



**INIDEP**

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO PESQUERO

# INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número	Páginas	Fecha de aprobación
078	19	11 AGO 2018
Dirección		
DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DEMERSALES		
Programa / Gabinete		
Pesquerías de Merluza y Fauna acompañante		
Actividad		
Estudio de la captura incidental de merluza en distintas pesquerías		

## COMPARACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE OBSERVADORES A BORDO, PROVINCIALES Y DEL INIDEP RESPECTO DE LA ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN MERLUZA-LANGOSTINO

Las estimaciones de *bycatch* de merluza en la pesquería del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*) se utilizan en la evaluación del estado poblacional de la merluza al sur de 41°. Es necesario que se colecten los datos del proceso de captura y descarte de manera estandarizada. En este trabajo se realizó la comparación entre Programas, de los valores de la relación merluza-langostino, de la base conjunta de los Observadores de Chubut, Santa Cruz e INIDEP de 2009. A los efectos de definir el modelo a ser considerado, se efectuó un análisis exploratorio. La relación merluza-langostino, como variable respuesta, fue relacionada, a los efectos de explicar parte de su variabilidad, con un conjunto de variables categóricas: Programa, Jurisdicción, Dispositivo de selectividad, Mes, momento de realización del lance, Barco, Observador y un conjunto de variables continuas: latitud, longitud, duración del lance, velocidad de arrastre, captura de langostino, CPUE de langostino, a partir de un *General Linear Mixed Model (GLMM)*. Exceptuando la variable "velocidad de arrastre", todos los factores y variables incluidas en el modelo muestran efectos estadísticamente significativos, permitiendo explicar el 59,54% de la varianza de la variable respuesta. Los programas presentan diferencias constantes entre sí, prácticamente independientes de la jurisdicción considerada, en términos de la relación merluza- langostino. Las diferencias encontradas entre los Programas de Observadores, especialmente con el de la provincia de Santa Cruz, pone en evidencia la necesidad de estandarizar las metodologías de estimación de captura partiendo de la formación de los observadores y de la compatibilización de los protocolos de trabajo a bordo y en particular las metodologías de estimación de captura de merluza.

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

<b>SOLICITADO POR</b>	Institución	Cargo
	DIRECCIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN	

**PREPARADO POR**

Firma:	
Nombre:	VILLARINO, MARÍA FERNANDA

Firma:	
Nombre:	HERNANDEZ, DANIEL RAUL

Firma:	
Nombre:	SIMONAZZI, MARIO ARTURO

**APROBADO POR**

Jefe de Programa / Gabinete

Director de área

Director Nacional de Investigación
Dr. OTTO C. WÖHLER
DIRECTOR
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PESQUERO
INIDEP
Director del INIDEP

COPIA ELECTRÓNICA



## COMPARACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE OBSERVADORES, PROVINCIALES Y DEL INIDEP RESPECTO DE LA ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN MERLUZA-LANGOSTINO

Villarino, M. Fernanda, Hernández, Daniel y Simonazzi, Mario

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero

### Introducción

Los programas de Observadores bordo fueron creados con el objetivo de obtener aquella información biológica pesquera vital que complementa, con un menor costo, a la obtenida en las campañas de evaluación de un recurso para la gestión de los stocks. Esta información, se complementa con el reporte de la operatoria de pesca y pone en evidencia que el éxito de una marea no solo depende de la estructura de un buque o arte de pesca sino de la pericia del capitán, de su tripulación y del entendimiento entre ambos para lograr un objetivo común que es la maximización de la producción del buque.

En general, los observadores son requeridos para la obtención de datos básicos como estimaciones de captura y esfuerzo, captura desechada asociada y las tasas de descarte. La capacidad para determinar las cantidades de capturas incidentales es indispensable, puesto que los partes de pesca proporcionan datos incompletos de estos valores (van Helvoort, 1988). En consecuencia un programa de observación de una pesquería precisa naturalmente que los observadores sean personal experto y sigan una formación rigurosa, además de contar con un soporte técnico de procesamiento de datos que permita almacenar y utilizar en tiempo y forma la gran cantidad de datos obtenidos.

El recurso merluza (*Merluccius hubbsi*) es la especie objetivo de la pesquería más importante junto al calamar y al langostino en el Mar Argentino.

El stock al sur de los 41° S de la merluza (Bezzi *et al.*, 1997). es capturado incidentalmente en la pesquería del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*).

Los precios de mercado de los productos de merluza son muy inferiores a los del langostino por eso se la descarta en un 100 % y por lo tanto es necesaria la presencia del observador a bordo para cuantificarla.

El Programa “La pesquería de Merluza y fauna acompañante” del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) tiene una actividad denominada “Estudio de la captura incidental de merluza en distintas pesquerías” cuyo objetivo principal es la estimación de la captura incidental de merluza en la pesquería del langostino.

Las estimaciones de *bycatch*, que se utilizan en la evaluación del estado poblacional de la merluza al sur de 41° provinieron hasta 2010, de la reunión de las bases de datos de los Observadores provinciales y del INIDEP (Santos y Villarino, 2015). Dichas estimaciones fueron consensuadas, hasta 2009, en el ámbito de la “Comisión Técnica de Captura Incidental de merluza en la Pesquería del langostino” (Acta CFP N° 42/2008).

Debido a que se utilizan bases de datos de distintos programas de Observadores se necesita que se colecten los datos del proceso de captura y descarte de manera estandarizada (ICES WKDRP 2007).

Para comenzar con el proceso de estandarización el CFP por Acta N° 35 de 2011 citó a dicha Comisión con el objetivo de reunirse para, entre otras actividades, comparar los Protocolos de trabajo a bordo de los programas de Observadores en cuanto a la metodología de estimación de captura. El encuentro fue un paso importante ya que el primer problema con el que se enfrenta el observador, y a menudo el más difícil, consiste en la realización de una estimación fiable de la captura total.

El Programa de Observadores del INIDEP aplica de acuerdo a las posibilidades a bordo, diferentes metodologías de estimación de la captura de merluza por lance mientras que los programas de Santa Cruz y Chubut operan con el modo visual.

El objetivo de este informe es comunicar el trabajo realizado por el INIDEP en el ámbito de la actividad “Estudio de la captura incidental de merluza en distintas pesquerías” del Programa Comparación de Programas de Observadores a bordo, 2009.

Merluza y Fauna acompañante con el objetivo de realizar los estudios comparativos acordados en la Décima Reunión Técnica de la Comisión “Captura Incidental de Merluza en la Pesquería de Langostino” (Villarino y Simonazzi, 2011).

Los resultados obtenidos en este informe corresponden al año 2009 y deberán ser discutidos en el ámbito de esta Comisión para continuar con el plan de actividades acordado (Villarino y Simonazzi, 2011).

## Materiales y métodos

### Base de datos

El análisis de comparación de programas se realizó con la base conjunta de los programas de Observadores de Chubut, Santa Cruz e INIDEP de 2009. Dichos programas registran habitualmente la actividad de la Pesquería del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*). Debido a que la misma se desarrolla en el Golfo San Jorge (Jurisdicción provincial) y en el Área de Veda Permanente de Juveniles de merluza (AVPJM) involucra a tres jurisdicciones para su manejo: Chubut, Santa Cruz y Área de Veda Permanente de Juveniles de Merluza (AVPJM (Nación)) (Figura 1).

