



“Desarrollo metodológico para la evaluación de crustáceos capturados con trampas”

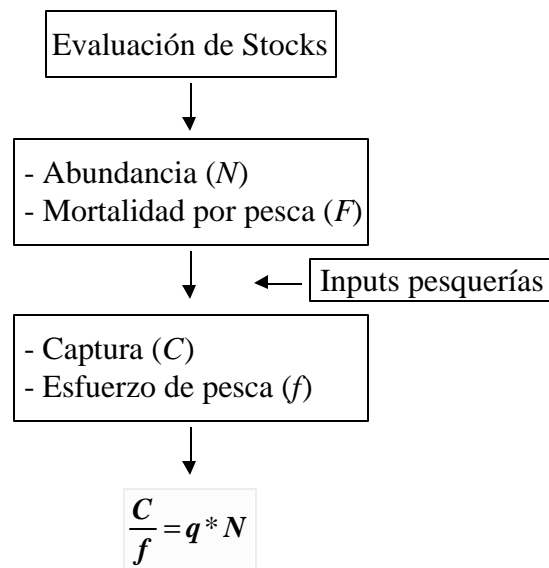
por

Gustavo Aedo Urrutia

Candidato a Magister en Ciencias

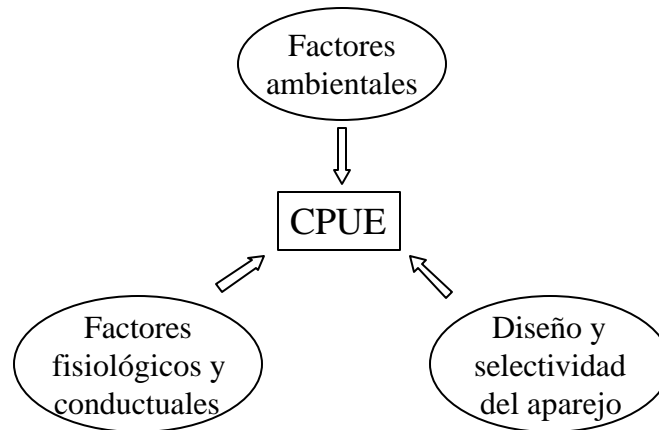
Mención Pesquerías

Introducción



¿Qué sucede en el caso de trampas?

El proceso de captura se basa en la atracción de la especie objetivo mediante la utilización de carnada, cuyo hedor difunde y cubre una determinada superficie del fondo denominada área de atracción.



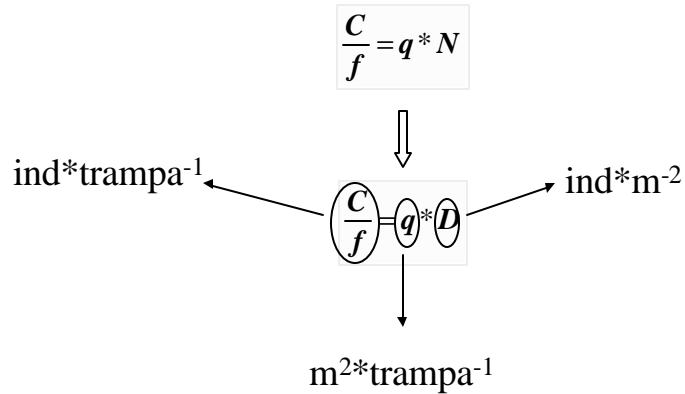
Estudios sobre trampas

1. Evaluar el efecto de factores ambientales, fisiológicos, conductuales, diseño, selectividad y estrategia de pesca, sobre la CPUE (Miller, 1978; Robertson, 1989; Addison & Lovewell, 1991; Miller & Addison, 1995).
2. Determinar el área de atracción y el área efectiva de pesca de trampas (Miller, 1975; Miller & Hunte, 1987; Himmelman, 1988; McQuinn *et al.*, 1988; Miller, 1989; Arena *et al.*, 1994, Evans & Evans, 1996; Aedo & Arancibia, 2003).



$CPUE \approx Abundancia$

Relación entre área efectiva de pesca (A_{ef}) y capturabilidad (q)



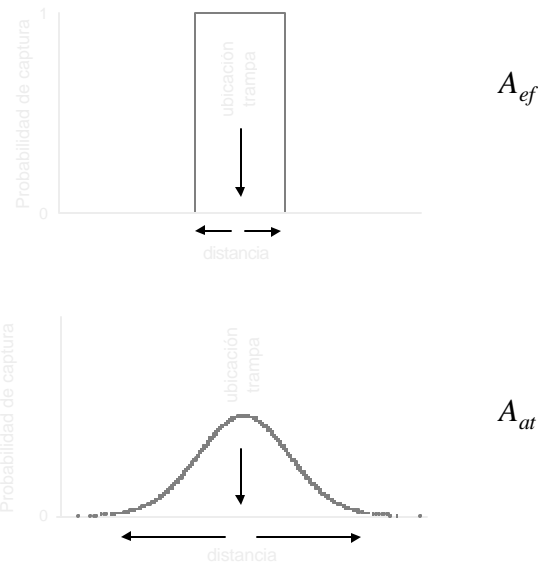
q = Área efectiva de pesca (A_{ef}) = área teórica al interior de la cual los individuos tienen probabilidad 1 de ser capturados.

