

**INSTITUTO NICARAGUENSE DE LA PESCA Y LA ACUICULTURA
(INPESCA)**

CENTRO DE INVESTIGACIONES PESQUERAS Y ACUICOLAS (CIPA)



**CALCULO DE LA CUOTA DE LA CAPTURA BIOLÓGICAMENTE ACEPTABLE
DE CAMARONES PENEIDOS DEL CARIBE NICARAGUENSE
AÑO BIOLÓGICO JUNIO 2007 – MAYO 2008.**

POR

**LUIS EMILIO VELASQUEZ CHAVARRIA
ESPECIALISTA EN RECURSOS PESQUEROS Y ACUICOLAS
CIPA/INPESCA**

MANAGUA, 26 DE FEBRERO DE 2,008

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	3
II. METODOLOGÍA.....	4
2.1 Generación de captura en número de individuos por clases de tamaño.....	4
2.2 Curva de captura linealizada. Plantilla de Excel denominada “Lccc” de Ehrhardt y Legault (1996), desarrollada para el cálculo de F.	4
2.3 Análisis de cohortes de Jones (1984). Plantilla de Excel denominada “Tlca” de Ehrhardt y Legault (1996), desarrollada para calibrar F observado y F ponderado.....	5
2.4 Relación stock desovante y reclutamiento.....	5
2.5 Modelo multilineal para proyectar el Reclutamiento Denso dependiente.....	6
2.6 Reclutamiento promedio	6
2.7 Captura Biológicamente Aceptable.....	7
III. RESULTADOS	7
IV. FLUJOGRAMA DE LA METODOLOGIA.....	9
V. LITERATURA CONSULTADA	10

INTRODUCCIÓN

Desde el año 2001 la pesquería de camarones peneidos del Caribe nicaragüense está catalogada como una pesquería en plena explotación y su aprovechamiento está restringido bajo el régimen de acceso limitado mediante una Cuota Global Anual de Captura, la cual, según el arto.60 de la Ley 489. Ley de Pesca y Acuicultura, se determina sobre la base de la Captura Biológicamente Aceptable, (CBA), la cual varía anualmente en función de las fluctuaciones de la abundancia como consecuencia de cambios en el reclutamiento y estado de explotación del recurso hidrobiológico.

Hasta el año 2001 el cálculo de la **cuota anual de captura** de camarón del Caribe de Nicaragua se había venido realizando mediante la implementación de modelos de producción, conocidos como modelos holísticos; estos modelos son bastante simples y consideran la biomasa del stock en su globalidad, no toman en consideración la estructura del stock por edades o tallas; estos modelos se aplican en análisis que consideran variaciones de la intensidad de pesca y por lo tanto no permiten analizar los efectos en las capturas y la biomasa de variaciones del patrón relativo de explotación, estos modelos entregan valores de MRS y F_{mrs} y de abundancia en términos de biomasa; según Caddy, (1996) la experiencia en la práctica de la ordenación pesquera basada en estos puntos de referencia, han arrojado dudas sobre la utilidad del MRS como un punto de referencia óptimo, estos puntos de referencia se deberían de tomar más bien como puntos de referencia límites.

Actualmente para el cálculo de las cba de camarones del Caribe se utilizan modelos estructurales, estos modelos consideran la estructura del stock por clases de tamaños y permiten analizar los efectos en la captura y la biomasa de los cambios del nivel de explotación y también del patrón de explotación. Se utiliza el punto de referencia biológica $F_{0.10}$, el cual se define como el nivel de mortalidad por pesca para un determinado tamaño de primera captura, es la tasa de mortalidad por pesca a la cual la pendiente de la curva del rendimiento por recluta, como una función de la mortalidad por pesca, está al 10 % de su valor en el origen.