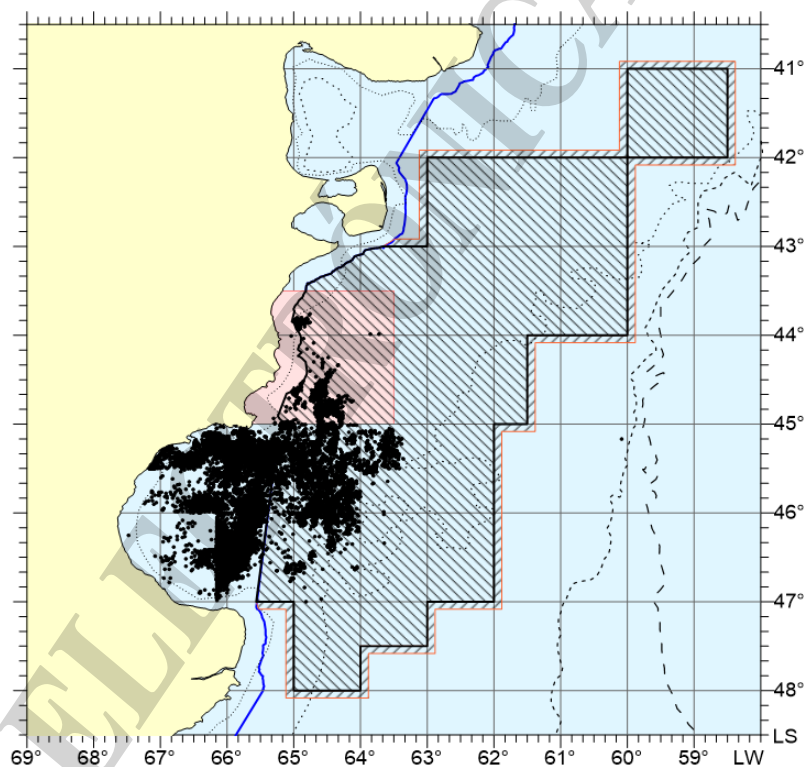


Figura 1. Mapa con los lances observados a bordo de la flota tangonera por los programas de Observadores en 2009.

A los fines de la comparación entre los programas el formato de la base de datos fue modificado y acordado en la Décima reunión Técnica (Villarino y Simonazzi, 2011) respecto del acordado en 2007 (Acta de la Quinta reunión Técnica). El mismo se presentó y explicó detalladamente en Villarino y Simonazzi, 2014.

El número de observaciones considerado por Programa y Jurisdicción se detalla en la Tabla 1.



Tabla 1. Distribución por jurisdicción de las observaciones realizadas por los programas de Observadores en 2009.

Programa/Jurisdicción	Chubut	Santa Cruz	AVPJM	Total
Chubut	5.945	1.386	1.503	8.834
Santa Cruz	1.683	6.471	1.662	9.816
INIDEP	812	13	1.964	2.789
Total	8.440	7.870	5.129	21.439

Como se puede apreciar en la Tabla 1 el número de registros que aportan cada programa es muy superior al del INIDEP y además este tiene restringida su actividad principalmente al Área de Veda Permanente de Juveniles de Merluza (AVPJM) con escasa presencia en el Golfo San Jorge. Esta distribución de los registros inclina las estimaciones de *bycatch* de merluza, que se obtienen en cada en Jurisdicción provincial, hacia las estimaciones de captura obtenidas por el programa de Observadores de la provincia en cuestión. La única jurisdicción que guarda un equilibrio, es el AVPJM (Villarino y Simonazzi, 2014).

### Metodología de comparación de los Programas de Observadores

Las estimaciones de *bycatch* se realizaron utilizando el estimador de razón (Cochran, 1977) de la relación merluza/langostino observada y el desembarque declarado de langostino, como variable de expansión, ya que es la información más confiable de la estadística de pesca. El mismo fue propuesto inicialmente e identificado por Cordo (2003) como el que produce el menor valor de la relación M/L y por Villarino, *et al.* (2005) como el más eficiente, respecto de otros estimadores. Con respecto al estimador de razón, el mismo fue analizado en detalle en Villarino *et al.* (2015)

Para la comparación de los programas de observadores de Chubut, Santa Cruz e INIDEP, se consideró como variable respuesta a la relación merluza/langostino, calculada como:  $C_m / C_l$ , siendo  $C_m$  y  $C_l$  las capturas observadas de merluza y langostino en cada lance de pesca, respectivamente. Esta variable respuesta, logaritmizada (sin considerar los registros con captura de merluza o captura de langostino cero), fue relacionada, a los efectos de explicar parte de su variabilidad, con:

- 1) Un conjunto de variables categóricas (factores): Programa (Prog), Jurisdicción (Jurisd), Dispositivo de selectividad (Disp), Mes, MTN (momento del lance: Mañana, Tarde o Noche), Barco, Observador.
- 2) Un conjunto de variables continuas: latitud, longitud, duración del lance, velocidad de arrastre, captura de langostino, CPUE de langostino.

, a partir de un *General Linear Mixed Model (GLMM)* (Fitzmaurice *et al.*, 2004)

La variable profundidad no fue incluida en el análisis, por no estar consignada en 9701 registros de la base de datos. Tampoco fueron incluidas las variables: eslora, capacidad de bodega y HP (las cuales mostraron cierto grado de colinealidad), ya que su inclusión generó problemas numéricos en las corridas del modelo (debe tenerse en cuenta que los valores de estas variables se repiten en todos los registros correspondientes a una misma marea, para cada barco).

### Análisis exploratorio de los datos

A los efectos de definir el modelo a ser considerado, se efectuó un análisis exploratorio preliminar, evaluando tanto los factores como las variables explicativas continuas.

En principio se efectuó un *squarescatter matrix plots* considerando las variables continuas, a los efectos de determinar visualmente la relación entre pares de éstas variables y poder así determinar la eventual colinealidad entre las mismas. Este análisis gráfico permitió concluir que podían incluirse todas las variables continuas consideradas, por no detectarse colinealidad y por lo tanto redundancia entre las mismas (Figura 2).

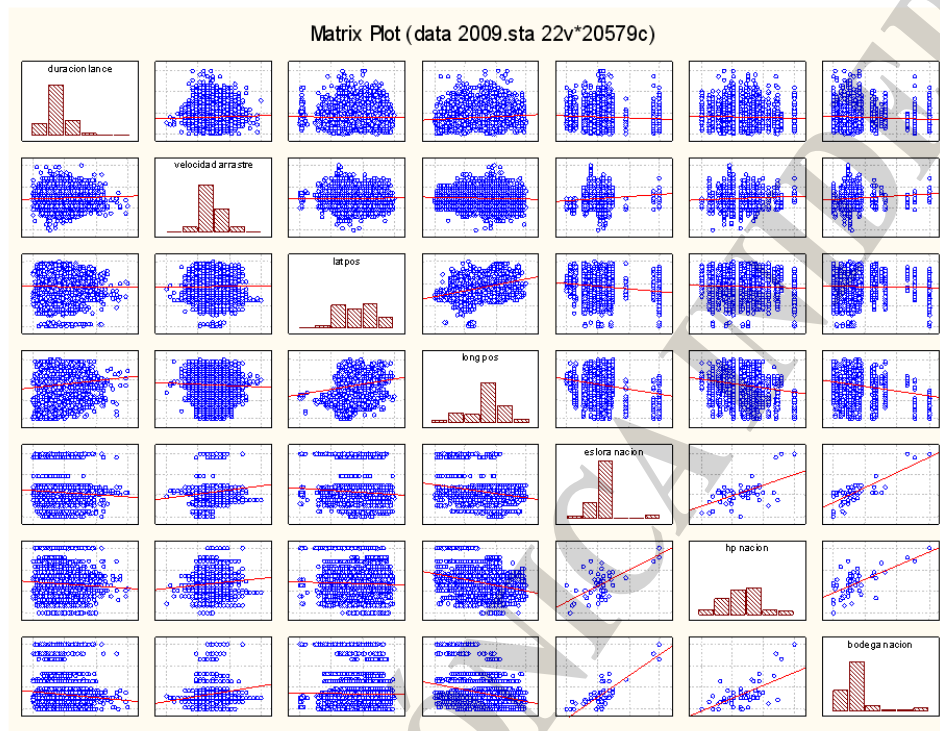


Figura 2. Square scatter matrix plots de las variables continuas utilizadas en el análisis.

Se hizo una corrida preliminar considerando un *General Additive Model (GAM)* a los efectos de determinar el tipo de relación de la variable  $y = \ln(C_m / C_l)$  con cada una de las variables continuas. Este análisis permitió observar (teniendo en cuenta el *scatterplot smoother* correspondiente) que la variable "longitud" presentaba una relación cuadrática con la respuesta, mientras que las demás variables mostraban una relación de tipo lineal (con mucha dispersión)

A los efectos de determinar cuales interacciones de primer orden podían ser incluidas en el modelo, se generaron tablas dinámicas entre pares de variables categóricas. Esto permitió evaluar la existencia de celdas vacías.