La estimación de A_{ef} ha sido abordada mediante:

1. Estimación independiente de la CPUE y la densidad poblacional obtenida esta última mediante fotografía submarina o censo por buceo (Miller, 1975; Miller & Hunte, 1987; Miller, 1989).
2. Cálculo del tamaño poblacional mediante experimentos de captura-marcaje-recaptura (Evans & Evans, 1996).
3. Determinación de la isolínea correspondiente al 100% de recaptura de individuos marcados y liberados a distancias distintas de una trampa y en diferentes ejes de orientación (Himmelman, 1988; McQuinn *et al.*, 1988).

4. Estimación del área de atracción (A_{at}) a partir de experimentos de campo con líneas de pesca de diferente espaciamiento entre trampas (Eggers *et al.*, 1982; Arena *et al.*, 1994), bajo el supuesto que A_{at} es circular y de radio fijo.

A_{at} = área de influencia química de una trampa dentro de la cual los animales pueden detectar la carnada y alcanzar la trampa en un período de tiempo específico.



Presente investigación:

Hipótesis de trabajo

H₀: En caso de ser posible determinar el área efectiva de pesca (A_{ef}) de trampas Fathoms Plus en la captura de *C. porteri* mediante la metodología de separación entre trampas con experimentos de campo, entonces A_{ef} permite convertir la captura de *C. porteri* (ind/trampa) a densidad poblacional.

Objetivo General

Desarrollar las bases de un procedimiento metodológico para estimar la abundancia y biomasa de la fracción poblacional explotada del recurso crustáceos vulnerable a trampas provistas de carnada.

Objetivos Específicos

1. Determinar el área de atracción y el área efectiva de pesca de trampas Fathoms Plus en la captura de *C. porteri*.
2. Estimar la abundancia y biomasa de la fracción poblacional explotada de *C. porteri* vulnerable a trampas Fathoms Plus y determinar su estructura espacial a pequeña escala.
3. Analizar la influencia de las variables tiempo de reposo, hora de calado y fase lunar sobre la captura por unidad de esfuerzo de *C. porteri*.

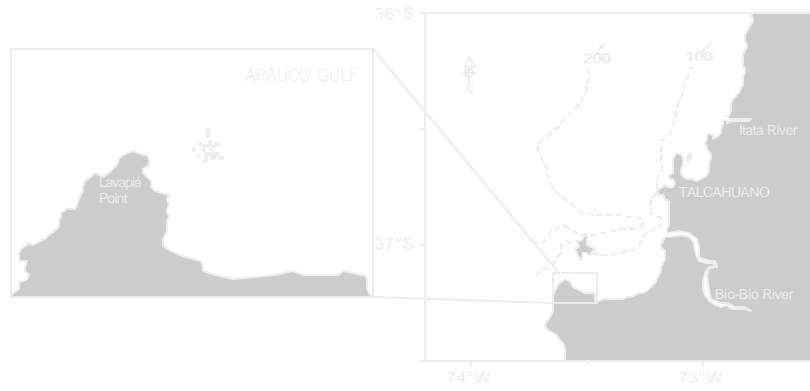


← *Cancer porteri*

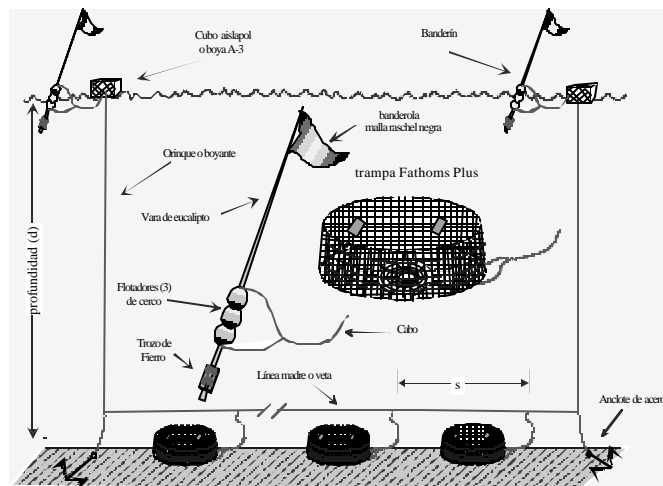
Trampa Fathoms Plus →



Area de estudio

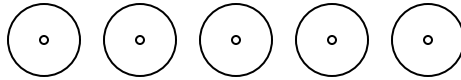
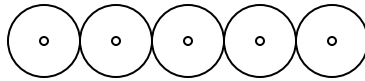
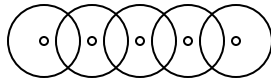
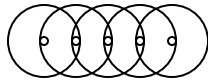


Aparejo de pesca



Estimación del área de atracción y del área efectiva de pesca para la jaiba limón (*Cancer porteri*) utilizando trampas

Supuesto



Procedimiento experimental

Distancia entre trampas (m)	Líneas de pesca	Trampas por línea
15,0	4	10
22,5	4	10
30,0	4	10
37,5	4	10
75,0	2	6
105,0	3	6
135,0	3	5
165,0	3	5
195,0	3	4
225,0	3	4