El objetivo fundamental del presente trabajo es el cálculo de las capturas biológicamente aceptable, cba, de camarones del Caribe de Nicaragua para el año biológico junio 2007 – mayo 2008, mediante la implementación de dos modelos: el Modelo Multilineal para estimar el Reclutamiento Densodependiente y el Modelo Multilineal para estimar el Reclutamiento Promedio, ambos métodos incorporan algunas variables ambientales que generan variabilidad en el desempeño de la pesquería, (pluviosidad) las que afectan la distribución y abundancia del recurso en el espacio y en el tiempo; para el cálculo de la cba se toman los puntos de referencia arriba mencionados, así mismo se incorporan aspectos dinámicos inherentes a las especies, como son la mortalidad natural y la mortalidad por pesca por clases de tamaños de tallas o cohortes.

II. METODOLOGÍA

Las evaluaciones de camarones del Caribe de Nicaragua han demostrado que los picos de mayor reclutamiento ocurren durante los meses comprendidos entre mayo y octubre. Siguiendo el comportamiento biológico natural de las especies y considerando que estas tienen un período de vida de alrededor de un año, se procedió a organizar la información para el presente estudio en años biológicos, iniciando en el mes de junio de cada año y finalizando en el mes de mayo del año siguiente para el período 1991-2007; todos los análisis se realizan mensualmente.

El cálculo de la captura biológicamente aceptable (cba) se realizó mediante la implementación de dos modelos: El Reclutamiento Densodependiente y el Reclutamiento Promedio, cuyas metodologías se explican en detalle mas adelante.

Los valores de las relaciones morfométricas se tomaron de Pérez, (1998); por su parte los parámetros de crecimiento, la mortalidad natural y el rendimiento por recluta se tomaron de Velásquez (2001a, b y c).

La mortalidad natural empleados en el presente trabajo son 0.16/mes para camarón blanco y rojo y el $f_{0.1}$ es de 0.25 en ambos casos.

2.1 Generación de captura en número de individuos por clases de tamaño.

Los desembarques mensuales y anuales de camarón procedentes de la pesca industrial y artesanal se ordenaron por categorías comerciales. En base a la industrialización mensual por color la captura de camarón de la flota industrial se distribuyó proporcionalmente en las categorías comerciales; al porcentaje de camarón blanco obtenido de la pesca industrial se le sumó la captura de camarón proveniente de la pesca artesanal, asumiendo que esta captura en su totalidad es de camarón blanco.

Ya distribuida la captura por color se aplica el modelo de Cruz, R. 1995; modificado y adaptado para camarones por Pérez, 1998, con el objetivo de ordenar las categorías comerciales en categorías que el modelo acepta para realizar los cálculos y a la vez conocer las tallas promedio de las especies capturadas que el modelo calcula.

Seguidamente los desembarques en peso se transforman a desembarques en número de individuos mensuales por categorías comerciales, sobre la base de los muestreos mensuales de colas de camarón realizados en plantas procesadoras de la zona del Caribe, en la hoja de cálculo Catlen, desarrollada por Ehrhardt y Legault, (1996) para este propósito.

2.2 Curva de captura linealizada. Plantilla de Excel denominada “Lccc” de Ehrhardt y Legault (1996), desarrollada para el cálculo de F.

Los datos de capturas por tallas se transforman a datos de captura por edades mediante la ecuación inversa de crecimiento de von Bertalanffy (1,934):

Donde L_{∞} es la talla asintótica, K es la constante de crecimiento y L_t es la talla a la que se le busca su correspondiente edad. Una vez determinada la edad, se plotea el logaritmo natural del número de camarones capturados respecto a las correspondientes edades. Para el trazo de la curva de captura linealizada se tomaron todos los puntos que se ajustan a una línea recta, exceptuando aquellos puntos que se desvían sistemáticamente de ésta. El valor de la pendiente resultante es el valor de Z ; conocidos Z y M se despeja el valor de F , que es la tasa de la mortalidad por pesca que se utiliza para calibrar el análisis de cohortes de Jones.

