

Manejo Pesquero Sostenible de *Ucides occidentalis* (“punche”), recurso hidrobiológico de la Cuenca Baja del Río Lempa, Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután

Rivera, CG
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador.
Correo electrónico: riveracg@yahoo.com

Castaneda-Romero, LF
Secretario de la Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador.
Correo electrónico: fcastanedar@yahoo.com

Barraza-Sandoval, JE
Coordinador Humedales. Dirección General de Observatorio Ambiental,
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador.
Correo electrónico: eulaliabarr@yahoo.com

Rodríguez-Urrutia, EA
Coordinador de la Escuela de Posgrado,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador.
Correo electrónico: earu_1663@yahoo.com.mx

Resumen

Se presenta el estudio Manejo Sostenible de la Pesca Artesanal de *Ucides occidentalis*, recurso hidrobiológico de la cuenca baja del río Lempa, Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, desarrollado con los objetivos de determinar los parámetros de crecimiento y la relación entre las medidas biométricas, estimar la probabilidad de captura y las tasas de mortalidad y reclutamiento en la población, evaluar la tasa actual de explotación del recurso y diseñar una propuesta de Manejo Pesquero Sostenible. Se analizaron 1,460 individuos, 682 hembras y 778 machos, que fueron recolectados entre julio-agosto de 2007, febrero-marzo de 2008, febrero de 2009 a agosto de 2010 y febrero-abril de 2012. Los organismos presentaron en promedio, 62.15 mm de ancho de caparazón y 106.88 g de peso. El ecosistema contiene cuatro sectores diferenciados por los organismos que contienen, dos al Norte y dos al Sur del Canal El Izcanal. La especie exhibe un crecimiento alométrico negativo. El patrón de reclutamiento, ocurre de enero a noviembre cada año, principalmente entre marzo y junio. La tasa de explotación actual se sitúa cerca del límite de la sobre explotación. Se presenta una propuesta de manejo pesquero sostenible basada en los niveles biológicos, ecológicos y socioeconómicos, además de una propuesta de monitoreo local de la especie.

Palabras clave: El Salvador, Usulután, bahía, Jiquilisco, recursos, naturales, ecosistema, manglar, Lempa, pesca, artesanal, *Ucides occidentalis*, extracción, sostenible, manejo, pesquero.

Abstract

A research report of Sustainable Fisheries Management of *Ucides occidentalis* (“punche”), hydro-biological resources of Rio Lempa downstream, Jiquilisco Bay, Usulután is presented. This study encompasses the following objectives: to determine the parameters growth and the relationship between the biometric measurements, estimate the probability of capture and mortality rates and recruitment, assess the current rate of resource exploitation and, design a proposal for Sustainable Fisheries Management. The study included analysis of 1,460 individuals, 682 females and 778 males, collected in July-August 2007, February-March 2008, February 2009 - August 2010 and February - April 2012. The average width was 62.15 mm and weight 106.88 g. The ecosystem comprises four sectors: two in the north and two in the south of Izcanal estuary. This species exhibits a negative allometric growth. The recruitment occurs from January to November, but mostly between March and June. The exploitation rate calculated in this study is very close to over-exploitation threshold. An approach of sustainable fisheries management is presented based on biological, ecological and socio-economic levels. Additionally, we propose a local monitoring plan for this specie.

Key words: El Salvador, Usulután, Jiquilisco, Bay, natural, mangrove, ecosystem, Lempa river, artisanal, fisheries, *Ucides occidentalis*, sustainable, extraction Local Plan, Sustainable Management fisheries, fishery, models.

Introducción

Los ecosistemas de manglar cubren entre el 60-75% de las costas tropicales y subtropicales de todos los océanos con un aproximado de 17,1 millones de hectáreas (Spalding *et al.* 1997, Lacerda, 2001). Estos ambientes son considerados entre los más productivos y prominentes de las costas tropicales alrededor del mundo (Lugo and Snedaker 1974, Twilley *et al.* 1999, Alongi, 2009). Los manglares ostentan un considerable valor ambiental y económico, al prevenir la erosión costera, funcionar como barrera contra fenómenos oceánicos y climáticos, proporcionar zonas de alimentación, refugio y protección de peces, invertebrados, mamíferos y aves (Odum y Heald, 1972; Lugo y Snedaker, 1974, Jones, 1984; Robertson y Duke, 1987; Little *et al.*, 1988, Robertson y Duke, 1990, Robertson y Alongi 1992, Sasekumar *et al.*, 1992).