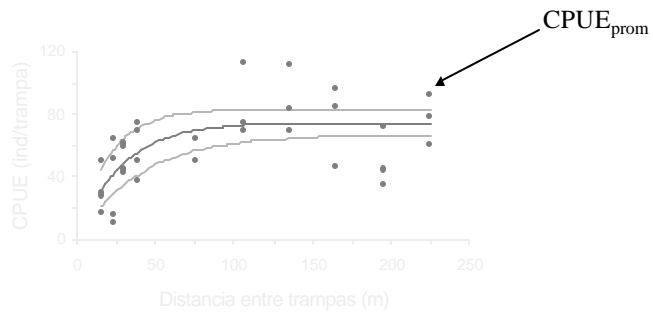
$$\overline{cpue}_s = a(1 - \exp^{-\theta_s})$$

captura máxima

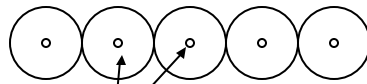
pendiente

Máxima Verosimilitud

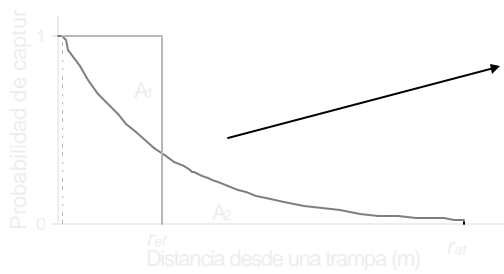
Perfiles de Verosimilitud



a^a (ind/trap)	a_{inf} (ind/trap)	a_{sup} (ind/trap)	b^b (ind/m)	b_{inf} (ind/m)	b_{sup} (m ⁻¹)	r^2
74,7	66,6	82,9	0,036	0,025	0,051	0,43



$$r_{at} = \frac{s_{\infty}}{2} \quad \Rightarrow \quad A_{at} = \pi r_{at}^2$$



$$C_p = \pi m \exp^{-\theta d}$$

↑
 Probabilidad de
 captura en
 perímetro de
 trampa

←
 tasa
 decaimiento

$A_1 = A_2$

↓

Expresión analítica $\left(m r_{ef} - \int_{d=0}^{d=r_{ef}} m \exp^{-nd} \right) = \int_{d=r_{ef}}^{d=r_{at}} m \exp^{-nd}$

↓

Solución $r_{ef} = \frac{1}{n} (1 - \exp^{-n r_{at}})$

	r_{at} (m)	A_{at} (m ² /trampa)	r_{ef} (m)	A_{ef} (m ² /trampa)
Límite superior	77	18772	19,2	1164
Estimador	55	9348	13,5	577
Límite inferior	38	4542	9,4	278

