



ISSN 0378 - 7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

# INFORME

Nº 156

Octubre, 2000

**Prospección de recursos potenciales: *Vinciguerria lucetia*.  
Crucero BIC José Olaya Balandra 9910, del Callao a Chancay.**



Callao, Perú

# DISTRIBUCION VERTICAL DE LA VINCIGUERRIA, ESTRATEGIAS DE PESCA Y COMPORTAMIENTO DE LA RED DE ARRASTRE PELAGICA TIPO 124/1800. CRUCERO BIC JOSE OLAYA BALANDRA 9910

Carlos M. Salazar<sup>1</sup>

Germán P. Chacón<sup>1</sup>

Roberto F. Vargas<sup>1</sup>

## RESUMEN

SALAZAR, C. M., G. P. CHACÓN y R. F. VARGAS. 2000. Distribución vertical de la vinciguerría, estrategias de pesca y comportamiento de la red de arrastre pelágica tipo 124/1800. Crucero BIC José Olaya Balandra 9910. Inf. Inst. Mar Perú 156: 7-17.

Durante este estudio se registraron valores de ecointegración y CPUE altos durante la noche, cuando los peces estaban más concentrados cerca de la superficie en una capa de 50 metros de profundidad. En el día, los peces llegaron a profundidades de hasta 286 metros. Se encontró una relación directa entre los valores de ecointegración y CPUE. Se presentan los parámetros del comportamiento de la red por medio de modelos estadísticos de regresiones lineales y múltiples. Se confirmaron las relaciones funcionales entre diferentes variables del comportamiento de la red y se estableció una relación logarítmica entre la profundidad de pesca (horizonte de pesca), y las aberturas vertical y horizontal de la red. En los arrastres pelágicos, las aberturas horizontal y vertical son sensibles a las variaciones de los factores controlables de las operaciones de pesca, tales como la velocidad de arrastre y la profundidad de pesca. Por ello se calcularon dos ecuaciones que describen el comportamiento de estos parámetros: N7:  $h=20,162 - 2,922*V + 0,473*\ln Fh$  y N8:  $v = 49,455 - 11,647*V + 0,921*\ln Fh$  que describen adecuadamente el comportamiento de dichas aberturas.

PALABRAS CLAVE: *Vinciguerria lucetia*, comportamiento de la red de arrastre pelágica 124/1800, primavera 1999, mar peruano.

## ABSTRACT

SALAZAR, C. M., G. P. CHACÓN and R. F. VARGAS. 2000. Vertical distribution of vinciguerría, fishing strategy and performance of the pelagic trawl net type 124/1800. RV José Olaya Balandra 9910 Cruise. Inf. Inst. Mar. Peru 156: 7-17.

During this study, higher ecointegration and CPUE values were recorded at nighttime when fishes were more concentrated near surface within the 50 m depth layer. At daytime fishes were registered deepened until 286 m. A direct relationship between echointegrated values and CPUE was found. Gear performance parameters are shown through statistical models of linear and multiple regressions. Functional relationship among different variables of gear performance was confirmed, and a logarithmic relationship among fishing depth, vertical and horizontal opening was established. In pelagic trawls vertical and horizontal openings are sensible to variations of controllable factors of fishing operations, such as trawl speed and fishing depth; for that reason two equations, which describes correctly the behaviour of these parameters were calculated: N7:  $h=20,162 - 2,922*V + 0,473*\ln Fh$  and N8:  $v = 49,455 - 11,647*V + 0,921*\ln Fh$ .

KEY WORDS: *Vinciguerria lucetia*, behaviour of pelagic trawl 124/1800, Spring 1999, Peruvian sea.

## INTRODUCCION

El "Crucero de Evaluación de Recursos Potenciales: Vinciguerría", se llevó a cabo a bordo del BIC José Olaya Balandra, del 25 al 27 de octubre 1999, entre Callao y Chancay, empleando una red de arrastre de media agua con la finalidad de dar a conocer la distribución, concentración y posibilidades de explotación de la especie *Vinciguerria lucetia*, por lo cual se aplicaron algunas modificaciones en el tamaño de malla, para lograr una mejor captura del recurso objetivo.

Se utilizó el arte de pesca de arrastre pelágico modificado para la captura de vinciguerría a bordo del BIC José Olaya Balandra Crucero 9910 (detalles en el 2<sup>do</sup> informe de la prospección). Los estudios realizados anteriormente por IMARPE, muestran variaciones en la geometría de la red de arrastre, durante y entre las operaciones de pesca, por diferentes factores, que influyen en la performance del área barrida por la red, que pueden reducir o aumentar la eficiencia de captura y por ende ser un factor de sesgo para esta metodología (SALAZAR *et al.*: 1996, 1998). Por ello es necesario evaluar el comportamiento mediante monitoreos, para lo cual se emplea instrumentación acústica (sensores), colocados en las diferentes partes de la red, haciendo posible operar el

<sup>1</sup> Dirección de Tecnología de Extracción. DGIP-IMARPE.

equipo de pesca y estandarizar o determinar efectivamente el espacio arrastrado.

El comportamiento de los parámetros de la red, fue analizado a través de correlaciones y los factores externos en la operación de pesca, los cuales fueron empleados en modelos de regresión lineal múltiple, evaluando la significación, relación, adecuación y contribución de las variables, a través de pruebas estadísticas con sus respectivos niveles de significancia, que servirán para interpretar los resultados obtenidos del procesamiento de datos de un modelo que explique, interpole y permita realizar estimaciones sobre el comportamiento de la red.

Este es uno de los primeros intentos del Instituto del Mar del Perú, para tratar de estudiar las posibilidades de extracción de la vinciguerría, empleando un arte de arrastre a media agua. Estudios previos realizados en el IMARPE han determinado las características biológico pesqueras del recurso; en el año 1997-98 se realizaron pescas experimentales con redes de cerco anchovetero (tm 13 mm ó 1/2") los cuales dieron las primeras pautas de cómo sería el rendimiento extractivo de la especie objetivo frente al arte de pesca (com. pers. CÉSAR MATOS).