2.3 Análisis de cohortes de Jones (1984). Plantilla de Excel denominada “Tlca” de Ehrhardt y Legault (1996), desarrollada para calibrar F observado y F ponderado.

La calibración en la plantilla Tlca consiste en hacer que las diferencias entre el valor de **F observado** obtenido en el Lccc y el valor de **F ponderado** del análisis de cohortes calibrado se aproximen a cero, esta calibración da un valor de la tasa de explotación inicial **F/Z** para el grupo de individuos de mayor talla o mayor edad presentes en la captura del mes analizado, una vez realizado este ajuste los valores de F para los grupos de edad más jóvenes se realizan de manera iterativa; como se dispone del valor de M se puede entonces realizar el cálculo retrospectivo y determinar cuántos individuos de la cohorte sobrevivieron en el tiempo y cuántos reclutas habían al inicio del período.

El análisis de cohortes de Jones entrega datos tales como las tasas de explotación por grupos de tallas o de edad, el número promedio de individuos en el mar, la mortalidad total Z y por pesca F ; a partir de estos datos podemos conocer el número de reclutas, el tamaño del stock desovante, la biomasa promedio en peso mensual, así como la mortalidad por pesca actual ponderada, F pond. Otros estimados que se derivan de la aplicación del análisis de cohortes de Jones son el valor económico de la captura y de la biomasa.

2.4 Relación stock desovante y reclutamiento.

Para determinar el grado de correlación entre el reclutamiento observado y el reclutamiento predicho, se ploteó el tamaño del stock desovante del mes estudiado contra el éxito del

Reclutamiento observado cuatro meses después, de manera mensual, para lo cual se utilizó el modelo de Ricker (1975).

En donde “ R ” es la magnitud del reclutamiento mensual; “ D ” es el tamaño del stock desovante; “ a ” es una constante que incluye la tasa de sobrevivencia a la mortalidad no compensadora y “ b ” es una constante que incluye al coeficiente de mortalidad compensadora.

Luego de obtenido el reclutamiento predicho por el modelo se ploteó la relación stock-desovante-reclutamiento observado contra stock-desovante-reclutamiento estimado; si los valores observados y predichos tienen un buen ajuste se procede luego a aplicar un análisis de varianza con tres variables que incluye al stock desovante, al éxito del reclutamiento cuatro meses después y la precipitación pluvial mensual del mes que se tomó el valor del

stock desovante; los valores de los coeficientes resultantes “a”, “b” y “c” son diferentes de los valores del modelo de Ricker (1975) y son los que se sustituyen en el modelo multilíneal Densodependiente para estimar la proyección del reclutamiento en la hoja de proyecciones del reclutamiento.

2.5 Modelo multilíneal para proyectar el Reclutamiento Denso dependiente.

Para calcular la magnitud del reclutamiento mensual en la hoja de proyecciones se empleó el modelo de Ricker (1975) arriba señalado, modificado por Ehrhardt (2001).

Como se señaló anteriormente “a”, “b” y “c” son los valores de los coeficientes resultantes del análisis de varianza, “D” es el tamaño del stock desovante y “ λ ” es el valor de la precipitación pluvial mensual del año biológico para el cual se está calculando la cba; una vez proyectado el reclutamiento para todos los meses del año biológico, se procede a calcular la abundancia en número de individuos de las subsiguientes edades o cohortes, en el caso del primer mes proyectado (junio) se utiliza la ecuación de sobrevivencia.

En donde “ N_1 ”, son los reclutas promediados de febrero y marzo, (ya que hubo veda durante abril y mayo) y “ N_2 ” es el número de individuos de la primera cohorte que sobrevivieron hasta el mes de junio, éstos constituyen los individuos de la segunda cohorte de ese mes; los individuos promediados de la segunda cohorte de los meses febrero y marzo generan los sobrevivientes de la tercera cohorte de junio y así sucesivamente hasta completar el número de individuos del primer mes proyectado.

