desde febrero de 2001 en adelante los tenedores de cuotas de pesca tienen plena libertad operacional para decidir cuándo (dentro de cada año), cuánto (del total de cuota disponible) y con cuáles de los barcos con autorización vigente realizarán las faenas de pesca (Peña-Torres 2002(a,b); Gómez-Lobo et al. 2007). La vigencia de este régimen regulatorio será controlada por una variable dummy que se denota por *CI* (*Cuotas Individuales*) y que toma valor 1 entre febrero de 2001 y diciembre de 2004, y 0 en cualquier otro mes.

(v) Abundancia del recurso Jurel

Como proxy de la abundancia de este recurso se utiliza el desembarque agregado de jurel, agrupado a nivel trimestral, del total de la flota industrial. Esta variable se agrupa a escala trimestral para así minimizar un posible sesgo de endogeneidad en el modelo de estimación de la variable ‘duración del viaje de pesca’. Se denota a esta variable de desembarque agregado por *Qmax*.

¹⁷ En el caso del jurel, esta asignación intra-anual usualmente consiste en 40%, 40%, 15% y 5% de la cuota global anual para cada trimestre correlativo en el año. Esta distribución es consistente con las temporadas de pesca del jurel.

En el modelo de estimación no se implementa un control simultáneo con proxies asociadas al nivel de Biomasa disponible del recurso jurel, por un lado, y a las Cuotas Globales de pesca vigentes en distintos periodos, por otro, buscando evitar problemas estadísticos asociados al uso de variables medidas con error (biomasa), posibles sesgos de endogeneidad y además problemas de precisión en las estimaciones fruto de regresores multi-colineales (al respecto, véase Peña-Torres, Agostini y Vergara, 2007).

(vi) Aspectos Económicos: Efectos Precio

Para controlar por cambios en el tiempo en la rentabilidad unitaria del negocio pesquero, y buscando además privilegiar una especificación parsimoniosa del modelo de estimación, se introduce como regresor el *cuociente (en logaritmo) entre el precio de la harina de pescado y el precio del combustible*, ambos precios calculados como promedio mensual y ambos medidos en meses contemporáneos al registro de la captura. Durante el periodo bajo análisis la producción de harina de pescado constituyó el destino predominante de los desembarques de jurel. Por lo tanto, el precio promedio de la harina de pescado se utiliza como proxy del valor unitario final de los desembarques. Por otro lado, el gasto en combustible en esta flota representa cerca del 80% del total de los costos operacionales variables en cada viaje de pesca (Gómez-Lobo et al. 2005). El Anexo 2 describe las fuentes de información y el método usado para construir la serie temporal de este cuociente.

(vii) Expectativas sobre rendimientos de captura por zona de pesca

En el modelo de estimación se controla por la formación de expectativas sobre los rendimientos de captura por unidad de esfuerzo según área de pesca, utilizando como regresor el promedio móvil cuatri-semanal¹⁸ de la productividad media de pesca reportada por el total de barcos que, en ese periodo, reportaron lances exitosos en una determinada área marina.

Para calcular esta variable de productividad por zona de pesca se definen originalmente 4.410 áreas marinas, considerando 126 particiones a nivel latitudinal y 35 a nivel longitudinal, cada área con dimensiones de 5 minutos como rango de latitudes y 20 millas náuticas como rango de longitudes.

¹⁸ La periodicidad cuatri-semanal (i.e., las últimas 4 semanas previas a la fecha del lance reportado de pesca) permite controlar por el cambio en los índices de productividad (por zona de pesca) a medida que cambia el patrón de estacionalidad, el cual identifica como temporada alta al primer semestre del año. La relevancia empírica de una frecuencia cuatri-semanal, para calcular este promedio móvil, fue ratificada por expertos en esta pesquería (al respecto, agradecemos a Leonardo Caballero). También se realizaron estimaciones alternativas considerando dos variantes para el cálculo de esta variable, i.e. considerando para este cálculo las últimas 6 y 8 semanas. Los resultados de estimación son robustos a estas variantes (los detalles son solicitables a los autores).

Dado que no en todas las áreas resultantes se reportan faenas de pesca, en definitiva los ejercicios de estimación consideran 1187 áreas visitadas por la flota analizada durante el periodo muestral.

El cálculo de la productividad media de pesca en la semana t y en la zona j corresponde al promedio de las capturas (kilos de jurel) reportadas por el total de naves que efectuaron lances de pesca durante la semana t en la zona j , siendo dividido cada valor reportado de captura por una medida del esfuerzo de pesca realizado en ese viaje.¹⁹ En el caso de la ecuación que modela la duración del viaje, la medida de esfuerzo es la distancia lineal (en millas náuticas) reportada como recorrida por el barco en cada viaje, haya éste tenido o no éxito de pesca. Para las otras dos variables dependientes, se utiliza la duración del viaje como proxy del esfuerzo de pesca. Los cambios en el denominador de esta variable proxy para las expectativas de productividad, por zona de pesca, buscan evitar posibles sesgos de endogeneidad.²⁰