Estructura espacial y abundancia de *Cancer porteri*

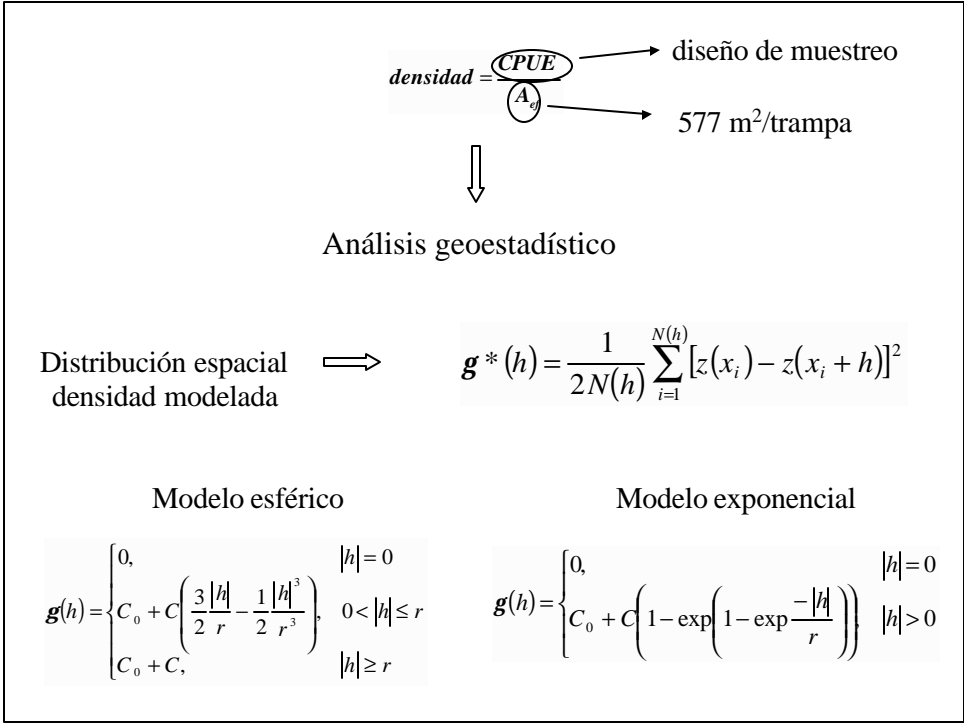
33 lances de pesca

líneas de 6 trampas Fathoms Plus cada una

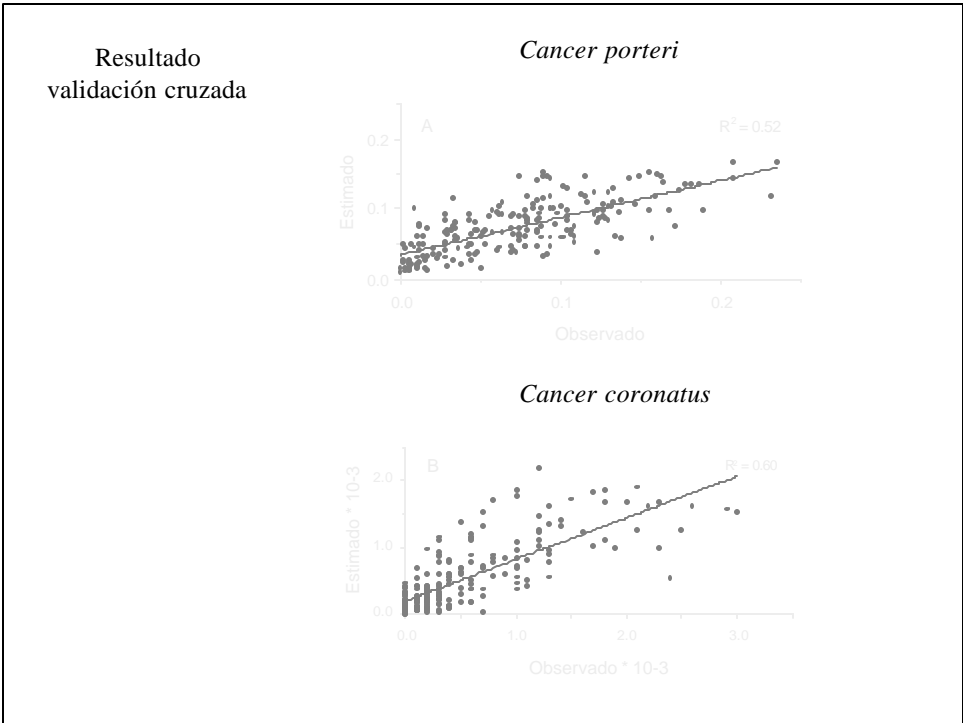
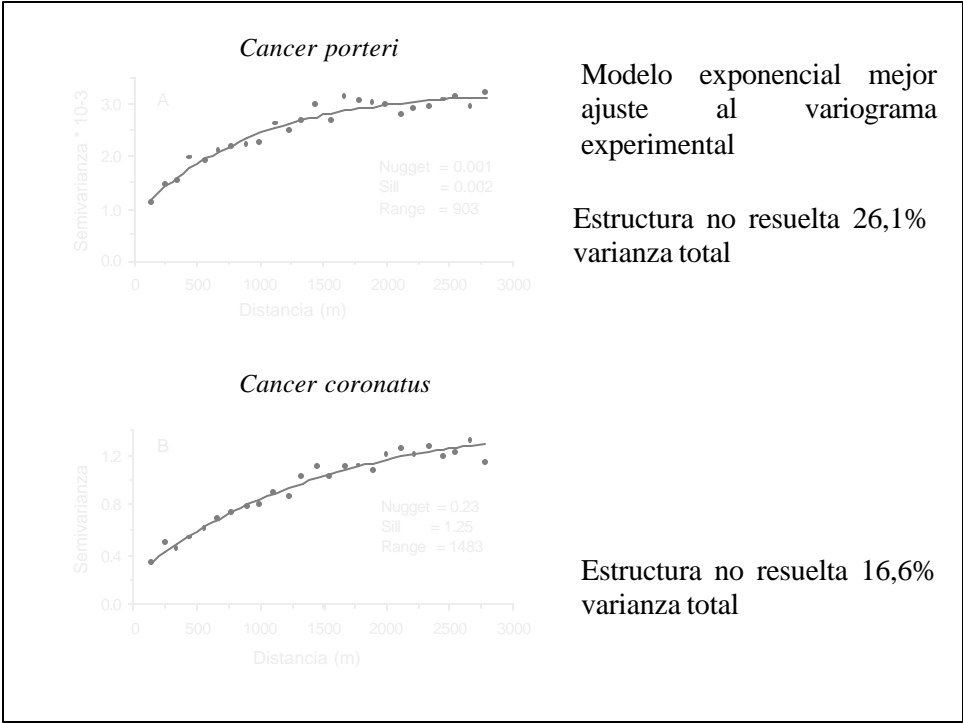
135 m separación entre trampas

310 m separación entre líneas de pesca

Área cubierta por el diseño 8,2 km²



Criterio de ajuste	$\sum_{i=1}^H N(h_i) \left(\frac{g^*(h_i)}{g(h_i)} - 1 \right)^2$
Mejor variograma modelo con validación cruzada	$CME = \left(\frac{1}{v} \sum_{j=1}^v (z^*_j - z_j) \right)^2 + \frac{1}{v-1} \sum_{j=1}^v (z^*_j - z_j)^2$
Densidad en localidades no muestreadas	$z^* = \sum_{i=1}^N I_i z(x_i)$
Estimado global de la densidad	$Z(V)^* = \frac{1}{N} \sum_i Z^*(x_i)$
Estimado de la abundancia	$A = A_v Z(V)^*$
Varianza de la abundancia	$S^2(A) = A_v^2 C S_{E-g}^2$