La vinciguerría puede alcanzar tamaños de hasta 7,5 cm, por ello no puede ser capturada en volúmenes considerables empleando una red con paño anchovetero. El tipo de extracción exige cambios tecnológicos y una

nueva estrategia de pesca, lo cual incluye cambios considerables en el sistema de cerco, cambios de paños y dimensiones en las redes y consecuentemente cambios en el sistema de halado, que se tendría que transformar si es técnicamente viable, lo que está en tela de juicio porque se presentarían difíciles problemas de resistencia y tracción enormes.

Debido a que la vinciguerría es una especie mesopelágica, se presenta como alternativa de captura, emplear la red de arrastre a media agua, con paños de menor tamaño, que permitirá también la captura de especies como el krill y otros recursos pelágicos pequeños; esta alternativa de extracción se encuentra en fase experimental.

## MATERIAL Y METODOS

### Área de estudio

El Crucero BIC José Olaya Balandra 9910, se desarrolló del 25 al 27 de octubre 1999; en el área comprendida entre Callao y Chancay; se realizaron trabajos de monitoreo acústico y operaciones de pesca hasta las 150 mn de la costa (Fig.1), a bordo del BIC José Olaya Balandra, utilizando la red de arrastre de media agua modificada 124/1800, para captura de la especie *Vinciguerría lucetia*.

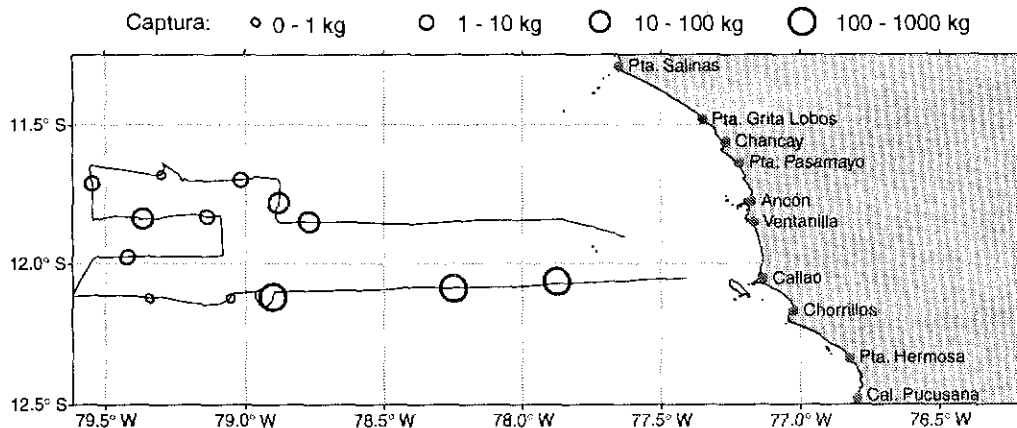


FIGURA 1. Trayecto, operaciones de pesca y captura. Crucero BIC José Olaya Balandra.

### Mediciones de los parámetros de la geometría de la red

Para la estimación de la geometría de la red se utilizó información representativa de los arrastres; por tal motivo en las operaciones de pesca se empleó instrumentación acústica como: ecosonda científica Simrad EK-500 que sirve para analizar los ecotrazos en la discriminación por especies, y el sistema SCANMAR RX 400 compuesto por 4 sensores acústicos, los cuales fueron ubicados: dos en la

parte central de la relinga superior reportando información sobre la abertura vertical y profundidad de la red, los otros en la punta de las alas, proporcionando información sobre la abertura horizontal, con la finalidad de evaluar su dinámica y conducta en todos los lances de comprobación desarrollados en la prospección.

Para la obtención de los datos mostrados por el SCANMAR, se utilizó un programa de computadora CGMLog, (Color Grafic Monitor Logger), que



proporcionó datos cada 30 segundos, referente a: fecha, hora, latitud, longitud, profundidad de operación, abertura horizontal, abertura vertical, velocidad de arrastre y la relación de subida y bajada en m/min.

### De los datos de variación vertical y relación del CPUE con valores ecointegrados.

Se analizaron los ecogramas (Fig. 2), de tal forma que se realizó una discriminación para la especie objetivo, luego se organizó la información de acuerdo al horario (nocturno

y diurno) y la profundidad del recurso para relacionarlo con los valores ecointegrados.

Para realizar el análisis de la relación de los valores ecointegrados y CPUE, se monitoreó los límites en el horizonte de pesca de la red y se colocó en forma similar los niveles de ecointegración (ecointegración a nivel de la abertura vertical y profundidad de la red), cuantificando solamente los valores dentro de este nivel (el cual denominaremos Fh: horizonte de pesca) y comparándolo luego con los resultados del comportamiento de la especie objetivo y el índice CPUE.

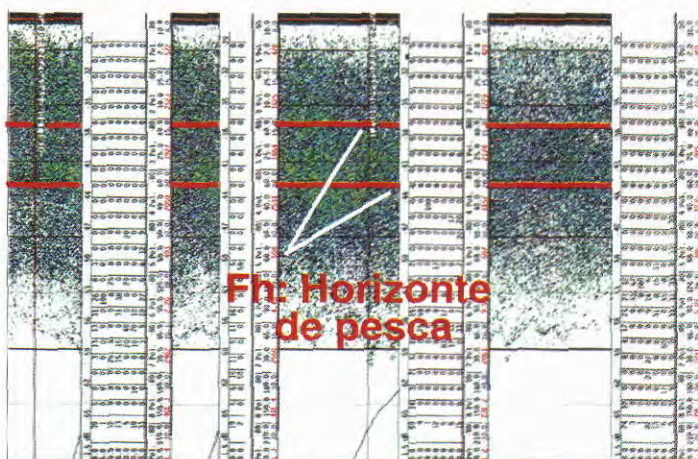


FIGURA 2. Ecograma con niveles de integración y horizontes de pesca. Trazo de vinciguerría.