(viii) Otros controles

Por último, se usan los siguientes controles dicotómicos para identificar el puerto de zarpe en cada viaje:

- *Puerto_V* (región): toma valor 1 si el barco zarpa del puerto de San Antonio y 0 en otro caso. Será la categoría (de región de zarpe) base o excluida en los ejercicios de estimación.
- *Puerto_VIII* (región): toma valor 1 si el barco zarpa de algún puerto de la VIII región (Tomé, Talcahuano, San Vicente, Coronel o Lota) y 0 en otro caso.
- *Puerto_X* (región): toma valor 1 si el barco zarpa del puerto de Corral y 0 en otro caso

El Cuadro a continuación provee un resumen de los valores promedio de algunas de las variables en el modelo de estimación, diferenciando las tres categorías de tamaño de bodega y los tres periodos regulatorios.

¹⁹ Si el cálculo de productividad media por zona no considerase explícitamente una medida del esfuerzo de pesca, ocurrirían sesgos indeseados. Por ejemplo, zonas más alejadas, con pesca predominante de barcos con mayor capacidad de bodega, tenderían a presentar una correlación espuria con 'mayor productividad de pesca', dado que barcos más grandes tienden a desembarcar en cada viaje mayores tonelajes de pesca.

²⁰ Por ejemplo, si esta variable considerase siempre la 'duración del viaje' en su denominador, variaciones en este regresor (supuestamente exógeno) podrían presentar correlación con los residuos de estimación del modelo definido para la variable dependiente 'duración del viaje'. En este caso, los coeficientes estimados serían sesgados e inconsistentes.

Cuadro 2: Valores promedio datos muestrales (1987-2004)

	B1 ^{1/}		B2			B3		
	CO	PI	CO	PI	CI	CO	PI	CI
Duración promedio viajes (hrs)	18.9	32.8	29.9	57.6	65.6	44.2	55.7	65.9
(desv standard)	13.3	27.2	21.8	31.0	37.1	25.9	31.8	34.5
Distancia longitudinal (millas promedio) por viaje	23.1	34.6	34.7	62.0	79.6	50.8	58.9	103.0
(desv standard)	17.5	46.2	30.9	58.1	107.0	42.7	49.2	116.5
latitud promedio por viaje	36° 08' 47" S	36° 27' 28" S	36° 24' 39" S	37° 15' 30" S	37° 22' 14" S	36° 27' 02" S	37° 25' 04" S	37° 29' 51" S
(desv standard)	1° 06' 44" N	1° 13' 15" N	1° 05' 32" N	1° 31' 28" N	1° 46' 22" N	1° 37' 42" N	1° 37' 16" N	1° 39' 20" N
Tamaño promedio bodega	219	253	516	559	621	986	1173	1356
(desv standard)	85	95	60	88	84	145	198	233
Numero barcos en operación (promedio por mes, por categoría nave)	22	3	43	16	2	25	45	31
No. Total observaciones en muestra (estimaciones)	32,632	145	57,499	1,751	244	25,620	7,003	7,221
	132,115							

	CO	PI	CI
Numero de meses con vigencia 'El Niño'	52	5	17
(% del total meses en la muestra)	39.4	13.9	36.2

Nota: ^{1/} Bajo CI no han operado naves tipo B1 en la pesca de jurel

Fuente: Elaboración propia con base en información de IFOP

5. Resultados de Estimación

El Cuadro a continuación presenta los resultados del modelo final de estimación para las tres variables endógenas bajo análisis.²¹ Las variables reportadas se introducen en forma logarítmica, excepto aquellas de carácter dicotómico. Los tres modelos reportados satisfacen el test de significancia global (valor de la razón de verosimilitudes en Cuadro 3). Las estimaciones se desarrollan incorporando el procedimiento de Huber-White, el cual permite obtener errores robustos en presencia de heterocedasticidad y/o ausencia de normalidad de los mismos.

- Temporadas de pesca, factores ambientales y quiebre estructural

Siendo que la definición de temporada alta coincide con los meses en los que el stock de jurel se concentra más fuertemente dentro de la ZEE chilena, los resultados de estimación corroboran que durante esos meses la flota reduce la duración promedio de sus viajes de pesca. Este efecto es estadísticamente significativo para las 3 categorías de naves, incrementándose tal reducción --en relación a la duración de los viajes durante el segundo semestre-- mientras mayor es el tamaño de la nave en operación.

²¹ También se estimaron otras especificaciones, considerando variantes en la definición de las variables ambientales, rezagos temporales en el valor de la razón de precios que se usa como proxy de cambios en la rentabilidad unitaria del negocio extractivo, y en el número de semanas consideradas para calcular la 'productividad esperada por zona de pesca'. El modelo reportado es aquel que presentó mayor robustez y consistencia en los signos y significancia estadística de los coeficientes estimados.

En términos de la coordinada Norte/Sur reportada en cada viaje, en temporada alta los barcos en la categoría base (las naves con operaciones más frecuentemente costeras) reportan en promedio lances más hacia el Sur que los realizados en temporada baja. Para las categorías B2 y B3 también se obtienen efectos estadísticamente significativos y con el mismo signo de impacto, aunque en estos dos casos el desplazamiento promedio de sus lances de pesca, más hacia el Sur durante el primer semestre, es menor.