Para calcular los individuos de las segundas cohortes de los meses siguientes se utiliza la ecuación de captura de Baranov.

En donde “ N_2 ” son los sobrevivientes de la segunda cohorte, “R” es el número de reclutas calculados por el modelo multilíneal Densodependiente mensualmente, F may es el valor de F mayor observado en las cohortes del mes analizado, F/F may es el patrón de explotación, $F_{0.1}$ es la mortalidad por pesca referencial y M es la mortalidad natural.

Cuando se calculan los sobrevivientes de las terceras cohortes se toman como “R” a los individuos generados por los sobrevivientes de las segundas cohortes o sea los “ N_2 ” del mes que le precede y así sucesivamente para el cálculo de las demás cohortes hasta completar la plantilla base, esta plantilla base es la que se utiliza para calcular la captura en número de individuos y la captura en peso biológicamente aceptable; en nuestro caso se dispone de dos valores de F referencial, por lo tanto al hacer los cálculos se obtienen dos valores de cba con el modelo denso dependiente.

2.6 Reclutamiento promedio

Para proyectar el reclutamiento por este método se promediaron los reclutas observados mensuales para el período 1991 – 2007; para el cálculo del número de individuos en las demás cohortes, la captura en número de individuos y la captura en peso biológicamente aceptable se sigue la misma metodología descrita para el modelo Densodependiente.

2.7 Captura Biológicamente Aceptable.

Para el cálculo de la captura biológicamente aceptable en número de individuos se empleó la siguiente ecuación:

En donde " N_n " es el número de individuos en las cohortes, " F/F_{may} " es el patrón de explotación de las cohortes, $F_{0.1}$ es la mortalidad por pesca referencial y " M " es la mortalidad natural; el peso total de la captura biológicamente aceptable se obtiene al multiplicar el número de individuos calculados a cada edad por su respectivo peso promedio.

Para el cálculo de la propuesta final de cba se juntan todos los valores obtenidos por los métodos empleados, se determina el valor mínimo, máximo, el promedio, la desviación estándar y los límites de confianza al 95 %; esto se hace con el fin de incorporar posibles variaciones ambientales y estacionales que pudieron haber afectado el estado del recurso en el transcurso del espacio y del tiempo y por consiguiente pueden haber influido en los cálculos obtenidos de cba.

El valor de la cba calculado por estos métodos es únicamente una propuesta que el CIPA presente a la CONAPESCA; una vez analizada, discutida y consensuada esta cba, la CONAPESCA, como órgano consultivo hace una propuesta de Cuota Global Anual de Captura al compañero Ministro del INPESCA, quien decide si acepta o modifica la CGAC propuesta.

Al final de los resultados obtenidos se presenta una propuesta de esfuerzo de pesca calculada en base al desempeño de la flota durante el año 2007; los costos por embarcación están actualizados hasta el año 2004-2005.

III. RESULTADOS

Resultados de cba obtenidos de camarón rojo del Caribe nicaragüense para el año biológico 2007-2008.

CBA	Reclutamiento densodependiente		Reclutamiento promedio	
	M=0.16		M=0.16	
	F0.10		F0.10	
	0,25	0,25	0,25	0,25
	2.546.591	2.623.552	2.301.311	2.378.090
Valor mínimo				2.301.311
Valor máximo				2.623.552
Desvest				148.454
Raíz de n				2,00
Coefficiente student				3,18
Limites de confianza al 95 %				resumen rojo
Limite inferior				2.226.344
Promedio				2.462.386
Limite superior				2.698.428

Resultados de cba obtenidos de camarón blanco del Caribe nicaragüense para el año biológico 2007-2008.