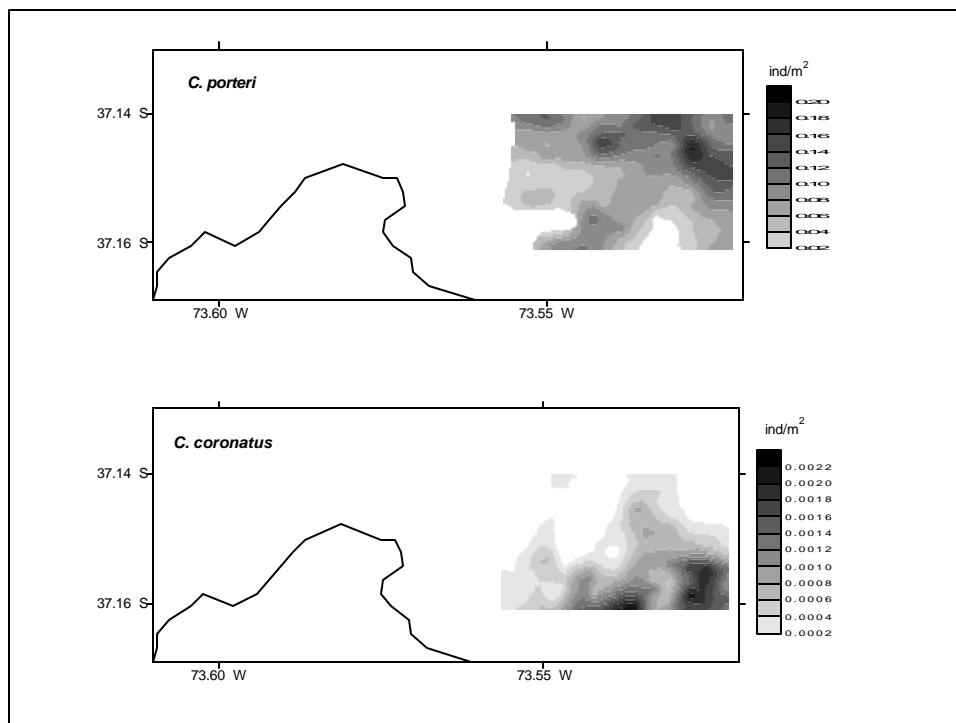


Mejor estrategia de búsqueda

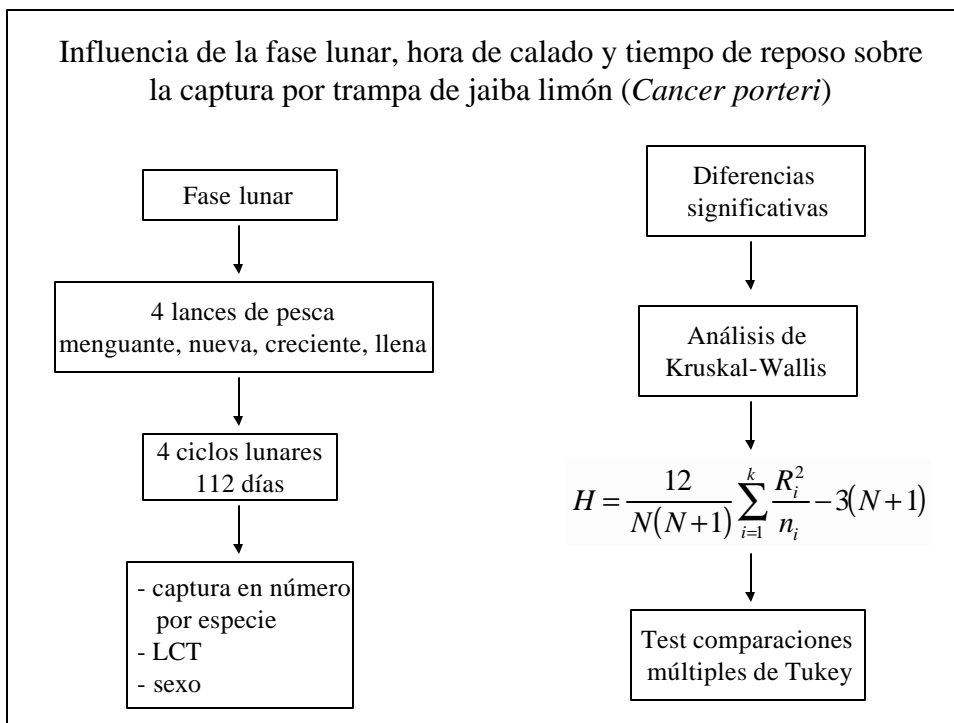
Especie	Número de Sectores	Máximo número de puntos	Sesgo (ind/m ²) x 10 ⁻⁶	DRE (ind/m ²) x 10 ⁻²	CME (ind ² /m ⁴) x 10 ⁻³
<i>C. porteri</i>	4	14	-7,8	3,6	1,3
<i>C. coronatus</i>	1	10	-3,1	0,04	0,00016