### Metodología para la estimación de los modelos de regresión lineal

Para la estimación de las regresiones simples y múltiples se empleó la siguiente metodología:

- Plantear modelos que determinen el comportamiento de los parámetros de la red.
- Estimar los coeficientes de las variables incluidas en el modelo.
- Determinar las medidas de asociación y adecuación del modelo.

$r$  : Coeficiente de correlación.  
 $R^2$  : Coeficiente de determinación.

- Determinar la trascendencia o significancia del modelo.

$F$  : Prueba F – Global.

- Determinar la contribución individual de las variables al modelo.

$t$  : Prueba t – Student.

- Seleccionar las variables relevantes que contribuyan al modelo.

Regresión stepwise.

F–remove.

### Planteamiento de modelos de regresión lineales simples y múltiples.

Para determinar la geometría de la red se establecieron modelos estadísticos estimados por regresión lineal, con la finalidad de explicar el comportamiento de la red en las operaciones de pesca.



*Regresiones simples.*

N1 : Regresión entre abertura horizontal y abertura vertical.	$h = \beta_0 + b_1 v$	$+ e$
N2 : Regresión entre abertura horizontal y velocidad de arrastre.	$h = \beta_0$	$+ \beta_3 V + e$
N3 : Regresión entre abertura vertical y velocidad de arrastre.	$v = \beta_0$	$+ \beta_3 V + e$
N4 : Regresión entre abertura horizontal y horizonte de pesca.	$h = \beta_0$	$+ \beta_4 \text{LnFh} + e$
N5 : Regresión entre abertura vertical y horizonte de pesca.	$v = \beta_0$	$+ \beta_4 \text{LnFh} + e$
N6 : Regresión entre longitud de cable y horizonte de pesca.	$LC = \beta_0$	$+ \beta_4 \text{LnFh} + e$

*Regresiones múltiples.*

N7 : Regresión entre ab. horizontal y velocidad, horizonte de pesca.	$h = \beta_0$	$+ \beta_3 V + \beta_4 \text{LnFh} + e$
N8 : Regresión entre ab. vertical y velocidad, horizonte de pesca.	$v = \beta_0$	$+ \beta_3 V + \beta_4 \text{LnFh} + e$
N9 : Regresión entre ab. horizontal vs ab. vertical, velocidad y horizonte de pesca.	$h = \beta_0 + b_1 v$	$+ \beta_3 V + \beta_4 \text{LnFh} + e$
N10 : Regresión entre ab. vertical vs ab. horizontal, velocidad y horizonte de pesca.	$v = \beta_0$	$+ \beta_2 h + \beta_3 V + \beta_4 \text{LnFh} + e$

Donde:

*Variables del Modelo*

- h : Abertura horizontal de la red en metros.
- v : Abertura vertical de la red en metros.
- V : Velocidad de arrastre en nudos.
- Fh : Horizonte de pesca en metros.
- LC: Longitud de cable.

*Coefficientes del Modelo*

- $\beta_0$  : Constante o Intercepto.
- $\beta_1$  : Coeficiente asociado a la abertura vertical.
- $\beta_2$  : Coeficiente asociado a la abertura horizontal.
- $\beta_3$  : Coeficiente asociado a la velocidad de arrastre.
- $\beta_4$  : Coeficiente asociado al horizonte de pesca.
- $\beta_5$  : Coeficiente asociado a la longitud de cable.
- $\epsilon$  : Error aleatorio.

**Procesamiento de datos**

Para el procesamiento de datos se emplearon software como MS-Excel y STATGRAPHICS,; se establecieron correlaciones entre los parámetros de funcionamiento de la red: abertura vertical, abertura horizontal y longitud de cable y los factores controlables como profundidad y velocidad de arrastre, que fueron empleados en las regresiones lineales, con el objeto de determinar ecuaciones matemáticas que expresen el comportamiento de los parámetros mencionados anteriormente.

**RESULTADOS**

**Influencia de la distribución vertical de los recursos pelágicos sobre la red.**

*Valores de eointegración, profundidad del recurso en función del tiempo.*

Los mayores valores de eointegración se registraron en horario nocturno, específicamente entre las 22:00 y las

00:00 horas, determinándose el mayor valor a las 23:31 horas, a una distancia de costa de 110 mn; se aprecia en el diagrama (Fig. 3) la mayor variabilidad en la fluctuación de la presencia del recurso en horarios nocturnos; mientras que en el día los valores de eointegración tienden a ser inferiores.

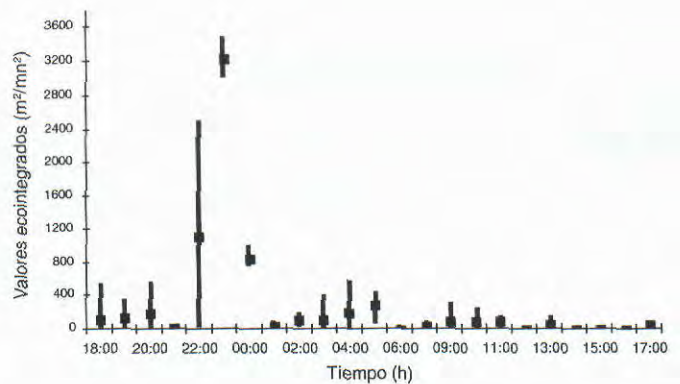


FIGURA 3. Variación de la eointegración según hora.

El recurso se encontraba durante la noche a profundidades entre 0 y 50 m y en el día tiende a concentrarse a profundidades de hasta 280 m. Su representación ecoica era similar a la de un cordón continuo, con tonalidades rojas, cuando es alta la densidad; cuando la densidad es baja y dispersa se presentan como trazos individuales por encima de la capa de plancton de tonalidades verdes celestes. Los mayores valores ecointegrados se obtuvieron en horario nocturno, llegando a registrar hasta 3.233,3  $m^2 \cdot mn^{-2}$  y en horario diurno se obtuvo, un bajo registro de ecointegración ( $5,0 m^2 \cdot mn^{-2}$ ) debido a que la especie tiende a profundizarse en función de la luz del día (Fig. 4, Tabla 1).