CBA	Reclutamiento densodependiente		Reclutamiento promedio	
	M=0.16		M=0.16	
	F0.10	F0.10	F0.10	F0.10
	0,25	0,25	0,25	0,25
	1.417.649	1.040.843	1.007.614	1.007.614
Valor mínimo				1.007.614
Valor máximo				1.417.649
Desvest				189.322
Raíz de n				2,00
Coefficiente student				3,18
Limites de confianza al 95 %				resumen blanco
Limite inferior				872.118
Promedio				1.173.140
Limite superior				1.474.162

Limites de confianza al 95 %	resumen ambos
Limite inferior	3.098.461
Promedio	3.635.526
Limite superior	4.172.590

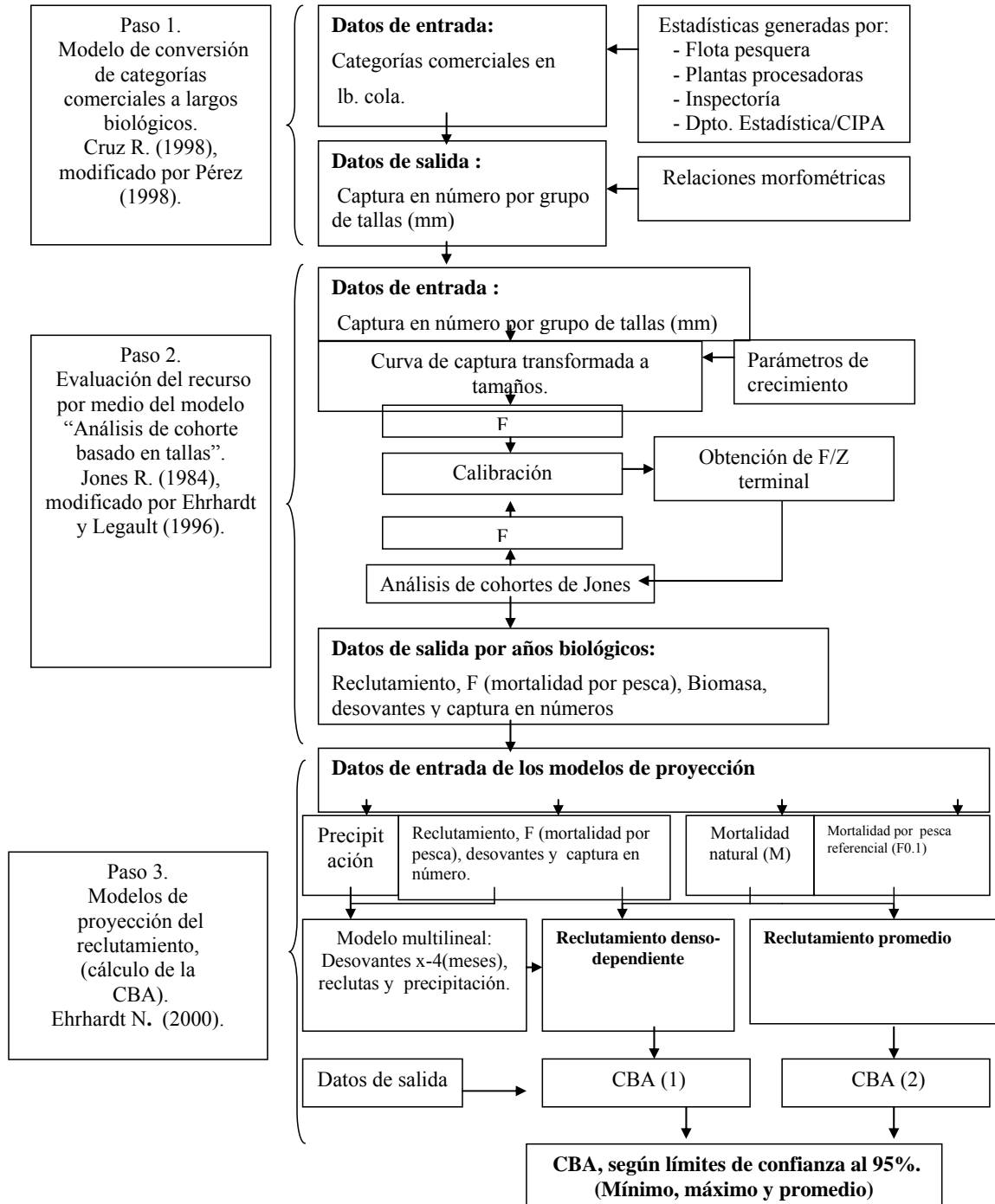
**Cálculo del esfuerzo pesquero para capturar las CBA proyectadas de camarón del Caribe
Año biológico 2007 - 2008**