Cuadro 3: Resultados de Estimación
(con Efectos Fijos y Errores Robustos^{a/} en Datos de Panel)

Regresión de datos de panel con efectos fijos		Observaciones		
Número de observaciones: 132115		mínima: 1		
Número de barcos: 278		promedio: 475.5		
		máxima: 1590		
RESULTADOS:		Variables Dependientes		
Variables Independientes	Duración viaje(horas)	Milla en que se pesca (longitud)	Paralelo en que se pesca (latitud)	
T_Alta	-0.058***	-0.283***	0.0034***	
T_Alta*B2	-0.03***	0.018	-0.0021***	
T_Alta*B3	-0.114***	-0.022*	-0.0023***	
Niño	-0.029***	-0.093***	0.0077***	
Niño*T_Alta	0.037***	0.063***	-0.007***	
D_Mayo97	0.125***	0.111***	0.0254***	
Niño_D_Mayo97	0.052***	0.048**	-0.0253***	
Niño_D_Mayo97*T_Alta	-0.068***	-0.115***	0.0157***	
PI	1.328***	5.061***	-0.4172***	
CI	3.768***	-1.144**	-0.0144	
PI*B2	0.04	0.039	0.011***	
PI*B3	-0.133***	-0.044	0.0084***	
CI*B3	-0.132	-0.184	0.012	
D_1990	0.094***	-0.069***	-0.0041***	
D_1990*B2	0.201***	0.18***	0.0042***	
D_1990*B3	0.308***	0.323***	0.0095***	
Log(Qmax)	0.135***	0.291***	-0.0011***	
Log(Qmax)*B2	0.005	0.024**	-0.0009***	
Log(Qmax)*B3	-0.02*	0.044***	-0.0034***	
Log(Qmax)*PI	-0.063***	-0.369***	0.035***	
Log(Qmax)*CI	-0.283***	0.031	0.0019	
Log(Razon Precio harina/Precio petroleo)	0.036***	0.048***	0.0001	
Log(Razon Precio harina/Precio petroleo)*B2	0.312***	0.192***	-0.0005	
Log(Razon Precio harina/Precio petroleo)*B3	0.099***	-0.201***	0.0108***	
Log(Promedio captura/mn ultimas 4 semanas)	-0.016***	0.009***	0.0002**	
Log(Promedio captura/mn ultimas 4 semanas)*D_1990	0.017***	0.012***	-0.0003***	
Log(Promedio captura/mn ultimas 4 semanas)*D_Mayo97	-0.008***	-0.054***	0.0004***	
Puerto en VIII región	0.054***	-0.047***	0.0678***	
Puerto en X región	-0.481**	-0.39*	0.0974***	
Puerto en VIII región*PI	-0.237***	-0.053	-0.0374***	
Puerto en X región*PI	0.294	1.41***	-0.0215	
Puerto en VIII región*CI	-0.168	-0.2	-0.0315***	
Puerto en X región*CI	0.658**	1.506***	-0.0303	
Constante	1.062***	-0.811***	0,000	
TEST DE RATIO DE VEROSIMILITUDES:				
LR chi2(33) =	12.009,19	16.862,17	35.844,66	

a/: errores robustos a posible heteroscedasticidad, según ajuste a la Huber-White.

*: significativo al 90% de confianza; **: significativo al 95%; ***: significativo al 99%

En relación a la longitud reportada para el principal lance de pesca en cada viaje, en temporada alta los reportes son en promedio más cercanos a la costa (versus temporada baja). Lo anterior es válido para las tres categorías de naves, siendo máxima la intensidad de este efecto para las naves tipo B3. Recordemos que esta categoría agrupa a las naves con mayor capacidad para desplazarse hacia la alta mar y por tanto aquellas más especializadas en la pesca de jurel.

Respecto del fenómeno El Niño, y considerando el caso de efectos *contemporáneos* sobre las variables bajo análisis (ver Cuadro 4), se obtiene un conjunto de efectos estadísticamente significativos. Primero, durante temporada baja la ocurrencia de El Niño reduce la duración de los viajes y los desplaza más hacia el Sur y más cerca de la costa. Bajo temporada alta se mantiene la significancia estadística de estos efectos, pero ahora El Niño (i) incrementa la duración de los viajes, (ii) no parece generar efectos cuantitativamente importantes sobre la coordenada Norte/Sur de los lances y (iii) sigue produciendo que los lances ocurran en promedio más cerca de la costa, aunque el impacto de El Niño es ahora menor.

Para analizar la robustez de signos y significancia estadística de los efectos asociados con El Niño, también se realizaron otras estimaciones en las que se introduce la variable *Niño* suponiendo que sus efectos perduran más allá del mes mismo de ocurrencia de este fenómeno ambiental. Se consideran dos alternativas: en un caso la variable Niño es igual a 1 si El Niño ha ocurrido en al menos uno de los últimos seis meses previos a cada viaje; en el otro caso es igual a 1 si lo previo ocurre en al menos uno de los últimos doce meses previos a cada viaje.