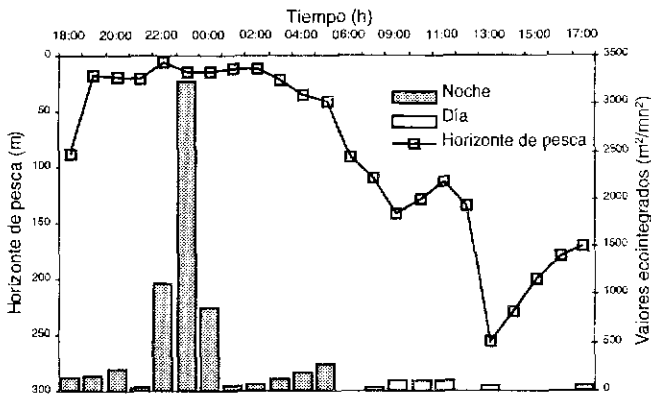


FIGURA 4. Ecointegración y horizonte de pesca en relación a la hora de captura.

### CPUE en relación a los valores ecointegrados de vinciguerría

Los mayores índices CPUE se presentaron en horario nocturno, siendo el mayor CPUE de  $21,43 kg \cdot h^{-1}$ , que coincide con el mayor valor ecointegrado de  $1224 m^2 \cdot mn^{-2}$ , registrado en la operación de pesca N° 8, realizada a 110 mn de la costa, con tiempo de arrastre efectivo de 1:10 h (Tabla 1). En general, existe una relación directa entre el índice CPUE y los valores de ecointegración (Fig. 5)

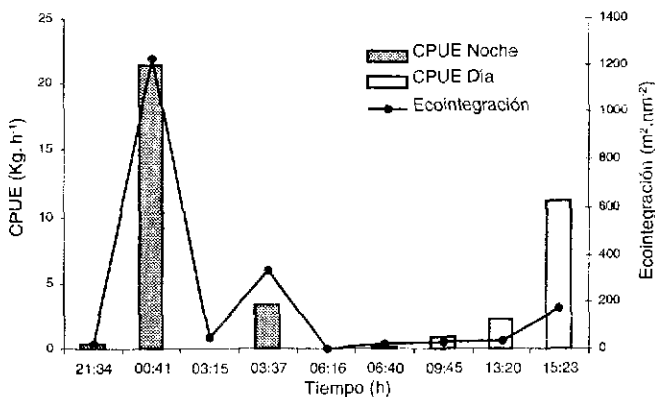


FIGURA 5. Relación del CPUE y valores ecointegrados según hora de cala.

### Estrategia de pesca

Las variantes antes descritas determinan aplicar estrategias de pesca, que deberán ser empleadas con la red de arrastre de media agua. Los horizontes de pesca son muy variables, lo que ocasiona una gran dinámica en el proceso de pesca (Fig. 6). La ecosonda registra los ecotrazos de la especie, que fluctúa constantemente a partir de las 05:30 h, cuando se profundiza debido al horario y las condiciones oceanográficas imperantes que enmarcan la constitución en densidad y localización geográfica. Se realizó una pesca dirigida utilizando sensores de red (net sonda) para evaluar el ingreso de la especie en la boca de la red, para luego largar o cobrar el cable de arrastre principal, teniendo un mínimo de 100 m a 18,45 m de profundidad y un máximo de 1170 m a una profundidad de 286 m, con velocidades que fluctuaron entre 3,05 y 3,60 nudos y con tiempos efectivos de arrastre de 00:28 a 01:20 h.

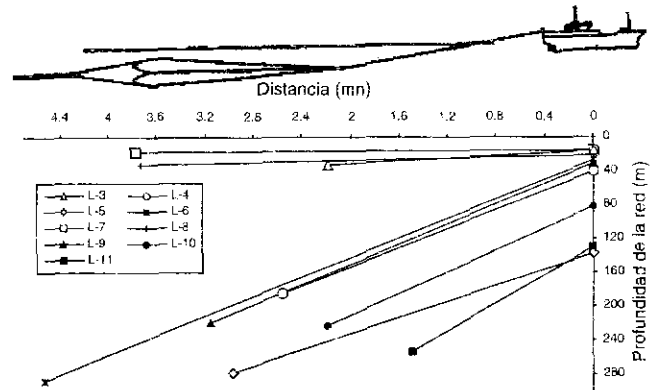


FIGURA 6. Profundidad de la red de acuerdo al comportamiento del cardumen en las operaciones de pesca.

### Geometría y comportamiento de la red de arrastre pelágica tipo 124/1800 modificada

La red de arrastre pelágica de diseño japonés tipo 124/1800, presentó una buena performance durante las 13 operaciones de pesca; los parámetros de eficiencia técnica de la red presentaron los siguientes rangos:

TABLA 1. Rangos de los parámetros de eficiencia técnica de la red.

Parámetros	Mínimo	Máximo
Longitud de cable de arrastre principal (m)	100,00	1170,00
Profundidad de la relinga superior (m)	15,20	286,00
Abertura vertical (m)	5,60	16,69
Abertura horizontal (m)	10,75	13,70
Velocidad de arrastre (nudos)	3,05	3,60
Tiempo efectivo de arrastre (h)	0,28	1,20
Area de la red ( $m^2$ )	60,20	228,65
Volumen de agua filtrada de la red ( $m^3 \cdot seg^{-1}$ )	111,49	367,53

TABLA 2. Valores de captura por especies y total, CPUE y Valores de Ecointegración