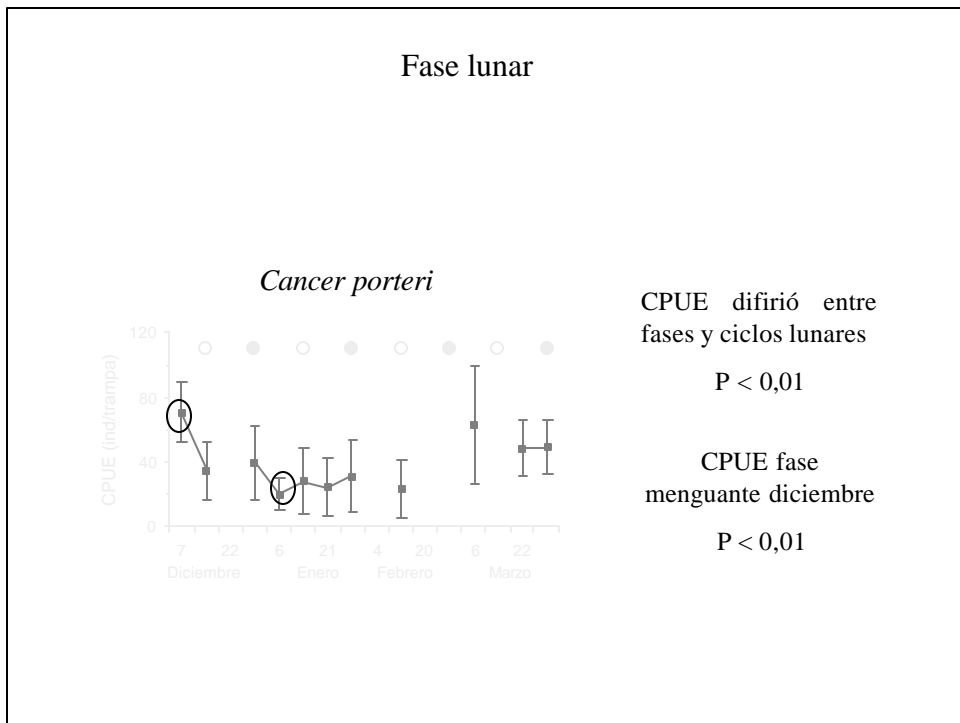
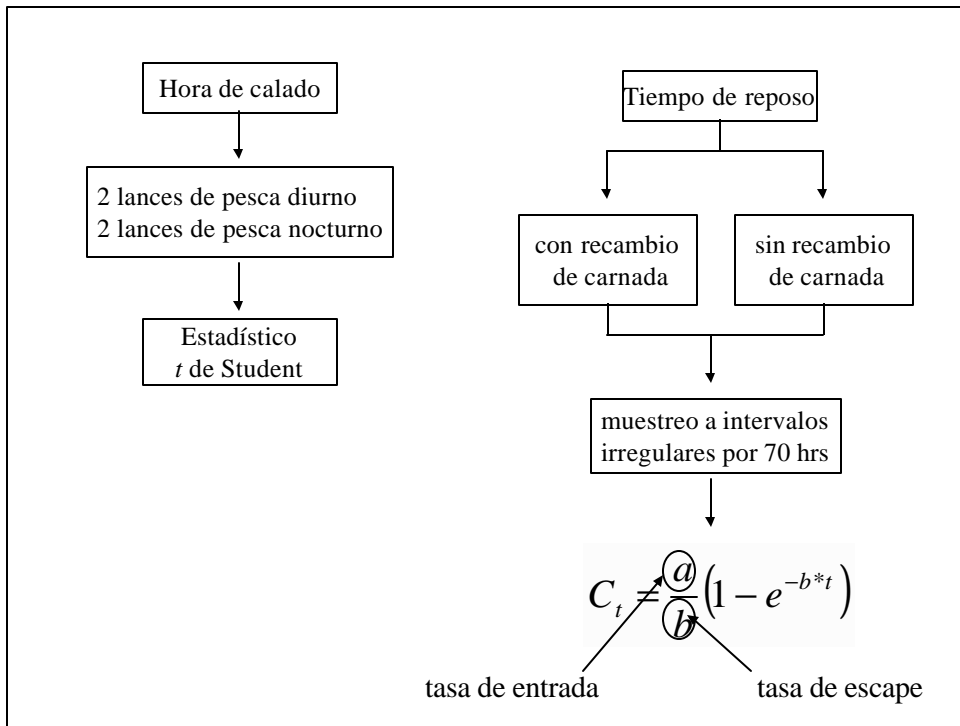
Bajo sesgo estimación \Rightarrow Reproducción proceso espacial estocástico dió cuenta de gran parte de la variación espacial.

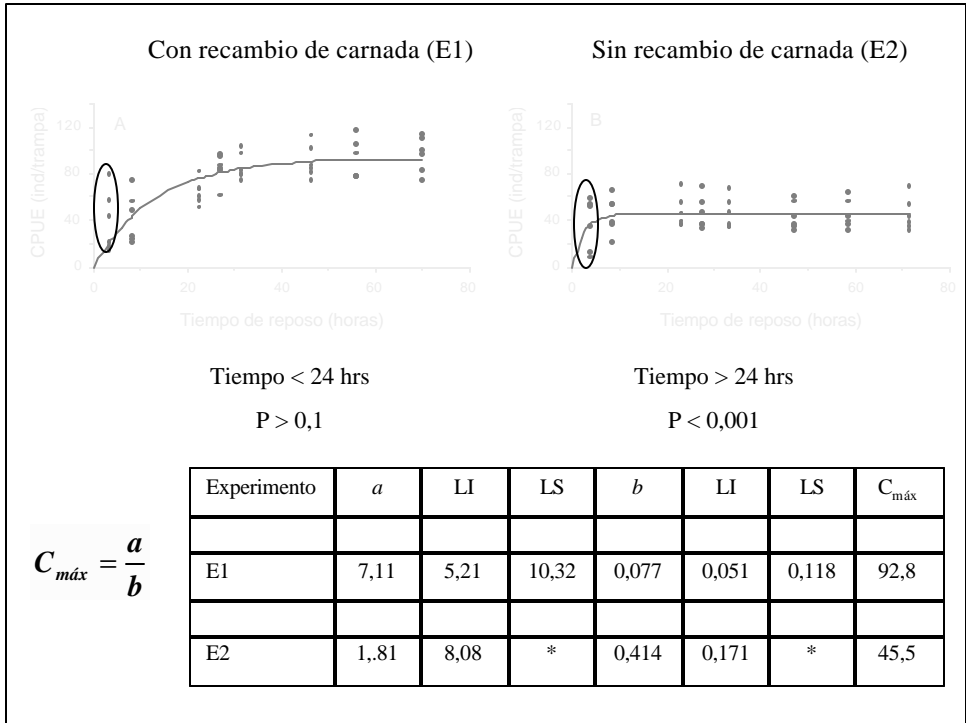
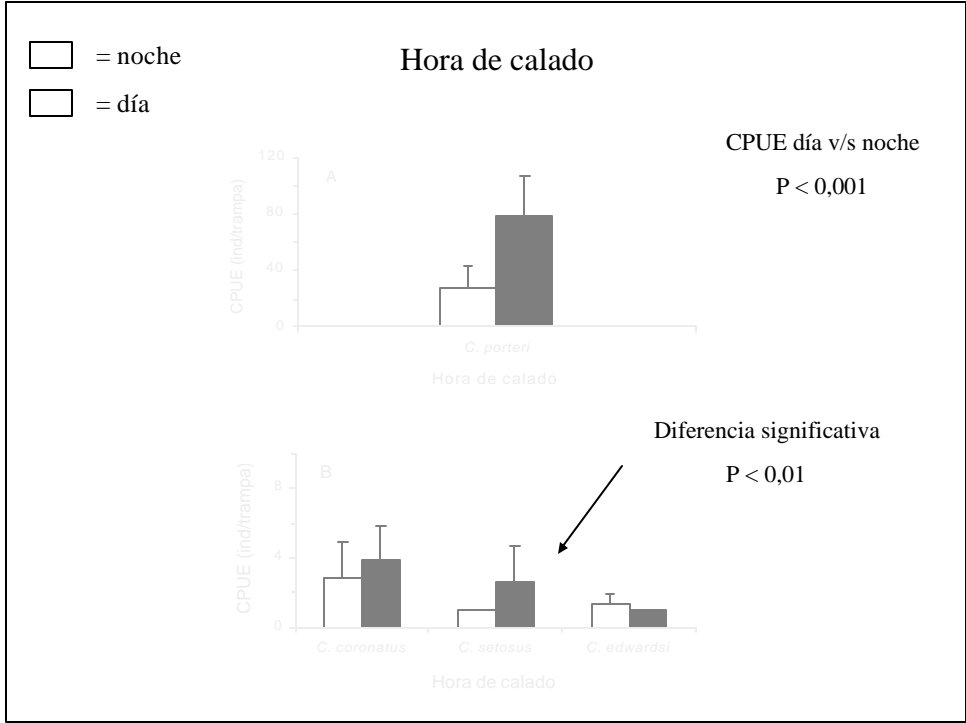
Especie	Densidad media (ind/m ²) * 10 ⁻²	Área (km ²)	Abundancia (No. ind) x 10 ³	CV (%)
<i>C. porteri</i>	6,95	8,2	567,5	13,4
<i>C. coronatus</i>	0,06	5,2	3,1	11,8