En El Salvador, las condiciones latitudinales y las características ambientales de su zona litoral son propicias para el establecimiento de manglares, disponiendo actualmente de una cobertura aproximada de 40,000 ha (PNUMA-MARN, 2007, Rivera y Cuéllar, 2010), distribuidas principalmente en las Bahías de Jiquilisco y La Unión y en el Estero de Jaltepeque. En este ecosistema se desarrollan intensas actividades pesqueras artesanales sobre especies de gran interés comercial, como camarones marinos, cangrejos y moluscos.

En los manglares del país, como típicamente ocurre con los ecosistemas tropicales litorales, la diversidad de cangrejos o braquiuros (Decapoda: Brachyura) y su biomasa son particularmente altos (hasta el 80% de la biomasa faunística), donde juegan un papel trascendental en el flujo de nutrientes y energía (Camilleri, 1989, 1992; Jones, 1984; Robertson, 1986; Lee, 1997, 1998; Robertson y Daniel, 1989; Emmerson y Mc Gwynne, 1992; Hogarth, 1999; Wolff *et al.* 2000; Schories *et al.* 2003; Koch y Wolff, 2002; Nordhaus, 2003; Nordhaus *et al.*, 2005; Rivera, 2010 a,b, Rivera y Córdova, 2010).

El cangrejo *Ucides occidentalis*, conocido en El Salvador, como “punche”, es uno de los recursos hidrobiológicos más representativo de los manglares y su pesca artesanal garantiza ingresos económicos y medios de vida para muchas familias costeras a nivel nacional. Esta realidad se manifiesta para más de 100 familias de pescadores artesanales de la cuenca baja del río Lempa en la Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, donde, actualmente, se ejecutan medidas básicas de ordenación pesquera, establecidas en el Plan Local de Extracción Sostenible (PLES), que fue diseñado en 2009 y entró en vigencia a principios de 2011.

La especie ha experimentado declive en los últimos años, producto de sobrepesca y degradación del medio natural, situación que ha sido abordada mediante algunas medidas básicas (Rivera y Cuéllar, 2010), contempladas en el PLES.

Actualmente, una de las actividades impostergables, es desarrollar una evaluación profunda del estado de la pesca artesanal, a efecto de mejorar aquellas iniciativas en marcha o diseñar nuevas estrategias que garanticen la sostenibilidad del recurso.

Considerando la impostergable necesidad de evaluar las medidas contenidas en el PLES y garantizar la sostenibilidad de la pesca artesanal del *Ucides occidentalis*, se presenta esta contribución, desarrollada con el objetivo fundamental de determinar los parámetros de crecimiento y la relación entre las medidas biométricas, estimar la probabilidad de captura y las tasas de mortalidad y reclutamiento en la población, evaluar la tasa actual de explotación del recurso y diseñar una propuesta de Manejo Pesquero Sostenible de *Ucides occidentalis*.

Metodología

Descripción del Área de Estudio

La desembocadura del río Lempa en el Océano Pacífico Oriental Tropical (OPOT) se localiza en la franja costera del Sur de El Salvador y divide los departamentos de San Vicente y Usulután. La Bahía de Jiquilisco se ubica en la planicie costera de la región sur oriental de El Salvador, en los municipios de Jiquilisco, Puerto El Triunfo, Usulután, San Dionisio, Concepción Batres y Jucuarán (MARN y VMVDU, 2003; Díaz *et al.*, 2004). El Área de Conservación Bahía de Jiquilisco, cuenta con declaratorias de Sitio Ramsar y Reserva de la Biósfera.

El Ecosistema de manglar de la Cuenca Baja del Río Lempa en la Bahía de Jiquilisco (Fig. 1) comprende la franja costera situada entre la margen izquierda de la Bocana del Río Lempa hasta los límites de la laguna de San Juan del Gozo. La superficie total es de 1,916 ha y 52 m. La zona es habitada por 986 habitantes de 238 familias, distribuidas en las comunidades: La Tirana, Las Mesitas, La Canoíta, La Chacastera, Los Cáliz, Los Lotes, La Babilonia e Isla de Montecristo (Rivera, 2009). Las principales actividades son la agricultura, ganadería, acuicultura y la pesca artesanal, principalmente de *Ucides occidentalis*.

Trabajo de campo y procesamiento de especímenes

Los organismos analizados en este estudio fueron recolectados de nueve estaciones de muestreo (cuadro 1), localizadas en el ecosistema de manglar de la cuenca baja del río Lempa, Bahía de Jiquilisco. La selección de los sitios se realizó con base en su importancia para la pesca artesanal durante todo el año. La recolecta se realizó en 24 meses de muestreo desde 2007 a 2012, considerando julio-agosto de 2007, febrero-marzo de 2008, febrero de 2009-agosto de 2010 y febrero-abril de 2012.