Teniendo en cuenta esto último, se concluyó que las únicas interacciones de primer orden que podían incluirse en el modelo eran: Programa x Jurisdicción y Dispositivo x Jurisdicción.

La interacción Programa x Jurisdicción presentó un gran desbalance, debido a que hay sólo 13 datos del programa INIDEP en la Jurisdicción de Santa Cruz (Tabla 1). No obstante, dada la importancia de ésta interacción a los efectos de comparar programas, la misma se incluyó en el modelo.

Por su parte, la interacción Dispositivo x Jurisdicción también presentó un gran desbalance, ya que el dispositivo fue usado sólo en el 2,46% de los lances. De esta forma se optó por no incluir dicha interacción en el modelo.

## Modelo

Teniendo en cuenta la información proporcionada por el análisis exploratorio, se consideró, en principio, el siguiente modelo:



$$\begin{aligned} \ln(C_m / C_l) = & \mu + \text{Prog} + \text{Jurisd} + \text{Prog} \times \text{Jurisd} + \text{Mes} + \text{Disp} + \text{MTN} + \text{barco} \\ & + \text{observador(Programa)} + \beta_1 \text{ longitud} + \beta_2 \text{ longitud}^2 + \beta_3 \text{ latitud} \\ & + \beta_4 \text{ velocidadde arrastre} + \beta_5 \text{ duraciondel lance} + \beta_6 \text{ captura langostino} \\ & + \beta_7 \text{ cpue langostino} + \varepsilon \end{aligned} \quad (1)$$

En donde: observador(Programa) indica que el factor observador está anidado dentro del factor Programa, ya que cada Programa tiene un conjunto de observadores propio. Por otra parte  $\beta_i$  para  $1 \leq i \leq 7$  son coeficientes de regresión parcial y  $\varepsilon$  representa el término de error del modelo.

Los factores: Prog. (3 niveles), Juris. (3 niveles), Mes (11 niveles), Disp. (2 niveles), y MTN (3 niveles) se consideran como factores fijos.

El factor barco (71 niveles) y observador (18 niveles para el programa Chubut, 20 niveles para INIDEP y 24 niveles para Santa Cruz) se trataron como factores aleatorios.

Para detectar *outliers* y puntos influyentes se corrió el modelo (1) y se calcularon los *studentized deleted residual (sdr)* (Jammalamadaka and Sengupta, 2003). Se eliminaron aquellas observaciones para las cuales el valor absoluto del *sdr* fuera superior al valor crítico de la distribución t de Student correspondiente al nivel de significación del 5% con la corrección de Bonferroni (Morrison, 1976) y los grados de libertad correspondientes al cuadrado medio de error.

Se efectuó otra corrida del modelo (1) considerando el factor aleatorio "marea" (192 niveles) anidado en el factor barco, lo cual generó algunas dificultades de cálculo. No obstante, se pudo ver que el agregado de este factor al modelo generaba un incremento menor (2,19%) en el coeficiente de determinación múltiple corregido y se optó por no incluirlo. Quedando de esta forma el modelo (1), más simple, como definitivo.

Por último, teniendo en cuenta sólo los meses en los cuales la cobertura espacial de los tres programas fue similar y en un intento de separar el efecto correspondiente a los observadores de distintos programas del efecto espacial (debido a la operación de los observadores en áreas distintas con diferente relación merluza/langostino) y poder de esta forma asociar la diferencia observada entre programas sólo a la eventual diferencia en la valoración de la relación merluza/langostino entre los observadores de programas distintos, se efectuó una segunda corrida del modelo (1) considerando sólo los meses de agosto, septiembre y octubre (Figuras 3, 4 y 5), que fueron los meses en los cuales se verificó que la cobertura espacial de los tres programas fue prácticamente la misma. En ésta corrida no se consideró la jurisdicción Santa Cruz.

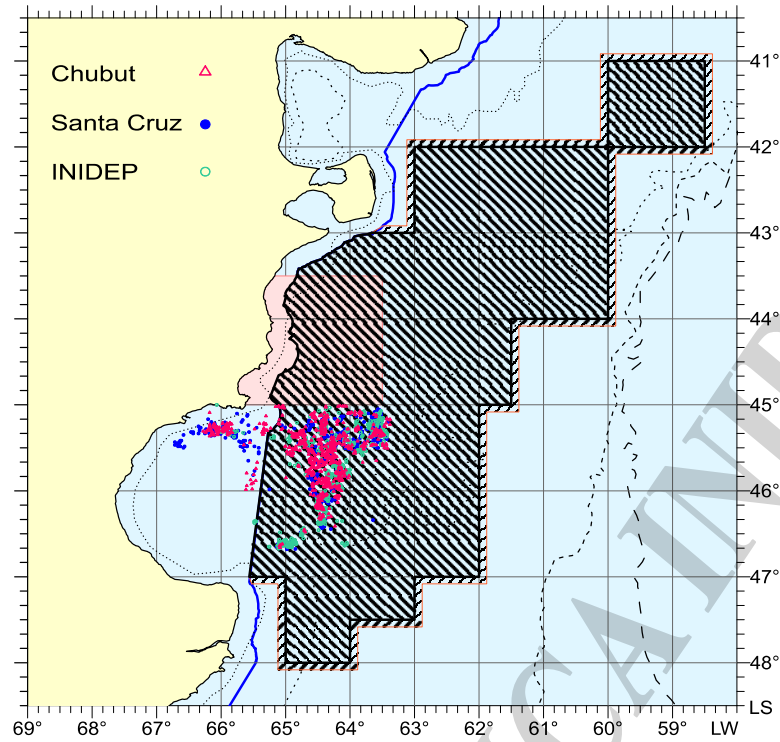


Figura 3. Distribución de los lances observados de los programas de observadores en el mes de agosto de 2009.

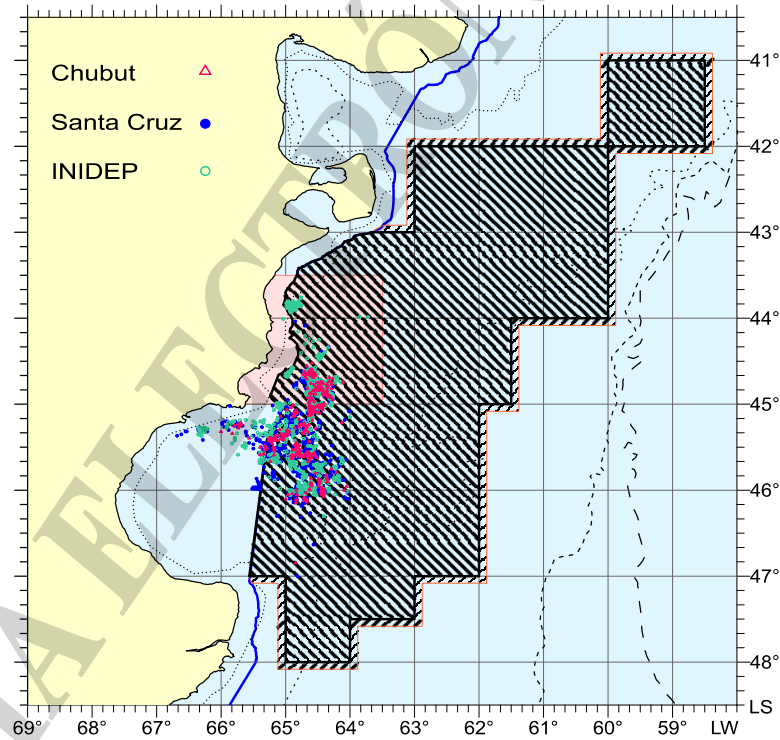


Figura 4. Distribución de los lances observados de los programas de observadores en el mes de septiembre de 2009.