Cala	Posición	DC (m n)	Tiempo (h)		Datos de la red pelágica tipo I2411800										Caballa		Otros		Total		CPUE Total	Vincig.				
			Inicial	Final	Ab. H	Ab. V	Vel.	RSup	Leab	Area	Vol. Filt.	Captura	Ecointeg.	Captura	Ecointeg.	Captura	Ecointeg.	Captura	Ecointeg.	Captura			Ecointeg.			
1	12° 03.70	77° 52.50	43	18:00	18:44	0.44	12.15	16.05	3.20	23.53	122.67	195.01	321.03	0.00	0.00	1495.23	4691.60	0.00	0.00	0.00	0.00	4.77	18.8	1500.00	2045.45	0.00
2	12° 05.13	78° 14.92	69	21:41	22:33	0.52	10.75	6.80	3.60	17.72	124.33	73.10	135.38	0.00	0.00	2000.00	7333.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2000.00	2307.69	0.00
3	12° 07.00	78° 54.00	105	02:34	03:15	0.41	11.65	15.55	3.20	15.20	104.00	181.16	298.23	0.02	47.75	134.75	290.00	9.03	120.00	6.20	87.50	0.00	0.00	156.86	229.55	0.03
4	12° 07.30	79° 03.20	114	05:30	06:16	0.46	13.25	15.65	3.35	170.00	700.00	207.36	356.83	Presen.	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
5	12° 07.27	79° 20.58	115	08:52	09:45	0.53	12.29	16.00	3.36	266.00	955.00	196.64	359.90	0.78	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.83	0.94	0.88
6	11° 58.50	79° 25.20	133	14:03	15:23	1.20	13.25	15.40	3.40	286.00	1170.00	204.05	356.91	15.00	176.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	11.25	11.25
7	11° 49.79	79° 08.11	117	20:25	21:34	1.09	12.35	16.00	3.28	16.00	101.00	197.60	332.92	0.41	24.30	2.08	36.00	0.00	48.00	0.34	21.00	0.04	0.00	3.86	3.36	0.36
8	11° 50.18	79° 21.90	110	23:31	00:41	1.10	12.50	14.37	3.20	25.20	175.67	179.63	295.70	25.00	1224.00	0.00	0.00	1.04	50.40	0.00	0.00	3.00	0.00	26.04	22.32	21.43
9	11° 42.52	79° 32.83	116	02:44	03:37	0.53	11.50	12.78	3.58	1.83	151.00	146.97	270.68	3.00	334.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.02	0.00	3.00	3.40	3.40
10	11° 40.63	79° 17.94	125	05:58	06:40	0.42	13.70	16.69	3.12	222.00	900.00	2	28.65	367.53	0.09	18.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.13	0.19	0.13
11	11° 41.69	79° 00.98	115	12:52	13:20	0.28	13.00	16.61	3.20	163.00	601.50	215.93	355.47	1.05	33.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	1.20	2.57	2.25
12	11° 46.52	78° 52.68	103	10:00	10:47	0.47	12.75	15.70	3.10	19.85	138.25	200.18	319.23	0.00	0.00	74.00	280.00	22.26	87.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.26	122.88	0.00
13	11° 50.91	78° 46.08	110	15:09	16:00	0.51	12.50	15.65	3.05	18.45	100.00	195.63	307.35	0.00	0.00	15.00	957.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	17.65	0.00
PROMEDIOS				0.52	12.42	14.87	3.28	98.06	411.03	186.30	312.09	3.78	145.36	145.36	1045.22	2.49	23.49	0.50	8.35	0.93	1.45	293.71	366.71	3.06		
TOTAL								45.35	1889.68	1889.68	13587.90	32.33	305.40	6.54	108.50	12.04	18.80	3818.18								

Ab. H : Abertura horizontal  
 Ab. V : Abertura vertical  
 Vc.: Velocidad  
 Rsup: Profundidad de la red superior  
 Leab: Longitud de cable  
 Vol. Filt.: Volumen de agua filtrada de la red  
 Ecoint.: Ecointegración

Relación entre abertura horizontal vs abertura vertical

$$N1: h = 9,01 + 0,23*v$$

TABLA 3. Parámetros, medidas de relación, adecuación, significancia global e individual.

N	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	r	R <sup>2</sup>	F-Ratio	p	Variables	t-value	P
1	9,008	0,230				0,751	0,563	14,195	0,003	v	3,768	0,003

Se determinó una correlación significativa ( $r = 0,75$ ) y buen ajuste del modelo ( $R^2=0,56$ ); calculándose una razón de 0.23. La conexión directa entre estos dos parámetros se explica por el hecho que la expansión a nivel de las puertas de arrastre originan un aumento en la extensión horizontal y vertical de la red (Fig. 7). La abertura horizontal y vertical están relacionadas en forma directa; es decir un incremento en la abertura vertical provocara el aumento de la abertura horizontal y viceversa (Fig. 7; Tabla 3).

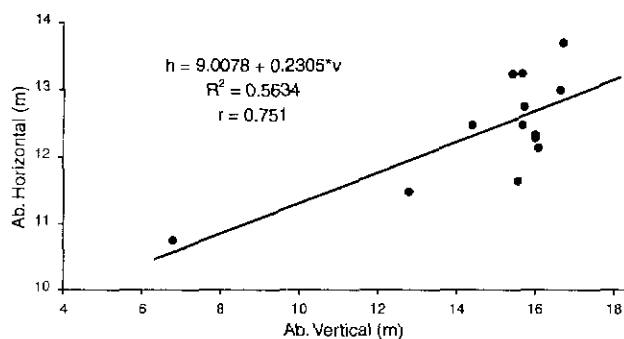


FIGURA 7. Relación entre abertura vertical y horizontal.

Relación entre velocidad de arrastre y aberturas horizontal y vertical.

$$N2: h = 20,972 - 2,6033*V$$

$$N3: v = 54,531 - 12,122*V$$

TABLA 4. Parámetros, medidas de relación, adecuación, significancia global e individual.