En cada estación de muestreo se ubicó una parcela o cuadrante de 400 m² de área (20 m de largo x 20 m de ancho), donde se realizó la captura por pescadores artesanales locales y miembros del equipo de guarda recursos del área, a través de “trampas puncheras”, dispositivo artesanal de madera que es ubicado al azar en las madrigueras y que consta en su interior de hojas de mangle rojo espigado

(*Rhizophora racemosa*) como atrayente. A los organismos recolectados se les realizó mediciones de sus medidas biométricas de longitud (LC), ancho (AC) y grosor (GC) del caparazón o cefalotórax y peso. Se procedió a registrar los datos según el sexo correspondiente.

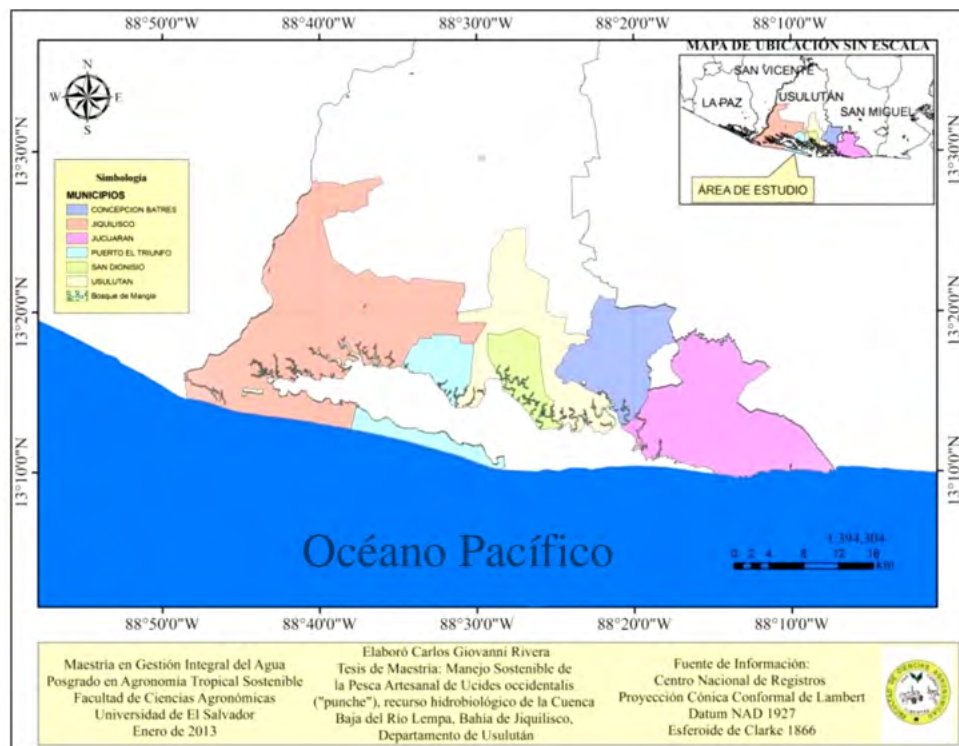


Figura 1. Ubicación geográfica de la Bahía de Jiquilisco, El Salvador.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de estaciones de colecta de *Ucides occidentalis*.

Nº	Estación de colecta	Ubicación geográfica	
		Latitud (N)	Longitud (W)
1	El Ajalín	13°14'47.61"	88°46'24.03"
2	El Brujo	13°14'59.94"	88°46'49.61"
3	La Conquista	13°15'13.88"	88°47'14.31"
4	El Varal	13°15'28.43"	88°48'15.86"
5	El Lodo	13° 15'36.52"	88°46'56.87"
6	El Cebollal	13°15'53.07"	88°46'49.70"
7	El Dorado	13°16'0.13"	88°46'4.50"
8	El Horno	13°15'26.16"	88°46'39.64"
9	Las Trompetas	13°15'7.38"	88°46'20.17"

Análisis de datos

Estimación de parámetros de crecimiento

La información biométrica se utilizó para establecer las relaciones entre el ancho del caparazón y el peso total para sexos independientes y combinados, por medio de la ecuación potencial:

$$pt = \alpha Ac\beta.$$

Donde:

pt = peso total en g, Ac = ancho del caparazón en mm, α = constante de regresión y β = coeficiente de regresión.

El valor del coeficiente de regresión (β) se evaluó con una prueba "t" de Student (Zar 1999), para determinar el tipo de crecimiento que exhibe la especie; si $\beta = 3$ el crecimiento es isométrico y si $\beta \neq 3$ el crecimiento es alométrico (Ricker, 1975; Ramos-Cruz, 2008). Para evaluar el efecto del sexo en la longitud de los organismos se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA), utilizando al peso como la variable covariante (Montgomery, 2002).