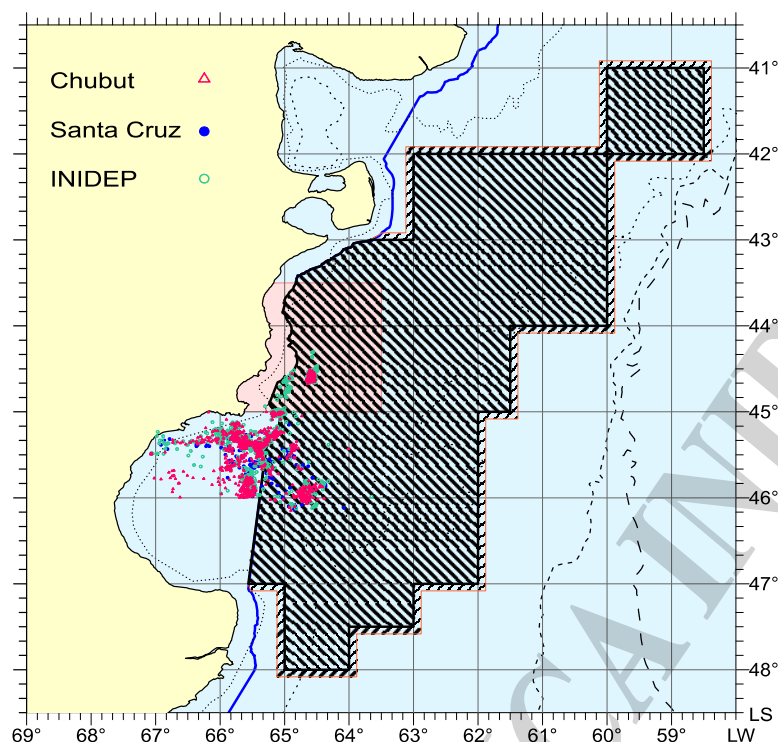


Figura 5. Distribución de los lances observados de los programas de observadores en el mes de octubre de 2009.

Teniendo en cuenta que la interacción Programa x Jurisdicción mostró diferencias altamente significativas (Tablas 2 y 3), se efectuaron contrastes entre los Programas, para cada Jurisdicción (Veda y Chubut).

## Resultados

Fueron detectados 48 *outliers* o puntos influyentes. En la Tabla 2 se puede ver el resultado del ajuste del modelo (1) a los datos, considerando los tres programas de observadores. En esta tabla figuran los valores del estadístico F correspondientes al análisis de la varianza del modelo (1) y los correspondientes valores de probabilidad,  $p$ , que permiten determinar la significancia estadística de los factores y variables explicativas incluidas en el modelo (1).



Tabla 2: Estadísticos F y probabilidad p ( $p < 0,05$  indica diferencias estadísticamente significativas), para evaluar la significancia estadística de las variables explicativas incluidas en el modelo (1). Porcentaje de varianza explicada por el modelo,  $R^2$  (%) y probabilidades, p, para evaluar la significancia estadística del ajuste del modelo a los datos.

Variable	Tipo	F	p
Programa	fijo	4,38	0,01569
Jurisdicción	fijo	114,25	0,00000
Programa x Jurisdicción	fijo	8,72	0,00000
Mes	fijo	76,99	0,00000
Dispositivo	fijo	26,25	0,00000
MTN	fijo	17,28	0,00000
Barco	aleatorio	31,33	0,00000
Observador(Programa)	aleatorio	65,03	0,00000
Longitud	continua	480,99	0,00000
Longitud <sup>2</sup>	continua	491,32	0,00000
Latitud	continua	6,00	0,01428
Velocidad de arrastre	continua	1,72	0,18982
Duración del lance	continua	41,88	0,00000
Captura langostino	continua	5772,37	0,00000
CPUE langostino	continua	16,82	0,00004

$R^2$  (%) = 59,54; p < 0,00000

Como se puede observar en la Tabla 2, la única variable que presentó diferencias no significativas fue la velocidad de arrastre.

En la Figura 6 se muestran las medias mínimo-cuadráticas de la relación merluza/langostino logaritimizada ( $\ln(C_m / C_l)$ ) (LS mean) correspondientes a los tres programas. Fundamentalmente se destaca el programa Chubut con el valor mayor de la media mínimo-cuadrática de  $\ln(C_m / C_l)$ , con respecto a los Programas de Santa Cruz e INIDEP.

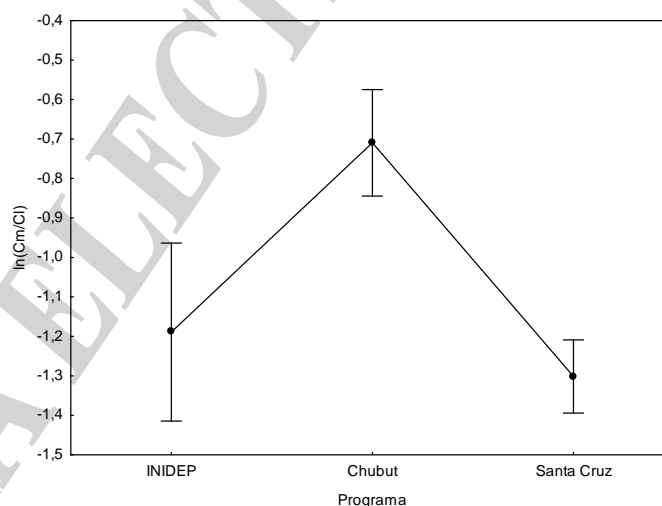


Figura 6. Medias mínimo-cuadráticas de  $\ln(C_m / C_l)$  correspondientes a los programas INIDEP, Chubut y Santa Cruz

En la Figura 7 se puede ver la interacción Programa x Jurisdicción. Si se observa la Figura7 detenidamente, se ve que el punto discrepante es el correspondiente al Programa INIDEP en la Jurisdicción de Santa Cruz. Si se analiza la base de datos se puede ver que el programa INIDEP presenta solo 13 lances en la jurisdicción de Santa Cruz (0,07% de la muestra total), no siendo por lo tanto representativo dicho punto. Como se ve en la propia Figura 7 el intervalo de Comparación de Programas de Observadores a bordo, 2009.



confianza asociado con este punto es mucho más amplio que para el resto de los puntos del gráfico, mostrando una gran dispersión.

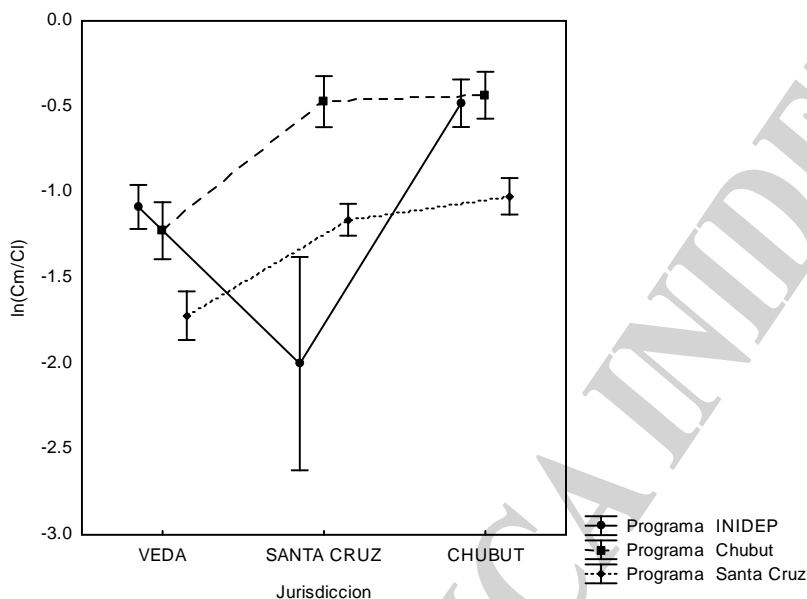


Figura 7. Interacción Programa x Jurisdicción. Medias mínimo-cuadráticas ( $\ln(C_m / C_l)$ ).