Con la definición de ocurrencia de *El Niño* durante los últimos 6 meses, prácticamente todos los coeficientes estimados mantienen su signo de impacto y significancia.²² Los resultados son menos estables al considerar 12 meses de rezago en la variable ambiental. Sin embargo, en este último caso los cambios sólo se concentran en algunos de los parámetros asociados con el fenómeno *El Niño*, manteniéndose inalterados en lo cualitativo (significancia y signos) los resultados para el resto de las variables explicativas (en las 3 ecuaciones bajo estimación).

En términos de un posible cambio estructural a partir de Mayo de 1997, se obtienen efectos estadísticamente significativos: en este sub-período aumenta la duración promedio de los viajes, mientras que los lances de pesca se reportan más lejos hacia la alta mar y más hacia el sur.

²² Sólo cambia el signo de 'Niño*T_Alta' en el modelo que explica el paralelo del lance de pesca (ahora resulta positivo y significativo).

En relación con los efectos del fenómeno El Niño, también se obtienen cambios estadísticamente significativos a partir de Mayo 1007 (Cuadro 4): desde entonces El Niño en temporada baja *aumenta* la duración promedio de los viajes, mientras que en temporada alta la *reduce*. En términos de las longitudes reportadas, en temporada baja El Niño acerca los lances hacia la costa, aunque este efecto es menor que previo a Mayo 1997; en temporada alta se mantiene el efecto ‘acercamiento a la costa’, pero a partir de mayo 1997 este efecto aumenta. En términos de la coordenada Norte/Sur, a partir de Mayo 1997 El Niño surge asociado con lances más hacia el Norte (versus caso sin Niño), siendo esto válido en temporada baja y alta. El siguiente Cuadro resume los valores netos de los coeficientes, según temporada y el periodo pre- o post-cambio estructural.

Cuadro 4: Efectos (contemporáneos) del fenómeno El Niño

Variable	Baja	Alta	
Duración		valor neto	
Niño	-0,029	0,037	0,008
Niño*D_Mayo97	0,052	-0,068	
valor neto (post Mayo 97)	0,023	-0,031	-0,008
Longitud		valor neto	
Niño	-0,093	0,063	-0,030
Niño*D_Mayo97	0,048	-0,115	
valor neto (post Mayo 97)	-0,045	-0,052	-0,097
Latitud		valor neto	
Niño	0,0077	-0,007	0,0007
Niño*D_Mayo97	-0,0253	0,0157	
valor post Mayo 97	-0,0176	0,0087	-0,0089

Fuente: Resultados en Cuadro 3

- Cambios regulatorios

El régimen regulatorio PI aumenta la duración promedio de los viajes en las tres categorías de naves (en relación a lo ocurrido bajo el régimen de CO), aunque con menor intensidad en los barcos B3. En términos de las longitudes y latitudes reportadas, bajo PI los lances de pesca se realizan en promedio más lejos hacia la alta mar y más hacia el Norte; y sin que se obtengan, en estos últimos dos efectos, diferencias cualitativamente importantes según cuál sea la categoría/tamaño de la nave.

En el caso del régimen de Cuotas Individuales de Pesca (CI), se obtiene un incremento aún mayor en la duración promedio de los viajes (nuevamente en relación a CO). Por otro lado, no se obtienen efectos sobre la latitud promedio de los lances, pero sí un acercamiento de los lances de pesca hacia

la costa. En ninguno de estos tres efectos se obtienen diferencias relevantes según cuál sea el tamaño de la nave en operación (recordar que bajo CI sólo operan naves tipo B2 y B3).

Por otro lado, durante el régimen de CO aumentos en la abundancia del recurso resultan asociados con viajes de mayor duración, sin que la categoría de nave implique diferencias al respecto. Mayor abundancia del recurso también surge asociada con lances de pesca más al Norte y más lejos hacia la alta mar, creciendo ambos efectos con el tamaño de la nave. Lo último es consistente con los distintos patrones de especialización en la pesca de especies pelágicas, según el tamaño de la nave.

Con la introducción de los nuevos regímenes PI y CI se producen algunos cambios en los últimos efectos descritos (efectos *netos* en Cuadro 5). Considerando efectos promedio sobre el total de la flota en operación, tanto bajo CO como PI se obtiene una asociación parcial positiva entre abundancia del recurso y duración del viaje; aunque esta asociación parcial se torna negativa bajo el régimen CI.

En términos de las longitudes y latitudes reportadas, sólo bajo PI se obtienen diferencias estadísticamente significativas en relación al periodo CO: bajo PI, tanto para los efectos longitudud como latitud, los signos de impacto se revierten. Cabe recordar que bajo el régimen PI la autoridad regulatoria intervino sistemáticamente en las decisiones operaciones de esta flota, regulando no sólo el tipo de nave que podía operar (privilegiando a las naves de mayor tamaño), sino también la duración y trayectoria de cada viaje para pesca de jurel.