N	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	r	R <sup>2</sup>	F-Ratio	p	Variables	t-value	p
2	20,972			-5,060		0,552	0,305	4,826	0,050	V	-2,197	0,050
3	51,031			-11,026		0,718	0,516	11,715	0,006	V	-3,423	0,006

Para N2, se registró una buena correlación y una pobre adecuación del modelo ( $r=0,55$  y  $R^2=0,304$ ), esto indica que la velocidad de arrastre explica sólo en parte el comportamiento de la ab. horizontal, determinándose que un 69,6% no puede ser explicado por el ajuste, atribuyéndose esto a otras variables no ha sido consideradas en el modelo. Para la relación ab. vertical – Velocidad se obtuvo una relación inversa significativa ( $r = 0,718$ ). La abertura horizontal y vertical están relacionadas en forma inversa con la velocidad de arrastre (Fig. 8; Tabla 4).

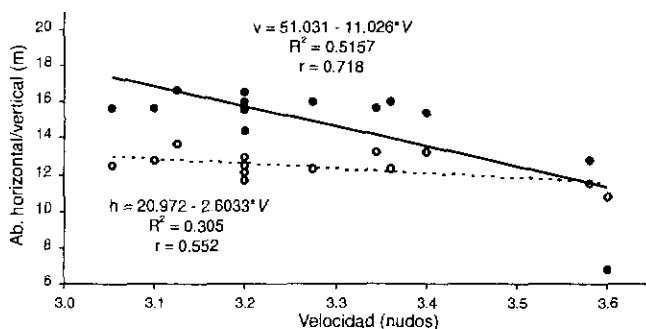


FIGURA 8. Relación entre velocidad vs ab. vertical y horizontal.



Relación entre horizonte de pesca vs aberturas vertical y horizontal.

$$N4: h = 10,73 + 0,4344 * \ln(Fh)$$

$$N5: v = 11,49 + 0,8369 * \ln(Fh)$$

TABLA 5. Parámetros, medidas de relación, adecuación, significancia global e individual.

N	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	R	R <sup>2</sup>	F-Ratio	p	Variables	t-value	p
4	10,730				0,434	0,657	0,432	8,357	0,015	Ln(Fh)	2,891	0,015
5	11,860				0,766	0,356	0,127	1,595	0,233	Ln(Fh)	1,263	0,233

Se determinó que la profundidad es una variable que produce cambios en la abertura horizontal, y esta relación se expresa mejor con una ecuación logarítmica, notándose una buena correlación directa ( $r = 0,657$ ); mientras que la relación con la Ab. vertical fue baja ( $r = 0,356$ ). La abertura horizontal y esta relacionadas en forma directa con el horizonte de pesca; es decir una variación en el horizonte de pesca provocara un cambio en el mismo sentido en dicha abertura y esta relación es del tipo logarítmico (Fig. 9; Tabla 5).

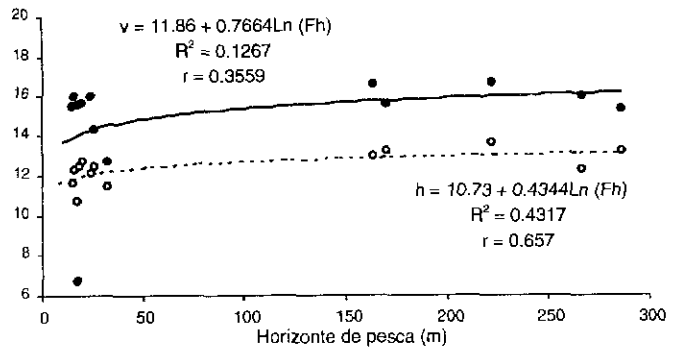


FIGURA 9. Relación entre horizonte de pesca vs abertura horizontal y vertical.

Relación entre horizonte de pesca y longitud de cable.

$$N6: L = 48,01 + 3,7021 * Fh$$

TABLA 6. Parámetros, medidas de relación, adecuación, significancia global e individual.

N	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	r	R <sup>2</sup>	F-Ratio	p	Variables	t-value	P
6	48,008				3,702	0,995	0,991	1265,05	0,000	Fh	35,568	0,000

Se determinó una alta correlación directa entre la profundidad de arrastre y la longitud de cable ( $r = 0,995$ ), además la profundidad de arrastre explica en un 99,1% los cambios que se producen en la longitud de cable; y además esta relación es aproximadamente de 4:1 (razón = 3,7121); esto quiere decir que para la red pueda sumergirse 1 m más, se debe soltar 3,71 m de longitud de cable (Fig. 10). La longitud de cable y el horizonte de pesca se encuentran altamente correlacionadas, para llegar a una mayor profundidad será necesario largar más cable y esta relación es aproximadamente de 4 a 1. (Fig. 10; Tabla 6).

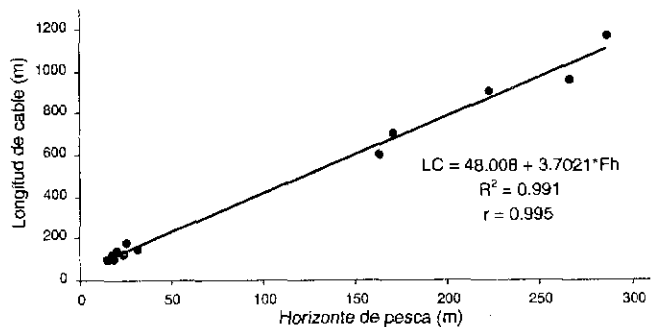


FIGURA 10. Relación entre horizonte de pesca y longitud de cable.

*Relación entre abertura horizontal vs velocidad, horizonte de pesca.*

$$N7: h = 20,163 - 0,922*V + 0,473*LnFh$$

TABLA 7. Parámetros, medidas de relación, adecuación, significancia global e individual.

N	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	r	R <sup>2</sup>	F-ratio	p	Variables	t-value	p	Stepwise: Forward				
													Dentro	F-remove	Dentro	F-enter	
7	20,163			-2,922	0,473	0,901	0,813	21,669	0,000	V	-4,507	0,001	V	20,310			
										Ln (Fh)	5,203	0,000	Ln (Fh)	27,073			

N7: Se formula considerando parámetros externos que bajo ciertas condiciones se pueden controlar, se obtuvo una alta correlación y una adecuación significativa del ajuste ( $r=0,901$  y  $R^2=0,812$ ), siendo un modelo trascendente ( $F=21,669$ ;  $p=0,000$ ); la contribución individual de ambos factores es significativa ( $t=-4,507$  y

$5,203$ ;  $p=0,001$  y  $0,000$  para la velocidad y logaritmo del horizonte de pesca respectivamente), al realizar la selección de variables, se determinó que ambas deben considerarse en el ajuste, pues resultaron ser significativas ( $F\text{-remove}=20,31$  velocidad y  $27,07$  logaritmo del horizonte de pesca).