En la Figura 8, se muestra la interacción Programa x Jurisdicción, pero sin incluir la jurisdicción de Santa Cruz. Si bien la interacción sigue siendo estadísticamente significativa ( $F=4,574$ ;  $p=0,01034$ ), se ve en el gráfico que las diferencias entre programas son prácticamente constantes e independientes de la jurisdicción.

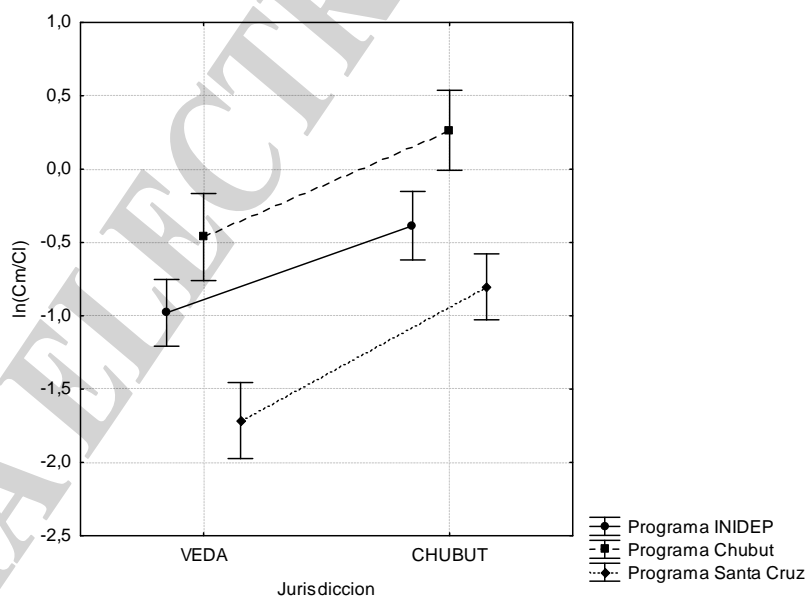


Figura 8. Interacción Programa x Jurisdicción. Medias mínimo-cuadráticas ( $\ln(C_m / C_l)$ ).

En la Figura 9, en la que no se considera la jurisdicción Santa Cruz, se puede ver que globalmente (sin diferenciar por jurisdicción), los programas siguen presentando diferencias entre si. El test de Tukey, para datos desbalanceados, confirma lo observado en el gráfico, determinando diferencias estadísticamente significativas entre los tres programas.

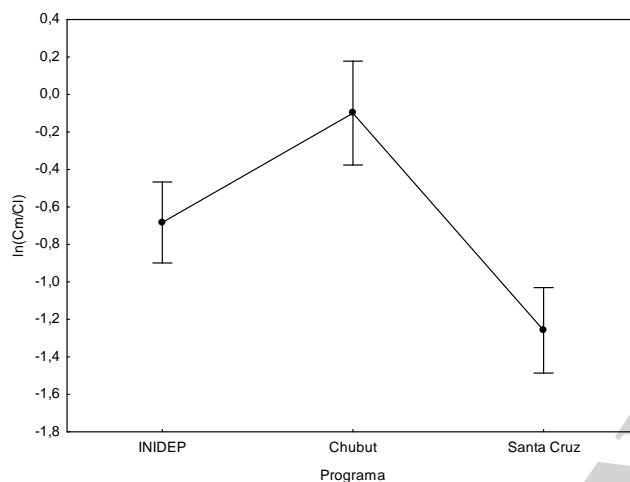


Figura 9. Medias mínimo-cuadráticas ( $\ln(C_m / C_1)$ ) correspondientes a los programas INIDEP, Chubut y Santa Cruz, sin incluir la jurisdicción Santa Cruz debido al desbalance generado por el programa INIDEP en dicha jurisdicción.

Debido a la estructura de los datos con celdas vacías y el desbalance de los datos, las *LS mean* (y también las medias no pesadas) para los factores: Jurisdicción, Mes, MTN y Dispositivo, no pueden ser estimadas. La única posibilidad de obtener gráficos que muestren el efecto de cada factor, para el modelo (1), es considerando las medias pesadas (*weighted means*), las cuales se ven afectadas por el gran desbalance de los datos y por lo tanto pueden presentar una imagen sesgada del efecto de cada factor. No obstante, más allá de esta aclaración, en la Figura 10 se muestran los gráficos de los efectos principales de los factores referidos, considerando las *weighted means*. Entendemos que los efectos son tan marcados que, aún teniendo en cuenta el posible sesgo, estos gráficos pueden ser utilizados, con las reservas del caso, para visualizar las tendencias. Los gráficos corresponden a la corrida del modelo con las tres jurisdicciones.

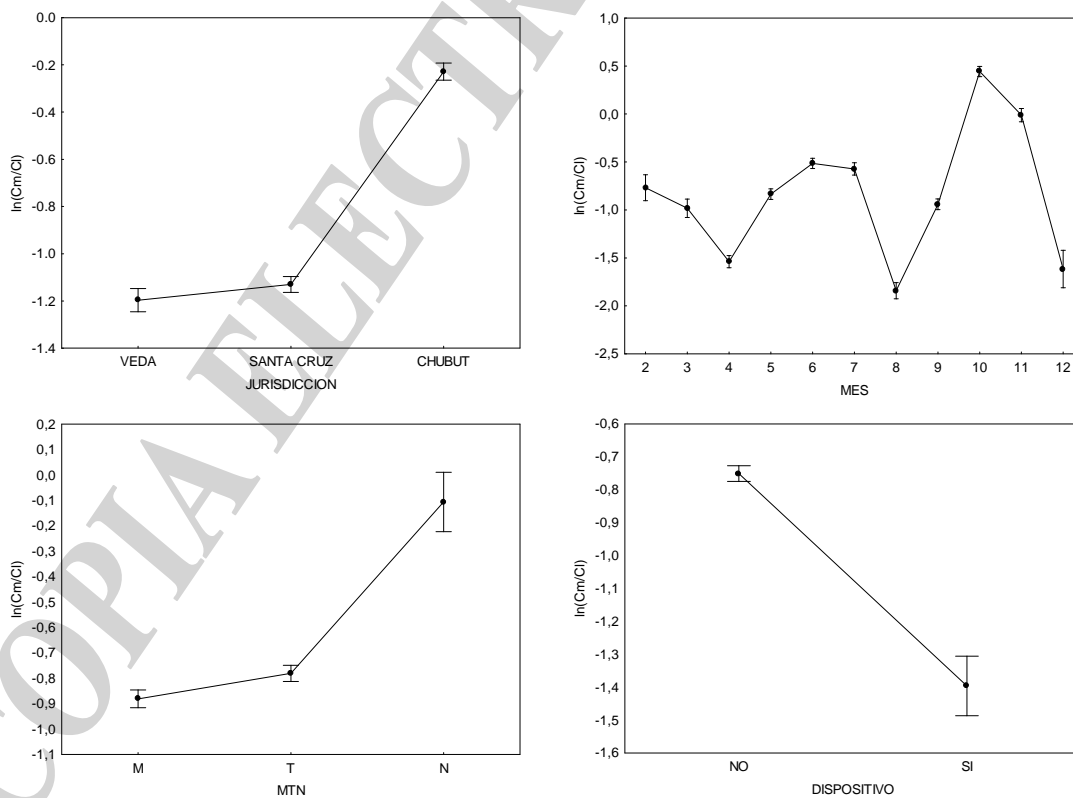


Figura10. Medias pesadas para cada nivel de los factores: Jurisdicción, Mes, MTN y Dispositivo Comparación de Programas de Observadores a bordo, 2009.

En la Figura 11 se muestra un gráfico en donde se representan en forma porcentual las componentes de varianza asociadas con los factores aleatorios: barco y observador, para el modelo total (Tabla 2).