Cuadro 5: Correlaciones Parciales. Efectos de cambio en abundancia del recurso
(efecto promedio, total flota; valor *neto* de los coeficientes*)

	Duración	Longitud	Latitud
CO	0,135	0,291	-0,0011
PI	0,072	-0,078	0,0339
CI	-0,148	0,291	-0,0011

*: se consideran sólo los efectos estadísticamente significativos, ver Cuadro 3.

- Otras características operacionales de la flota

Respecto de un posible ‘quiebre estructural’ asociado con la creciente incorporación de capacidad de refrigeración en la flota bajo análisis, se obtienen los siguientes efectos estadísticamente significativos: A partir de 1990, y para las 3 categorías de naves, se incrementa la duración promedio de los viajes, creciendo este efecto a mayor tamaño de la nave. Además, las naves B2 y

B3 realizan sus lances de pesca ‘más lejos hacia la alta mar y más hacia el sur’ (versus antes de 1990), mientras que los efectos opuestos se obtienen para los barcos más pequeños. De lo anterior se podría inferir que a partir de 1990 las naves B1 se concentran aún más en pesca costera, y por tanto en la pesca de sardinas y anchovetas, y más hacia el norte, ocurriendo lo opuesto con el resto de la flota.

Cuando se controla por la región de zarpe de cada viaje (y sin diferenciar según el tamaño de nave), *bajo el régimen de CO* se obtienen los siguientes efectos (estadísticamente significativos): Los viajes de mayor duración corresponden a zarpes desde la VIII región y los de menor duración a zarpes desde la X región. Asimismo, los zarpes desde la VIII y X regiones reportan lances de pesca en promedio más cercanos a la costa, versus lo reportado por zarpes desde la V región. Respecto de las latitudes de los lances, se obtiene lo esperado a priori: zarpes desde la VIII y X regiones reportan lances más hacia el sur, versus la flota que zarpa desde la V región.

Al controlar además por la vigencia de los nuevos regímenes CI y PI, se obtienen los siguientes efectos (netos), según la región de cada zarpe (considerando efectos estadísticamente significativos):

- (i) *Duración* de los viajes: Bajo PI, los viajes más largos ocurren en zarpes desde la V región y los más cortos en zarpes desde la X región. Bajo CI, los viajes en promedio más largos zarpan desde la X región, y los más cortos desde la región V.
- (ii) *Longitud* de los lances reportados: Tanto bajo los regímenes PI como CI, los viajes que reportan mayor longitud ocurren en zarpes desde la región X, mientras que los con menor longitud promedio corresponden a zarpes desde la VIII región.
- (iii) *Latitud* de los lances reportados: En esta dimensión, y bajo cada uno de los tres periodos regulatorios, las mayores latitudes promedio se reportan en viajes que zarpan desde la X región, y las menores latitudes promedio en viajes con zarpe desde la V región.

El siguiente Cuadro resume los efectos netos estimados, según la región de zarpe de cada viaje:

Cuadro 6: Región de zarpe en donde se reportan los mayores valores de cada variable
(Efectos promedio para total flota en operación, según periodo regulatorio)

Efecto / Régimen regulatorio	CO	PI	CI
Mayor duración del viaje en...	VIII	V	X
Mayor Longitud del lance principal en...	V	X	X
Mayor Latitud del lance principal...	X	X	X

En relación con la variable que controla por cambios en la ‘captura por unidad de esfuerzo’ según área de pesca, el siguiente Cuadro resume los efectos netos obtenidos:

Cuadro 7: ‘Captura por Unidad de Esfuerzo’, según zona de pesca

Periodos / Variables	Duración	Longitud	Latitud
Previo año 1990	-0.016	0.009	0.0002
Desde 1990 hasta Abril 1997	0.001	0.021	-0.0001
Desde Mayo ‘97 hasta Dic. 2004	-0.007	-0.033	0.0003

Previo al año 1990, las áreas con mayor ‘captura por unidad de esfuerzo’²³ se asocian con lances reportados a mayor longitud y latitud, pero con menor duración promedio del viaje. Probablemente este tipo de áreas corresponda a viajes que zarpan desde puertos más hacia el sur (VIII y X regiones).

Desde 1990 en adelante, en promedio las áreas con mayor ‘captura por unidad de esfuerzo’ se reportan en coordenadas con mayor longitud (incluso más que previo a 1990) pero ahora en latitudes más hacia el Norte, involucrando además viajes de mayor duración. Es probable que este tipo de áreas se refiera a zarpes desde la V región que terminan realizando lances de pesca a mayor lejanía (longitud) de la costa. Este resultado podría ser reflejo de la creciente incorporación de capacidad de frío a bordo de barcos y que, como resultado, tienen mayor autonomía de viaje. Lo anterior es consistente con el cambio tecnológico ocurrido de forma creciente a partir de inicios de los años 1990s.

²³ Captura por ‘milla recorrida’ en la ecuación sobre ‘duración del viaje’, y por ‘hora de viaje’ en las otras dos ecuaciones.