*Relación entre abertura vertical vs velocidad, horizonte de pesca.*

$$N8: v = 49,455 - 11,647*V + 0,921*LnFh$$

TABLA 8. Parámetros, medidas de relación, adecuación, significancia global e individual.

N	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	r	R <sup>2</sup>	F-ratio	p	Variables	t-value	p	Stepwise: Forward				
													Dentro	F-remove	Dentro	F-enter	
8		49,455		-11,647	0,921	0,835	0,697	11,499	0,003	V	-4,338	0,002	V	18,818			
										Ln (Fh)	2,445	0,035	Ln (Fh)	5,980			

Para N8: regresión entre abertura vertical vs velocidad y horizonte de pesca; este modelo al igual que el anterior tiene como finalidad el ajuste de la abertura vertical en función a factores controlables en la operación de pesca, se determinó una correlación significativa y una buena adecuación del modelo ( $r=0,835$  y  $R^2=0,697$ ), siendo éste trascendente ( $F=11,499$ ,  $p=0,003$ ), es importante resaltar que en este caso

también ambos parámetros son importantes dentro del modelo ( $t=-4,338$ ,  $p=0,002$  y  $t=2,445$ ,  $p=0,0345$  para la velocidad y logaritmo del horizonte de pesca respectivamente), esto se confirmó al realizar la selección de variables, determinándose que ambas deben considerarse en el ajuste ( $F\text{-remove}=18,817$  velocidad y  $F\text{-remove}=5,979$  logaritmo del horizonte de pesca).

*Regresión entre abertura horizontal vs abertura vertical, velocidad y horizonte de pesca.*

$$N9: h = 17,619 + 0,051*v - 2,323*V + 0,426*LnFh$$

TABLA 9. Parámetros, medidas de relación, adecuación, significancia global e individual.

N	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	r	R <sup>2</sup>	F-ratio	p	Variables	t-value	p	Stepwise: Forward			
													Dentro	F-remove	Dentro	F-enter
9	17,619	0,051		-2,323	0,426	0,906	0,821	13,761	0,001	V	0,654	0,530				
										v	-2,049	0,071	V	20,310		
										Ln (Fh)	3,597	0,006	Ln (Fh)	27,073		

El modelo N9: regresión entre abertura horizontal vs abertura vertical, velocidad de arrastre y horizonte de pesca, este modelo resulto de similar adecuación que N6 ( $R^2=0,821$ ), explicando el 82,1% de las variaciones de la abertura horizontal; el modelo resulta trascendente ( $F=13,76$  y  $p=0,001$ ), la correlación entre la abertura horizontal y las variables explicatorias también es similar al modelo anterior ( $r=0,906$ ), las variables de mayor contribución al modelo fueron, la profundidad ( $t=3,596$ ,

$p=0,0058$ ) y la velocidad de arrastre ( $t=-2,049$ ,  $p=0,0706$ ); las medidas de asociación y adecuación indican que al incluir la abertura vertical en el modelo no mejora la adecuación del modelo (en N6:  $R^2=0,812$  y N7:  $R^2=0,821$ ), entonces al realizar la selección de variables, para obtener el mejor subconjunto de variables explicatorias, se determinó que la abertura vertical debe excluirse del modelo ( $F\text{-enter}=0,427$ ,  $p=0,2129$ ).

*Regresión entre abertura vertical vs abertura horizontal, velocidad y horizonte de pesca.*

$$N10: v = 31,679 + 0,882*h - 9,071*V + 0,504*LnFh$$

TABLA 10. Parámetros, medidas de relación, adecuación, significancia global e individual.

N	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$	$\beta_4$	r	$R^2$	F-ratio	p	Variables	t-value	p	Stepwise: Forward					
													Dentro	F-remove	Dentro	F-enter		
10	31,679		0,882	-9,071	0,504	0,843	0,711	7,369	0,009	h	0,654	0,530	h	5,933				
										V	-1,884	0,092	V	4,365				
										Ln (Fh)	0,674	0,517				Ln (Fh)	0,455	

El modelo N10: regresión entre abertura vertical vs abertura horizontal, velocidad de arrastre y horizonte de pesca, este modelo considera todas las variables cuantificadas, sin embargo no existe gran diferencia con el modelo N8, logrando una adecuación de  $R^2=0,7106$ , es decir que la abertura horizontal, velocidad de arrastre y horizonte de pesca explican en un 71,06% las variaciones de la abertura vertical; el modelo resulta trascendente ( $F=7,369$  y  $p=0,009$ ), la correlación entre la abertura horizontal y las variables explicatorias también es similar al modelo anterior ( $r=0,843$ ), sin embargo al considerar un nivel de significancia del 5%, tenemos que no existe una contribución individual significativa; entonces las medidas de asociación y adecuación indican que al incluir la abertura horizontal en el modelo no mejora la adecuación del modelo (en N8:  $R^2=0,697$  y N10:  $R^2=0,7106$ ), contrario a lo que se esperaba, al realizar la selección de variables, se establece que el horizonte de pesca debe excluirse del modelo ( $F\text{-enter}=0,04549$ ,  $p=0,2193$ ).

## DISCUSION

La investigación que se presenta en este documento sobre la distribución vertical de la vinciguerría (*Vinciguerría lucetia*), y estrategias de pesca con redes de arrastre pelágicas, constituye el primer intento del IMARPE, para proporcionar información básica a los diferentes entes

pesqueros. En la actualidad se hace necesario ampliar y diversificar sistemas de pesca y dirigirlos a la captura de especies potenciales y de oportunidad.