	CBA limite inferior 3.098.461	CBA promedio 3.635.526	CBA limite superior 4.172.590
Caso 1. Nivel de rendimiento actual de la flota			
Captura (lb. cola) promedio por día de pesca	244	244	244
Días pesca promedio/barco/mes	26	26	26
Captura mensual por barco	5907	5907	5907
Barcos operativos/mes	44	51	59
Caso 2. Nivel de rendimiento tomando en cuenta los costos operativos			
Costo por día de pesca por B.O. \$ con exoneración de combustible	754,94	754,94	754,94
Costo por barco/mes \$	19.628	19.628	19.628
Valor ponderado por lb. cola de camarón \$	3,00	3,00	3,00
Captura estimada para cubrir los costos operativos	6543	6543	6543
Número operativos/mes/ propuestos	39	46	53

IV. FLUJOGRAMA DE LA METODOLOGIA

Flujograma de la metodología del cálculo de las capturas biológicamente aceptables CBA de los camarones pendidos del Caribe nicaragüense.

Recurso camarón



V. LITERATURA CONSULTADA

Bertalanffy, L. von, 1934. Untersuchungen über die Gesetzlichkeiten des Wachstums. 1. Allgemeine Grundlagen der Theorie. *Roux'Arch. Entwicklungsmech. Org.*, 131: 613-653.

Caddy, J. F. y G. D. Sharp, 1988. Un marco ecológico para la investigación pesquera. FAO Doc. Téc. Pesca, (283): 155 p.

Cruz, R. 1995. Conversión de las tallas industriales a largos biológicos de la langosta espinosa *Panulirus argus*.

Ehrhardt, N. M., and C. M. Legault. 1996. Crustacean Stock Assessment Techniques Incorporating Uncertainty. Report of the FAO/CFRAMP Stock Assessment Workshop. Port of Spain, Trinidad and Tobago. 8-12 January 1996. FAO Fisheries report 544, Supplement. 111-131.

Ehrhardt, N. M. 2001. Análisis para la definición de criterios e indicadores de sostenibilidad para los recursos pesqueros en Nicaragua.

FAO/DANIDA Stock Assessment Workshop on the Shrimp and Groundfish Fisheries on the Guiana-Brazil Shelf. Port of Spain, Trinidad and Tobago, 7-18 April 1997.

García, S. y L. Le Reste, 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Doc. Téc. Pesca, (203):180 p.

Ley 489. Ley de Pesca y Acuicultura de Nicaragua

Seijo, J. C.; Defeo, O.; Salas, S. Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo FAO Documento Técnico de Pesca. No. 368. Rome, FAO. 1997. 176p.

Ricker, W.E. 1954. Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Board Can.*, 11: 559-623.

Pérez, M. 1998. Conversión de las tallas industriales a largos biológicos de los camarones comerciales de Nicaragua.

Sparre, P. And S. C. Venema. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual FAO Fish. Tech. Pap., No. 306.1. FAO, Rome. 376 p.

Velásquez, L. 2001a. Parámetros de crecimientos de los camarones peneidos de la costa Caribe de Nicaragua.

Velásquez, L. 2001b. Cálculo de la mortalidad natural de camarones peneidos del Caribe de Nicaragua.

Velásquez, L. 2001c. Rendimiento por recluta de los de camarones peneidos del Caribe de Nicaragua.