	Parámetro	<i>C. porteri</i>	<i>C. coronatus</i>
	Proporción sexual	0,95	0,11
	Abundancia (n°)	541167	330
	Rango LCT (mm)	50 – 86	52 – 65
Hembras	Relación LCT-P	$1,4 \times 10^{-4} \text{LCT}^{3.31}$	*
	LCT_{prom} (mm)	70	60
	P_{prom} (g)	181	*
	Biomasa (t)	97,9	*
	Proporción sexual	0,05	0,89
	Abundancia (n°)	26359	2737
	Rango LCT (mm)	62 – 85	46 – 76
Machos	Relación LCT-P	$7,0 \times 10^{-5} \text{LCT}^{3.52}$	*
	LCT_{prom} (mm)	74	67
	P_{prom} (g)	251	*
	Biomasa (t)	6,6	*

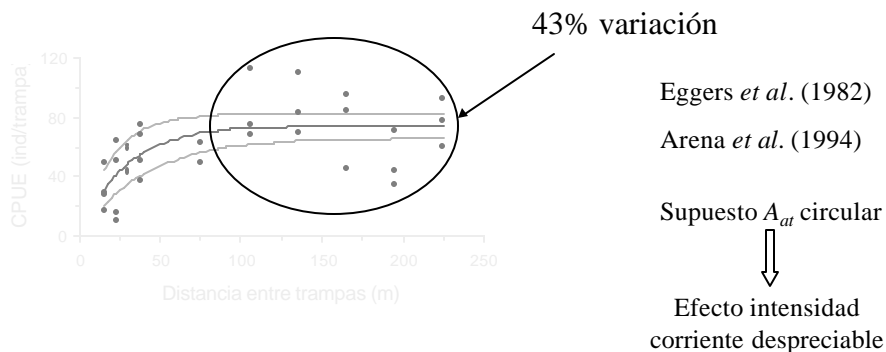






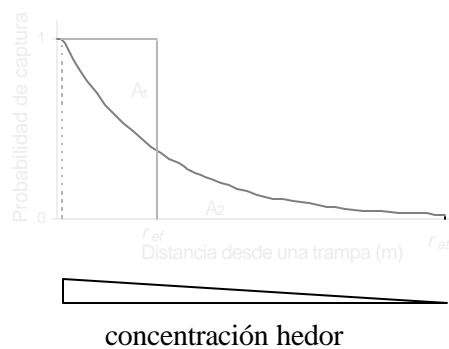
Discusión

La captura por trampa de *C. porteri* aumentó con el incremento de la distancia entre trampas hasta un valor máximo.



En futuras aplicaciones se recomienda evaluar la influencia de la intensidad y dirección de la corriente de fondo sobre la forma del área de atracción.

Supuesto: “Al interior del área de atracción la probabilidad de captura disminuye exponencialmente”.



Partículas en el agua difunden como función de πr^2 .

Probabilidad captura disminuye inversamente al cuadrado de la distancia.

Miller (1989) *C. irroratus*, A_{ef} entre 51 y 339 m^2 /trampa para densidades entre 0,095 y 0,022 ind/ m^2 .

Miller (1975) *Chionoecetes opilio*, A_{ef} entre 2472 y 5293 m^2 /trampa para densidades entre 0,014 y 0,008 ind/ m^2 .