Post mayo 1997, las áreas con mayor ‘captura por unidad de esfuerzo’ vuelven a estar asociadas con menor duración del viaje, con latitudes aún más al Sur que pre-1990 y con longitudes ahora más cercanas a la costa. Así, post el El Niño de 1997/98 las áreas con mejor rendimiento promedio se tenderían a localizar más hacia el Sur, más cercanas a la costa e implicando viajes de menor duración. Todo lo anterior, considerando constante el valor del resto de los regresores en las tres ecuaciones estimadas.

Por último, en relación con efectos asociados a cambios en la razón [Precio Harina Pescado/Precio Petróleo],²⁴ un mayor valor de esta razón siempre surge asociado con viajes de mayor duración. Además, y siendo válido para los grupos B1 y B2 de naves, mayores valores de este cociente surgen asociados con lances realizados en longitudes más distantes de la costa. Por último, sólo el grupo B3 de naves presenta un efecto estadísticamente distinto de cero sobre la latitud promedio de sus lances de pesca: un mayor valor de esta razón se asocia con lances realizados en promedio más hacia el sur por naves tipo B3.

6. Consideraciones Finales

De los distintos factores considerados en las estimaciones, dos focos de interés resaltan como áreas de contribución del modelamiento realizado.

Una primera área de contribución relevante es que, dada la extensión de la dimensión ‘serie de tiempo’ de los datos usados, se han podido analizar efectos asociados a la ocurrencia del fenómeno El Niño sobre la localización del esfuerzo de pesca en esta pesquería. Los autores no conocen estudios previos sobre este tipo de efectos en ésta u otras pesquerías de la especie jurel. Los resultados obtenidos indican que este fenómeno ambiental sí ha tenido efectos sobre la localización del esfuerzo de pesca de esta flota. El signo y significancia de los efectos estimados son robustos a considerar efectos contemporáneos y hasta con 6 meses de rezago temporal. Parte de los efectos estimados varían según la época del año (temporada alta/baja de pesca) en que esté vigente el fenómeno El Niño. Por otro lado, no es posible rechazar la hipótesis que a partir de Mayo de 1997 se ha producido un cambio estructural, ligado al fenómeno El Niño más fuerte ocurrido durante el siglo XX, en las decisiones de localización del esfuerzo de pesca de la flota analizada. Y lo anterior,

²⁴ En modelos alternativos se introdujeron efectos rezagados en relación al impacto de esta variable: se estimó el modelo preferido considerando el promedio durante los 3 y 6 últimos meses de la razón (precio harina/precio combustible). Los resultados de estimación no cambian en nada cualitativo respecto de los reportado en el Cuadro 3.

posiblemente relacionado con cambios ocurridos en las densidades y/o distribución espacial de distintos núcleos poblacionales de jurel que habitan y migran entre la ZEE chilena y áreas adyacentes a ella.

Una segunda área de contribución se relaciona con efectos asociados a importantes cambios regulatorios ocurridos en esta pesquería, incluyendo la introducción de cuotas individuales de pesca. Por un lado, los efectos asociados a cambios regulatorios, en varios de los casos considerados, varían su signo y/o significancia estadística según cuál sea el tamaño de la nave de operación. Por otro lado, y nuevamente según cuál sea el régimen regulatorio vigente, también se obtienen distintos efectos asociados a cambios en la abundancia del recurso jurel. Ambas líneas de resultados son reflejo de distintos incentivos y restricciones para pescar en uno y otro régimen regulatorio, difiriendo tales incentivos según cuál sea el tipo/tamaño de nave de operación. Lo último es reflejo de los distintos patrones de especialización pesquera, según especie objetivo, que predominan en naves con distinto tamaño y disímil autonomía de desplazamiento.

El ejercicio de estimación aquí realizado constituye un primer esfuerzo exploratorio para analizar aspectos relacionados con las decisiones de localización del esfuerzo de pesca en esta pesquería tranzonal de jurel. Desde un punto de vista metodológico general, el modelamiento de decisiones con dimensión espacial forma parte de desarrollos recientes en métodos econométricos. En el área más específica de temas de economía pesquera, hemos citado algunas aplicaciones que modelan estructuras de correlación entre distintas áreas de pesca que forman parte del conjunto posible de elecciones por optimizar. También en el contexto de decisiones de localización de esfuerzos de pesca, hemos citado modelamientos relacionados con patrones de difusión de información entre distintos agentes pesqueros. Ambas líneas de análisis representan desafíos de interés para investigación futura.

En el caso específico de la pesquería aquí analizada, una prioridad probablemente más inmediata para análisis por desarrollarse se relaciona con el modelamiento de posibles patrones de correlación serial en los residuos del modelo de estimación. Ello, sobre todo motivado por la extensión de los datos disponibles --particularmente en su dimensión 'serie de tiempo'-- y también por el interés de analizar efectos asociados con procesos ambientales de ocurrencia cíclica, como es el caso del fenómeno *El Niño*.