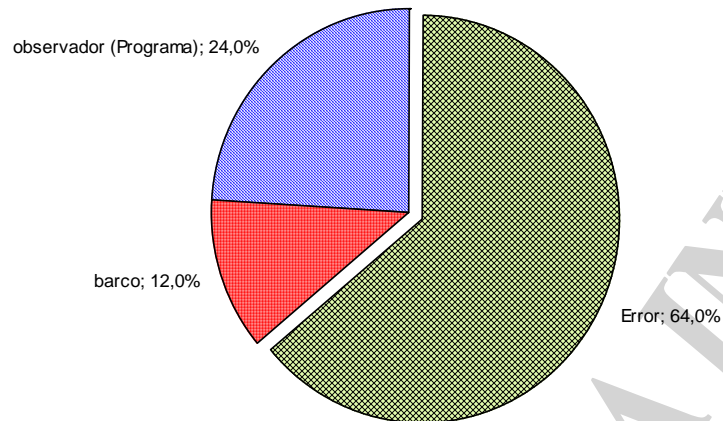


Figura 11. Componentes de varianza relativas (en porcentaje) para los factores aleatorios observador (Programa) y barco.

Como se puede observar en la Figura 11, el factor observador (anidado en el factor Programa) explica el doble (24 %) que el factor barco (12 %). Y juntos permiten explicar un 36 % de la varianza residual.

En las Figuras 12 y 13 se muestran los gráficos de diagnóstico del modelo (1), contruidos a partir de los residuales.

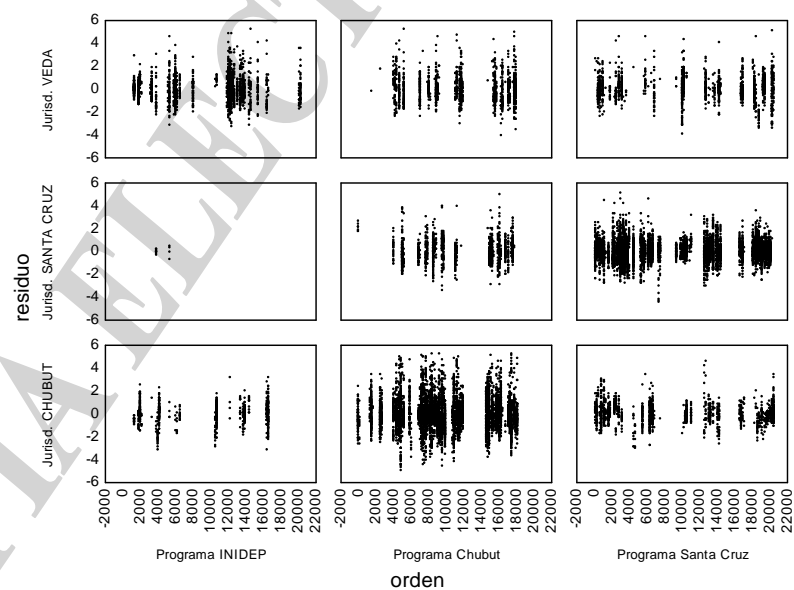


Figura 12. Residuales en función del número de orden de cada registro, categorizado por programa y jurisdicción.

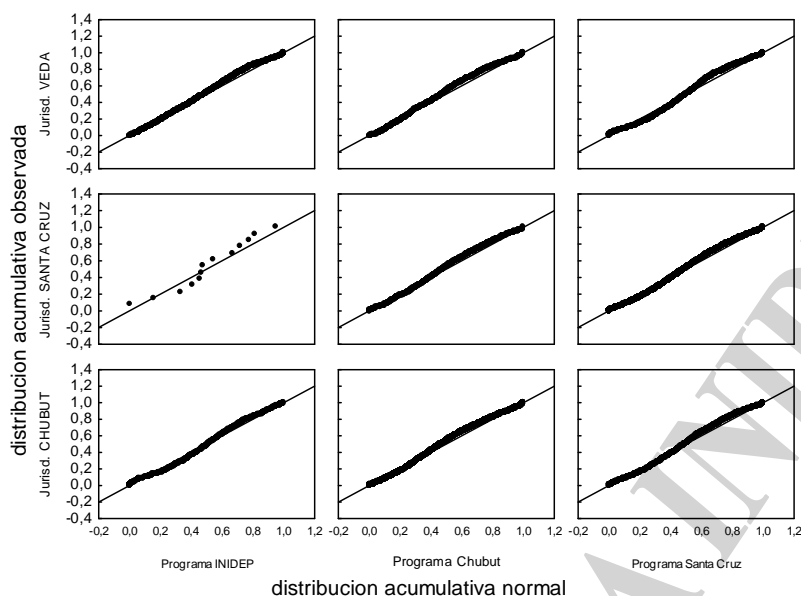


Figura 13. *Probability-Probability* plots de los residuales, categorizado por programa y jurisdicción.

Como se puede observar en los gráficos de diagnóstico, el modelo (1) presenta un comportamiento estadísticamente adecuado.

Los resultados de la segunda corrida sobre el modelo (1) se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Estadísticos F y probabilidad p ( $p < 0,05$  indica diferencias estadísticamente significativas), para evaluar la significancia estadística de las variables explicativas incluidas en la segunda corrida del modelo (1). Porcentaje de varianza explicada por el modelo,  $R^2(\%)$  y probabilidades, p, para evaluar la significancia estadística del ajuste del modelo a los datos.

Variable	Tipo	F	p
Programa	fijo	1,78	0,196047
Jurisdicción	fijo	58,81	0,000000
Programa x Jurisdicción	fijo	6,53	0,001474
Mes	fijo	67,848	0,000000
MTN	fijo	4,502	0,011124
BARCO	aleatorio	13,259	0,000000
Observador(Programa)	aleatorio	27,39	0,000000
Dispositivo	fijo	2,11	0,146258
Duración del lance	fijo	18,597	0,000016
Velocidad de arrastre	continua	13,043	0,000307
Latitud	continua	31,59	0,000000
Longitud	continua	41,98	0,000000
Longitud <sup>2</sup>	continua	40,96	0,000000
Captura langostino	continua	2204,00	0,000000
CPUE langostino	continua	21,48	0,000004
$R^2(\%) = 68,57$ ; $p < 0,00000$			

En las Figuras 14 y 15 se muestran las medias mínimo-cuadráticas correspondientes a cada programa y para las jurisdicciones de Chubut y la Veda, obtenidas del modelo (1) restringido a los meses con similar cobertura espacial de los tres programas de observadores y sin contemplar la jurisdicción de Santa Cruz.

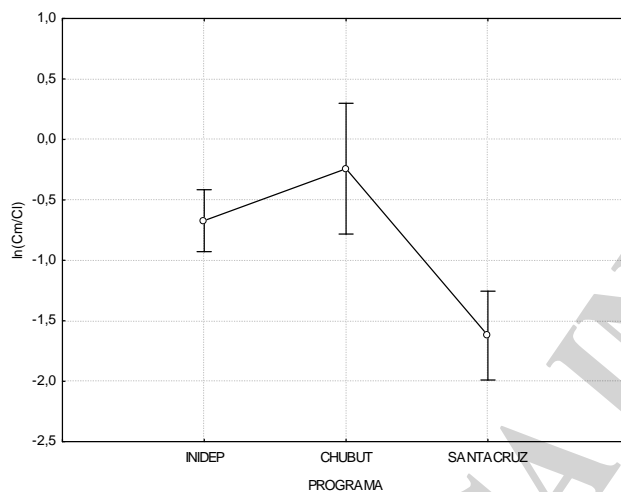


Figura14. Medias mínimo-cuadráticas ( $\ln(C_m / C_i)$ ) correspondientes a los programas INIDEP, Chubut y Santa Cruz, sin incluir la jurisdicción Santa Cruz y en los meses de agosto, septiembre y octubre.