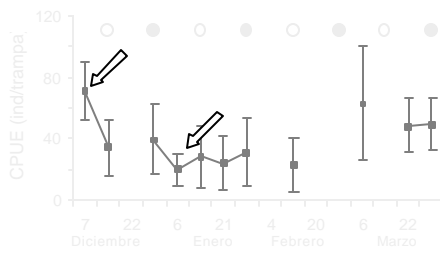
Análisis continuidad espacial y representación proceso espacial estocástico.

C. porteri y *C. coronatus* presentan estructura espacial a pequeña escala, la que se manifiesta como parches irregulares no concéntricos de varios cientos de metros.

La distribución espacial de las agregaciones de mayor densidad de *C. porteri* y *C. coronatus* indica que ambas especies tienden a segregarse espacialmente, debido posiblemente a factores conductuales basados en el uso del espacio, lo que disminuiría la competencia interespecífica.

Fase lunar

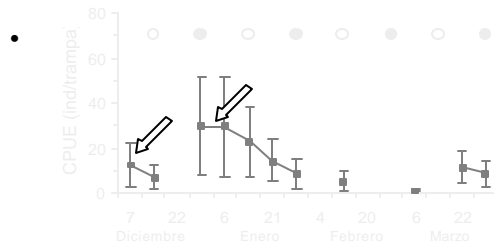
Cancer porteri



Variación CPUE:

- Variación capturabilidad derivada de procesos reproductivos y/o ciclo de muda.
- Variación abundancia local derivada de procesos migratorios a pequeña escala.

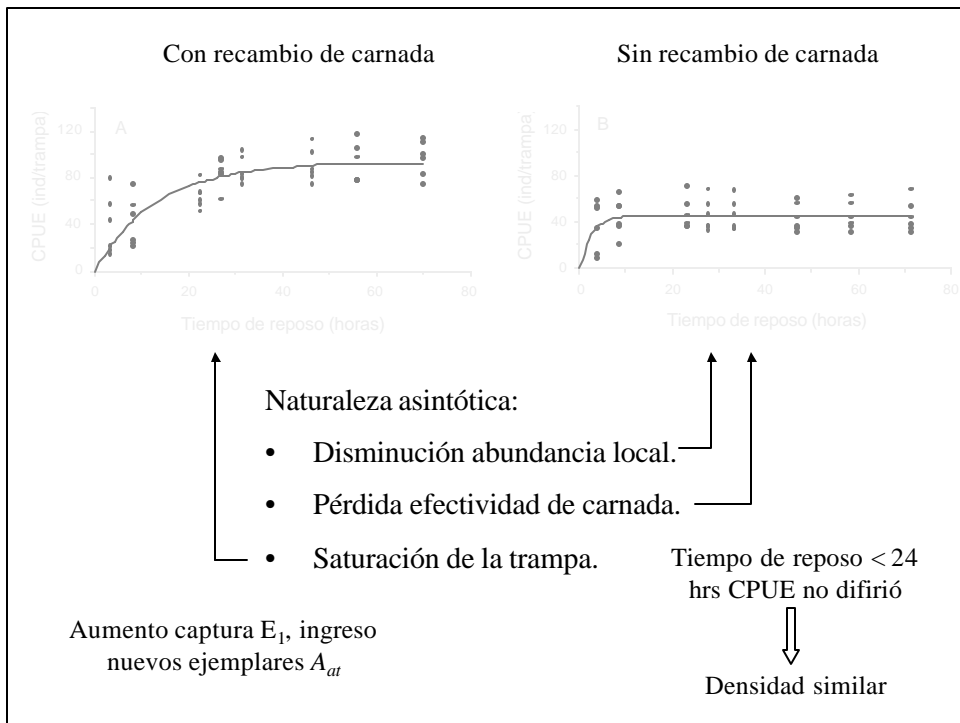
Cancer coronatus



- Periodo de muestreo enero 0,3%.
- Aedo & Arancibia (datos no publicados): hembras ovígeras agosto y noviembre.

La actividad alimentaria de *C. porteri* está influenciada significativamente por el ciclo luz-oscuridad, indicando que la actividad alimentaria es predominantemente nocturna.

Patrón de alimentación coincide con lo informado para otras especies de crustáceos submareales como *Panulirus cignus* y *C. novaezelandiae* (Jernakoff, 1987; Chatterton & Williams, 1994).



Publicaciones generadas

Aedo, G. & Arancibia, H. 2003. Estimating attraction areas and effective fishing areas for Chilean lemon crab (*Cancer porteri*) using traps. *Fisheries Research*, 60: 267-272.

Aedo, G., Páramo, J. & Arancibia, H. Estructura espacial y abundancia a pequeña escala de *Cancer porteri* con innovación metodológica en la estimación de densidad. En preparación.

Arancibia, H & Aedo, G. Influencia de la fase lunar, hora de calado y tiempo de reposo en la captura de jaiba limón (*Cancer porteri*) con trampa. En preparación.

Agradecimientos

Dr. Hugo Arancibia, tutor y guía de la presente tesis.

Proyecto FONDEF D97I-1058 “Desarrollo de nuevas pesquerías”.

Proyecto DIUC 201-112.078-1.0 “Efecto de la fase lunar sobre las tasas de captura de jaiba limón, *Cancer porteri* (Rathbun 1930), utilizando trampas Fathoms Plus”.

Dr. Omar Defeo y Sr. Rubén Alarcón por sus comentarios en la preparación de las publicaciones.

Dr. Ciro Oyarzún quien facilitó sus instalaciones para la preparación de parte de esta Tesis.