Referencias

- Bockstael, N. & J. Opaluch (1983), "Discrete Modeling of Supply Response under Uncertainty: The Case of the Fishery", *Journal of Environmental Economics and Management* 10(2): 125-37.
- Cressie, N. (1993), *Statistics for Spatial Data. Wiley Series in Probability and Statistics*. John Wiley & Sons, New York.
- Crone-Bilger, C. (1990), "International and Economic Policy Aspects of the Soviet Ocean-going Fishing Industry". *Ph.D. thesis in Economics*, University of London.
- Curtis, R.E. & K.E. McConnell (2004), "Incorporating Information and Expectation in Fishermen's Spatial Decisions", *Marine Resource Economics* 19(1):131-144.
- Eales, J. y J.E. Wilen (1986), "An Examination of Fishing Location Choice in the Pink Shrimp Fishery", *Marine Resource Economics*, 2(4): 331-351.
- Elizarov A.A., A.S. Grechina, B.N. Kotenev & A.N. Kuzetsov (1993), "Peruvian Jack Mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, in the Open Waters of the South Pacific", *J. Ichth.*, 33 (3): 86-104.
- Fleming, M. (2000), "Spatial Statistics and Econometrics for Models in Fisheries Economics: Discussion", *American Journal of Agricultural Economics* 82, (5):1207-09.
- Gómez-Lobo, A., Peña-Torres, J. y Barría, P. (2005), "Informe Final Proyecto Fondecyt No. 1020765: Modelo Bioeconómico de la pesquería industrial centro-sur de Chile".
- Gómez-Lobo, A., Peña-Torres, J. y Barría, P. (2007), "ITQs in Chile: Measuring the Economic Benefits of Reform", *Documento de Investigación I-179*, Facultad Economía y Negocios, Universidad Alberto Hurtado, Santiago, Chile.
- Holland, D. y J. Sutinen (2000), "Location choice in New England trawl fisheries: Old habits die hard", *Land Economics* 76(1): 133-49.
- Holland, D., J. N. Sanchirico, R.E. Curtis, R. Hicks (2004), "An introduction to Spatial modelling in fisheries economics", *Marine Resource Economics* 19(1): 1-6.
- Lynham, J. (2006), "Schools of Fishermen: A theory of information sharing in spatial search", Trabajo presentado en *Third World Congress of Environmental and Natural Resource Economists*, Kyoto, Julio.
- Mistiaen, J. y I. Strand (2000), "Supply Response under Uncertainty with Heterogeneous Risk Preferences: Location Choice in Longline Fishing", *American Journal of Agricultural Economics* 82(5):1184-1190.
- Munro, G. (2000), "The UN Fish Stocks Agreement of 1995", *Marine Resource Economics*, 14(4): 265-280.
- Parrish, R.H. (1989), "The South Pacific Oceanic Horse Mackerel (*Trachurus picturatus murphyi*) Fishery", p. 321-331, in D. Pauly, P. Muck, J. Mendo & I. Tsukayama (eds.), *The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. ICLARM Conference Proceedings 18*, 438 p., Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú.
- Peña-Torres, J. (1997), "The Political Economy of Fishing Regulation: the case of Chile", *Marine Resource Economics*, 12 (4): 239- 48.
- Peña-Torres, J., Serra, R & M. Basch (1999). "Who can Fish What and Where: Chile's Trade-offs in High Seas Fishing of Transboundary Species", *Marine Resource Economics* 14(3): 245-262.
- Peña-Torres, J., Serra, R y M. Basch (2000), "Pesca en alta mar de recursos transzonales: Alternativas de política para Chile", *Estudios Públicos* 78: 137-163.
- Peña-Torres, J. (2002a), "Debates sobre Cuotas Individuales Transferibles: ¿Privatizando el Mar? ¿Subsidios? o ¿Muerte Anunciada de la Pesca Extractiva en Chile?", *Estudios Públicos* 86: 183- 222

- Peña-Torres, J. (2002b), "Individual Transferable Fishing Quotas in Chile: Recent History and Current Debates", *Documento de Investigación I-139*, Facultad Economía y Negocios, Universidad Alberto Hurtado, Santiago, Chile.
- Peña-Torres, J., S. Vergara and M. Basch (2004), "El Dilema de la Escala Productiva frente a Ciclos de Abundancia: La Pesca Industrial en Chile", *El Trimestre Económico* 71 (283): 575-612.
- Peña Torres, J. y R. Cerda (2006), "Informe Final Proyecto FIP 2004-37: Evaluación del Impacto Socioeconómico de Medidas de Administración en Pesquerías pelágicas Centro-Sur (Fase II)", Noviembre (véase: <http://www.fip.cl/Proyectos>).
- Peña-Torres, J., Agostini C. y Vergara, S. (2007), "Fish stock endogeneity in a harvest function: 'El Niño' Effects on the Chilean Jack Mackerel Fishery", *Revista de Análisis Económico No. XXX (Diciembre)*.
- Salas, M. (2003), "La Pesca Industrial en Chile". Gestión de la Calidad en las Actividades Marítimas Portuario-Pesqueras. Instituto de Ciencias Navales y Marítimas. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. Universidad Austral de Chile.
- Serra, R. (1991), "Important Life History Aspects of the Chilean Jack Mackerel (*Trachurus symmetricus murphyi*)", *Investigación Pesquera (Chile)*, 36: 67-83.
- Serra, R. (1998), Investigación Evaluación del Stock del Jurel, 1997. *IFOP/SUBPESCA Informe Técnico Final*. 50 pp. plus Annex., Valparaíso, Chile.
- Smith, M.D. (2000), "Spatial Search and Fishing Location Choice: Methodological Challenges of Empirical Modeling", *American Journal of Agricultural Economics*, 82(5):1198-1206.
- Smith, M.D. (2002), "Two econometric approaches for predicting the spatial behavior of renewable resource harvesters", *Land Economics* 78(4): 522-538.
- Smith, M.D. (2005), "State Dependence and Heterogeneity in Fishing Location Choice", *Journal of Environmental Economics and Management*, 50(2):319-340
- Strand, I.E. (2004), "Spatial Variation in Risk Preferences Among Atlantic and Gulf of Mexico Pelagic Longline Fishermen", *Marine Resource Economics*, 19(1):145-160.
- Yepes, M. (2004), "Dinámica Poblacional del Jurel: Reclutamiento asociado a Factores Ambientales y sus Efectos sobre la Captura". *Tesis Master of Arts in Economics, Georgetown University-ILADES Programme*, Facultad de Economía y Negocios, Universidad Alberto Hurtado, Santiago, Chile.
- Wilén, J.E. (2004), "Spatial Management of Fisheries", *Marine Resource Economics* 19(1): 7-20.
- Wooldridge, J.M. (2002), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, The MIT Press, Cambridge Mass.