El recurso objetivo tiene una presencia recurrente y coincidente con las intromisiones de masas de agua cálidas ASS, en verano o en épocas de El Niño donde esta agua se acerca a nuestras costas, justamente cuando otras especies comerciales varían su concentración y distribución, presentándose poco vulnerables frente a las redes. Entonces la vinciguerría, por estas características podría mostrarse como un recurso potencial de oportunidad y una alternativa para desarrollar una nueva pesquería.

Se ha podido determinar que los horizontes de pesca y las concentraciones más altas de este recurso fueron en horario nocturno, cuyas representaciones ecoicas fueron accesibles y vulnerables a redes de arrastre pelágicas, pero se presentaron mezcladas con otros recursos pelágicos. Durante el día, la vinciguerría se ubicó a profundidades mayores a 200 metros y sus capturas fueron sin mezclas. Por lo tanto, es posible realizar operaciones de pesca tanto en el día como en la noche dependiendo de las características de la concentración. El desarrollo de esta pesquería implica que las embarcaciones de arrastre de media agua, deben contar con un mediano grado de tecnología. Winches y cable de arrastre con suficiente poder y longitud para poder cubrir los horizontes de pesca tan variables. Además, este sistema de pesca por ser dirigido, necesita de sensores que van colocados en las diferentes



partes de la red (Net sonda) para determinar la profundidad y geometría de la red y obtener capturas óptimas. Otro punto a considerarse es el tamaño de malla a utilizarse (SALAZAR, ALARCÓN y VELAZCO 2000).

La interpretación matemática de la geometría y comportamiento de la red pelágica, es un punto importante en este tipo de pesquería, un adecuado comportamiento de la red involucra que se deba cumplir las relaciones funcionales implícitas entre las variables consideradas en el estudio.

Se analizaron los resultados obtenidos en los modelos planteados (Tabla 3, 4, 5 y 6), que confirmaron las relaciones funcionales existentes.

Se determina que los modelos N7 y N8 son válidos y adaptables para realizar interpolaciones, estimaciones y predicciones de la abertura horizontal y vertical de la red de arrastre pelágica 124/1800 modificada, empleada como muestreadora en los estudios de evaluación de la vinciguerría, por las siguientes razones:

- a) Las pruebas de asociación, determinación y significancia del modelo y de las variables individuales, establecen que este modelo es el adecuado.
- b) Los valores estimados siguen la tendencia de los valores observados, lo cual nos indica que la ecuación desarrollada describe correctamente el comportamiento de la abertura horizontal, además los valores estimados se encuentran dentro de los límites de confianza.
- c) Los factores que intervienen en esta ecuación son factores externos que bajo ciertas condiciones podemos controlar, pues podemos provocar variaciones sobre estos factores y cuantificar la respuesta sobre la abertura horizontal.

## CONCLUSIONES

1. El recurso se encuentra durante la noche a profundidades entre 0 y 50 m, en el día tiende a profundizarse hasta los 280 m.

2. El mayor valor eointegrado para la especie objetivo fue de  $1224 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$ , registrado en horario nocturno y a 110 mn de la costa.

3. Los mayores índices CPUE se presentaron en horario nocturno, siendo el mayor CPUE de  $21,43 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ , el cual coincide con el mayor valor eointegrado de  $1224 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$ .

4. Se determinó aplicar estrategias de pesca, empleando la red de arrastre de media agua; los horizontes de pesca son muy variables, lo que ocasiona una gran dinámica en el proceso de pesca.

5. La captura total en el área de prospección de 3818,17 kg correspondiendo al vinciguerría 45,36 kg representa el 2.4% de la captura total.

6. La vinciguerría se presentaba mezclada con la anchoveta, sardina y caballa hasta 110 mn, a distancias entre 115 a 133 mn se presentó sola.

7. Los parámetros de eficiencia técnica de la red de arrastre pelágica 124/180 trabajó a profundidades entre 15 a 286 m; la longitud de cable de arrastre principal entre los 100 a 1170 m; la abertura vertical varió entre 5,60 a 16,69 m, la abertura horizontal fluctuó de 10,75 a 13,70 m; la velocidad de arrastre estuvo comprendida entre los 3,05 hasta 3,60 nudos; el tiempo efectivo de arrastre entre 0:28 a 1:20 h; el área de la boca de la red entre 60,20 a 228,65  $\text{m}^2$  y el volumen de agua filtrada de 111,49 a 367,53  $\text{m}^3 \text{ seg}^{-1}$ .

8. Las relaciones entre los parámetros de la red y algunos de los factores externos que intervienen en las operaciones de pesca, presentaron una buena performance en las 13 operaciones de pesca.

9. Se determinó que la abertura horizontal es más sensible a los cambios producidos por los factores externos considerados (velocidad de arrastre y profundidad de la relinga superior)

10. Se confirmaron las relaciones funcionales entre los parámetros de la red y los factores considerados.

11. Se determinó que los modelos N7 y N8 son válidos y adaptables para realizar interpolaciones, estimaciones y predicciones de la abertura horizontal y vertical de la red de arrastre pelágica 124/1800 modificada.

## Referencias

- SALAZAR, C. y F. GANOZA. 1997. Comportamiento de la red de arrastre Granton 400/127 en la evaluación de los recursos demersales. Invierno 1996. Inf. Inst. Mar Perú 124: 23-27.
- SALAZAR, C., A. ALIAGA y R. VARGAS. 1998. Comportamiento de la red de arrastre de fondo tipo 450/120 empleada en el estudio de recursos demersales a inicios del invierno 1998. BIC José Olaya Balandra 9806-07 de Puerto Pizarro a Huarmey. Inf. Inst. Mar Perú 138: 122-127.
- SALAZAR, C. 1999. Comportamiento de la red de arrastre de fondo tipo 450/120 empleada en el estudio de evaluación de la merluza en enero de 1999. BIC José Olaya Balandra 9901. Inf. Inst. Mar Perú 153: 56-67.