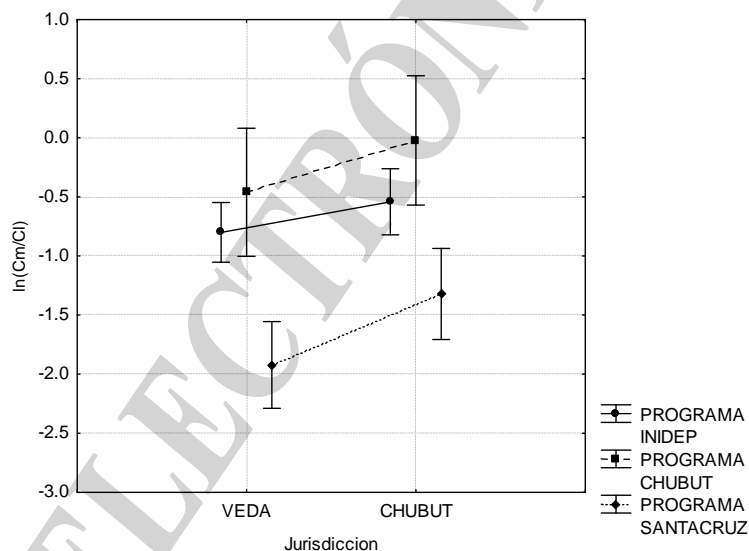


Figura 15: Medias mínimo-cuadráticas correspondientes a la interacción Programa Jurisdicción, sin incluir la jurisdicción Santa Cruz. Resultados obtenidos del modelo (1) restringido a los datos de los meses de agosto, septiembre y octubre, con cobertura espacial similar de los tres programas.

Como se puede observar en la Tabla 3 y Figura 15, si bien la interacción es estadísticamente significativa los programas presentan diferencias similares en cada jurisdicción, mostrando fundamentalmente al programa de Santa Cruz por debajo de los programas de Chubut e INIDEP (Figuras 14 y 15). Teniendo en cuenta, como ya fuera dicho, que la Figura 14 surge del modelo (1) restringido a los meses con cobertura espacial similar por parte de los tres programas (agosto, septiembre y octubre), deducimos que las diferencias observadas se pueden adjudicar a diferencias en la valoración de la relación merluza/langostino que hace cada programa de observadores.

En la Figura 16 se muestra un gráfico en donde se representan en forma porcentual las componentes de varianza asociadas con los factores aleatorios: barco y observador, para la segunda corrida del modelo (1) (Tabla 3).

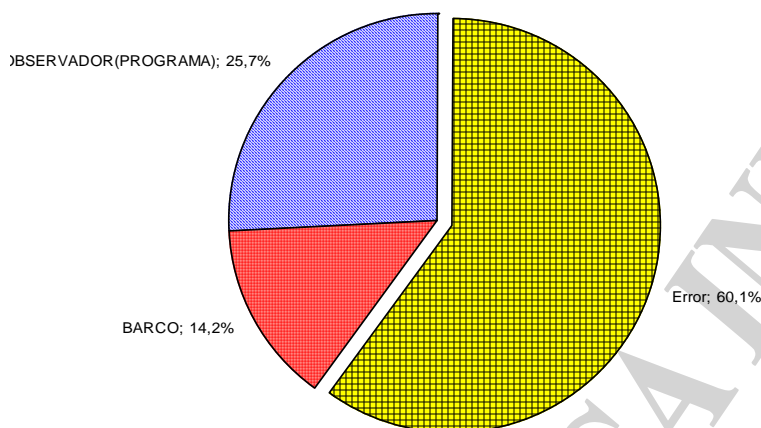


Figura 16. Componentes de varianza relativas (%) para los factores aleatorios observador (Programa) y barco.

Como se puede observar en la Figura 16, el factor observador (anidado en el factor Programa) explica el 26 % mientras que el factor barco (14 %). Y juntos permiten explicar casi un 40 % de la varianza residual.

Los resultados del análisis de contrastes indicaron diferencias no significativas en la estimación de la relación merluza-langostino entre los programas de observadores a bordo de INIDEP y Chubut cuando se consideró tanto el AVPJM como la jurisdicción de Chubut. Mientras que, considerando el AVPJM, se observaron diferencias significativas entre INIDEP y Chubut juntos respecto del programa de Santa Cruz.

#### Factores principales del modelo (1)

Se analizaron de manera general los valores observados de la relación M/L para cada uno de los niveles bajo los distintos tratamientos o factores principales del modelo (1). El objetivo fue analizar cuales tratamientos evidencian características de la dinámica del *bycatch* a los efectos de que nos permita plantear posibles medidas de manejo.

#### Jurisdicción

En relación con el factor principal Jurisdicción se analizaron los valores anuales de la relación M/L observada en 2009. El menor valor de la relación merluza-langostino se obtuvo en el AVPJM (0,265), le siguió la jurisdicción de Santa Cruz (0,427) y por último la jurisdicción de Chubut (1,00) (Villarino y Simonazzi, 2011).

#### Mes

La evolución de los valores de la relación M/L con el factor principal mes respondieron a la actividad de la flota durante la temporada de pesca, operando principalmente en el Golfo San Jorge hasta el mes de junio, para ingresar al AVPJM (agosto) y luego regresar en el mes de octubre a Chubut para el fin de la actividad (Villarino y Simonazzi, 2010).



### Momento de realización del lance

Como no se disponía del campo correspondiente a la luz diurna o nocturnidad, se asignó y agregó, salida y puesta de sol, para las fechas pertinentes a cada lance de pesca, en base a las tablas publicadas, por el "Servicio de Hidrografía Naval" (<http://www.hidro.gob.ar/observatorio/Resolfaros.asp>) para el faro San Gregorio que su posición: Lat.:45°01'5 S Long.:65°37'7 W, resultaba la más próxima a la posición geográfica media de distribución de la pesquería analizada. El momento del lance u "hora media" se definió como la hora de inicio más la mitad de la duración total. Si el momento resultaba entre la salida del sol y las 12:00' horas, se asignó "Mañana"; si el momento resultaba entre las 12:00' horas y la puesta del sol se asignó "Tarde" y si el momento es menor a la salida y mayor a la puesta es "Noche".

Se agregó al análisis el factor momento del día (MTN) en que se realiza el lance de pesca expresado como Mañana, Tarde y Noche. Los valores anuales indicaron que durante la noche la relación merluza-langostino aumenta debido a la disminución de los rendimientos de langostino sobre rendimientos de merluza que no presentan variación entre los distintos momentos de realización del lance. Un análisis más detallado de los datos mostró que existen interacciones del factor MTN con el mes y el área. En consecuencia es importante tener en cuenta la pertinencia de considerar este factor para elaborar en un futuro eventuales medidas de manejo.

### Dispositivo selectivo

Se decidió incorporar al análisis los valores de la captura de merluza y langostino obtenidos en los lances donde se usaron dispositivos selectivos (Disela II y Hargril). No se considera en ésta oportunidad la eficiencia del uso del dispositivo sino las tendencias de los valores de las capturas de merluza y de langostino consignadas por el observador en esa oportunidad (Figura 10).

Los resultados medios anuales indicaron que la utilización del dispositivo disminuyó la relación merluza-langostino.

Durante el análisis, la relación más clara entre los rendimientos observados de merluza y langostino en los lances con y sin dispositivo se obtuvo en la jurisdicción de Santa Cruz. Del número total de lances con dispositivo (1281), 629 se realizaron en esa jurisdicción, de éstos los mayores porcentajes se realizaron en el período abril-junio totalizando el 86 % de los lances.

Los rendimientos de merluza obtenidos en los lances con dispositivo fueron menores a los realizados sin dispositivos (Figura 17) mientras que los de langostino resultaron similares entre ambos tipos de lances (Figura 18).

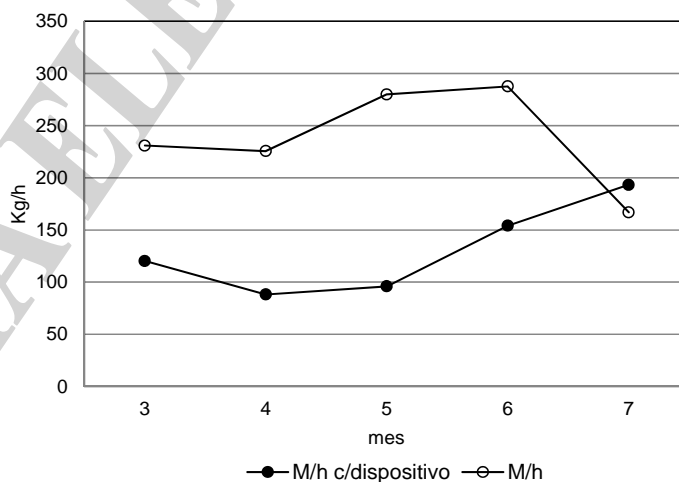


Figura 17. Rendimientos observados de merluza de los lances con y sin dispositivo selectivo.