Anexo 1: Asignación de ‘especie objetivo’ por viaje de pesca

En la flota bajo estudio la caballa es una especie que se captura como fauna acompañante (i.e. en forma conjunta con) del jurel, sin que exista forma de discriminar entre una y otra especie en forma previa al rendimiento logrado en cada lance. Dado que durante el periodo muestral la caballa no ha estado sometida a cuotas de captura, lo que sí ha ocurrido con el jurel, en nuestros ejercicios de estimación también se incluirán los viajes con intención de pesca caballa:²⁵ Jurel y caballa serán considerados como una misma especie. Así, los viajes relevantes para efectos de este trabajo corresponden a aquellos con intención de pesca “Jurel y/o Caballa”. Dado que la intención de pesca de cada viaje no es observable, al respecto se utilizan los siguientes dos criterios:

(a) Intención de pesca para viajes con captura nula en el mes t

Respecto de estos datos se calcula una nueva variable que identifica la captura de cada especie en los tres viajes inmediatamente anteriores y en los tres viajes inmediatamente siguientes; luego se suma, para cada especie, la pesca total en esos viajes adyacentes. Se atribuye la ‘intención de pesca’, en el viaje con cero captura, a aquel recurso cuya suma sea mayor en los viajes adyacentes. Este criterio permite asignar 39.129 viajes con ‘cero captura’ al conjunto de viajes con intención de pesca ‘jurel y/o caballa’.

(b) Intención de pesca para viajes en que se captura una o más especies

Para definir la ‘especie objetivo’ de viajes con captura positiva de más de una especie, se considera que la ‘intención de pesca’ corresponde al recurso k cuando la pesca de ese recurso, en un determinado viaje, es mayor a la captura de cualquier otro.²⁶

²⁵ Y esto como una forma de enfrentar posibles eventos de ‘falso reporte’ en los cuales, dada la cuota máxima de pesca vigente para el jurel, y no así para la caballa, pueden existir incentivos para efectuar reportes falsos, declarando como caballa volúmenes de pesca que en verdad corresponden a jurel (la relevancia de este riesgo ha sido corroborada por personal de Subpesca, la agencia regulatoria sectorial).

²⁶ En la práctica, no suelen presentarse viajes con captura de ‘jurel y/o caballa’ en conjunto con ‘sardina y/o anchoveta’ o merluza de cola. En la base de datos, del total de viajes con captura positiva, menos del 0,2% corresponden a viajes en donde se reporta pesca conjunta de ‘jurel/caballa’ y de ‘sardina/anchoveta’.

Anexo 2: Cálculo del cociente (Precio Harina de Pescado/Precio Combustible)

La información sobre el precio de la harina de pescado proviene del Banco Central de Chile (www.bcentral.cl). Se encuentra disponible en términos mensuales desde enero de 1987 y corresponde al precio FOB promedio mensual, expresado en US\$/ton, considerando el total de embarques mensuales de exportación de harinas de pescado, lo que promedia el precio de las distintas calidades de harina de pescado que se estén exportando.

Respecto a la variable 'precio del combustible', se usa la serie mensual provista por la Comisión Nacional de Energía (de Chile), del precio del Petróleo Diesel (tipo 2), que es el que ocupan la mayoría de las naves pesqueras industriales, disponible sólo desde enero de 1991 (véase www.cne.cl/estadisticas/f_estadisticas.html) y expresada en US\$/litro. Dado que esta serie está disponible sólo a partir de enero de 1991, se realiza un empalme con la serie de precios de importación del petróleo (disponible en www.bcentral.cl), replicando las variaciones de precio reportadas en esta última serie durante el periodo enero 1987 a diciembre 1990. Así, la estimación econométrica finalmente incorpora 18 años en el análisis (1987-2004).