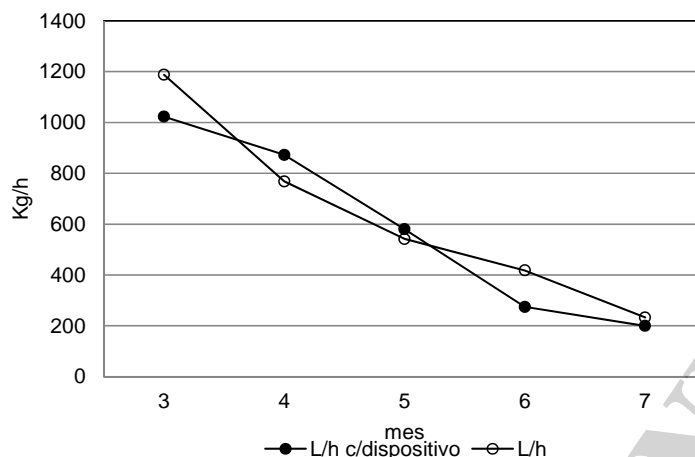


Figura 18. Rendimientos observados de langostino de los lances observados con y sin dispositivo.

De manera general los resultados de esta comparación coinciden con las tendencias internacionales acerca del beneficio de utilizar los dispositivos selectivos para la disminuir la captura incidental en una pesquería (Suuronen, 2014).

Aplicación a la estimación del *bycatch* de merluza de los resultados obtenidos en este informe

De acuerdo a los resultados obtenidos se estimó el *bycatch* de merluza en 2009 sin considerar la base de datos del Programa de Observadores a bordo, de la provincia de Santa Cruz.

La metodología empleada fue la misma que se utilizó en la estimación del *bycatch* de merluza 2009, que se encuentra aprobada en la Décima Reunión de la Comisión de Captura incidental en 2011 (Villarino y Simonazzi, 2011).

La estimación del *bycatch* obtenida con esta nueva base (34.300 t) fue un 22 % mayor que la aprobada en 2009 (26.691 t).

## CONCLUSIONES

Exceptuando la variable “velocidad de arrastre”, todos los factores y variables incluidas en el modelo muestran efectos estadísticamente significativos, permitiendo explicar el 59,54% de la varianza de la variable respuesta.

Los programas presentan diferencias constantes entre sí, prácticamente independientes de la jurisdicción considerada, en términos de la relación merluza- langostino.

En orden decreciente de la relación merluza/langostino se ubican los Programas de Observadores de Chubut, INIDEP y Santa Cruz.

Los factores aleatorios: “Barco” y “Observador” (anidado en el factor “Programa”) explican el 36% de la varianza residual del modelo (1). El factor “Observador” explica un 24%, duplicando el valor correspondiente al factor “barco” que se explica el 12%.

Las diferencias encontradas en este año entre los Programas de Observadores pone en evidencia la necesidad de estandarizar las metodologías de estimación de captura partiendo de la formación de los observadores y de la compatibilización de los protocolos de trabajo a bordo y en particular las metodologías de estimación de captura de merluza.



El modelo (1), si bien es simple, muestra un comportamiento estadísticamente satisfactorio.

Se sugiere no utilizar los datos del programa de la provincia de Santa Cruz en estimaciones que involucren el cálculo de la relación merluza-langostino.

Es importante tener en cuenta la pertinencia de considerar el factor MTN para elaborar en un futuro eventuales medidas de manejo

De manera general se pudo apreciar que la implementación del dispositivo en el lance de pesca es beneficiosa para la disminución de las capturas incidentales de merluza sin afectar las de langostino.

Lo dicho corresponde a los resultados obtenidos al analizar la base de datos 2009. Se repetirá éste análisis para las bases conjuntas de los años 2008 y 2010 en busca de corroboración de los resultados obtenidos en este informe.

## Bibliografía

- Acta de la Quinta Reunión Técnica para Estimación de la captura de merluza en la pesquería de langostino. Llevada a cabo por los representantes del INIDEP y las provincias de Chubut y Santa Cruz. Sub-Secretaría de pesca. Buenos Aires 9 de mayo de 2007.
- BEZZI, S, G IRUSTA, M PÉREZ & RENZI, M. 1997. Sobre la unidad de población de la merluza. Informe Téc. Int., DNI INIDEP N° 25/1997, 1-12p.
- COCHRAN, W. G. 1977. Sampling Techniques. Third edition. John Wiley & Sons. New York. 428 pp.
- CORDO, H. 2003 a. Sobre los métodos de cálculo de la relación merluza langostino (M/L) y sus consecuencias en la estimación de la captura incidental (*By-catch*) de la merluza. Comisión Asesora para el seguimiento de la actividad pesquera de la especie langostino (*Pleoticus muelleri*) en la zona de jurisdicción nacional. Doc. Téc. N° 8, 8pp.
- FITZMAURICE, G.M., LAIRD, N.M. & Ware, J. H. 2004. Applied Longitudinal Analysis. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 506 pp.
- JAMMALAMADAKA, S.R.&SENGUPTA, A. 2003. Linear Models. An Integrated Approach. World Scientific Publishing. New Jersey. 622 pp.
- ICES. 2007. Report of the Workshop on Discard Raising Procedures, 6-9 February 2007, San Sebastian, Spain. ICES CM 2007 ACFM:06.57 pp.
- MORRISON, D.F. 1976. Multivariate Statistical Methods. Second Edition. McGraw Hill Book Company. New York. 415 pp.
- SANTOS, B. A y VILLARINO, M. F. 2015. Evaluación del estado de explotación del efectivo sur de 41° S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable para 2016. Inf. Téc. Of. N° 32/2015, 40pp.
- SUURONEN, P. 2014. Herramientas para el manejo de capturas incidentales y uso de técnicas de selectividad para incrementar la supervivencia postselectividad. Rev. Invest. Desarr. Pesq. 25: 51-58.
- van HELVOORT, G., 1988 Manual de operaciones de un programa de observación. FAO Doc. Téc. Pesca, (275):226 p.
- VILLARINO, M. F.; HERNANDEZ, D.; CORDO, D. y SIMONAZZI, M. 2005. Análisis del desempeño de cinco estimadores de la relación merluza-langostino utilizada para la estimación de la captura incidental (*by-catch*) de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la pesquería del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*). Inf. Téc. Int. INIDEP-DNI N°42, 34 pp.
- VILLARINO, M. F. y SIMONAZZI, M. 2010. Evolución del *by-catch* de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la pesquería del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*) en el período 2000-2003. Inf. Téc. Int. INIDEP-DNI N° 15/10, 30pp.



- VILLARINO, M. F. y SIMONAZZI, M. 2011. Décima reunión técnica con representantes de las provincias de Chubut y Santa Cruz a fin de acordar las estimaciones de la captura incidental de merluza en la Pesquería del Langostino en los años 2008 y 2009, comparación de protocolos de trabajo y bases de datos de los Programas de Observadores. Inf. Com. INIDEP N° 136/2011, 9 pp.
- VILLARINO, M. F. y SIMONAZZI, M. 2014. Criterios utilizados en la elaboración de una base conjunta de datos de observadores a bordo de la flota tangonera, para el análisis de la variabilidad de la captura incidental de merluza (*bycatch*) y su evaluación poblacional a partir de distintos estimadores. Inf. Invest. INIDEP-DNI, N° 22/2014, 8pp.
- VILLARINO, M. F.; HERNANDEZ, D&SIMONAZZI, M. 2015. El estimador de razón en el cálculo de la captura incidental (*Bycatch*) de merluza en la pesquería de langostino. Inf. Invest. INIDEP-DNI, N° 75, 18pp.