Con las series de datos de ancho del caparazón se determinó los parámetros de crecimiento de la curva de von Bertalanffy (1938), correspondientes a L_{∞} (talla máxima) y k (coeficiente de crecimiento) a través de los métodos indirectos (Gayanilo y Pauly, 1997; Gayanilo *et al.*, 2002) correspondientes a ELEFAN I (Pauly, 1983), Sheferd (Sheferd, 1987) y Powell-Wetherall (Sparre y Venema, 1997). Adicionalmente se calculó W_{∞} (peso máximo de los organismos) y la Fi prima de Munro \emptyset' (Munro y Pauly, 1983), dada por la expresión:

$$\emptyset' = \log_{10}(K) + 2\log_{10}(L_{\infty})$$

Donde:

L_{∞} = longitud máxima de la especie y K = coeficiente de crecimiento.

Se utilizó el modelo matemático de Von Bertalanffy (1934), que expresa la relación entre el crecimiento de longitud y peso de *U. occidentalis*, expresada de la siguiente manera:

$$L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))]$$

Donde:

L(t) = edad a una longitud determinada, L_{∞} = longitud máxima de la especie, K = coeficiente de crecimiento, t = edad actual del organismo y t_0 = edad teórica a la que la longitud es cero.

El t_0 se calculó con la propuesta de Pauly (1983):

$$\text{Log}(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \times \text{Log } L_\infty - 1.038 \times \text{Log } K.$$

Donde:

t_0 = edad teórica a la que la longitud es cero, L_∞ = longitud máxima de la especie y K = coeficiente de crecimiento.

Estimaciones de tasas de Mortalidad y explotación del recurso

El Coeficiente de Mortalidad Total (Z) se calculó con los modelos propuestos por Beverton y Holt (1956) y por Ault y Ehrhardt (1991), los cuales se detallan a continuación:

Modelo de Veberton y Holt

$$Z = \frac{K(L_\infty - L_{med})}{(L_{med} - L')}$$

$$Z = \frac{(L_\infty - L_{max})}{(L_\infty - L')^{Z/K}} = \frac{\{Z(L' - L_{med}) + K(L_\infty - L_{med})\}}{\{Z(L_{max} - L_{med}) + K(L_\infty - L_{med})\}}$$

Donde:

Z = Mortalidad total

L_∞ = longitud máxima de la especie

L' = Punto medio del intervalo de la talla que comienza a ser explotada

L_{med} = Tamaño promedio arriba de L' .

La Mortalidad Natural (M) se estimó con la propuesta de Rikhter and Efanov (1976), cuyo modelo relaciona el promedio de ancho del caparazón de la primera madurez gonadal. El modelo se define de la siguiente manera:

$$M = 1.521 / (Tm50\% - 0.720) - 0.155$$

Donde:

M = Mortalidad Natural

$Tm50\%$ = Edad de los organismos en que se alcanza maduración masiva del 50% del stock (3.5 años).

La Mortalidad por Pesca (F) y la tasa de explotación (E) se calcularon por medio

de los siguientes modelos:

Mortalidad por Pesca (F)

$$F = Z - M$$

Donde:

F = Mortalidad por Pesca

Z = Mortalidad Total

M = Mortalidad Natural

Tasa de Explotación (E)

$$E = F/Z$$

Donde:

F = Mortalidad por Pesca

Z = Mortalidad Total

Se realizó una evaluación del recurso con base en la relación entre rendimiento por recluta relativo (Y'/R) y la tasa media de explotación E (Pauly 1984).

$$Y'/R = E \cdot U^{M/K} \left\{ 1 - \frac{3U}{(1+m)} + \frac{3U^2}{(1+2m)} - \frac{U^3}{(1+3m)} \right\}$$

Donde:

$$U = 1 - (L_c/L_\infty)$$

L_∞ = longitud máxima de la especie

L_c = longitud del caparazón a la primera madurez.

$$m = (1-E) / (M/K) = (K/Z)$$

E = tasa de explotación

M = Mortalidad Natural

Z = Mortalidad total

$$E = F/Z$$

Donde:

E = tasa de explotación

F = Mortalidad por pesca

Z = Mortalidad total.

La biomasa relativa por recluta (B'/R) se estimó mediante la relación $B'/R = (Y'/R)/F$. Los análisis se realizaron con el programa pesquero FISAT II (FAO ICLARM Fish Stock Assessment Tools).

Análisis estadístico

Se calcularon los estadísticos descriptivos (media, moda, mediana, mínimo, máximo y desviación estándar), histogramas de frecuencias y diagramas de caja para las variables morfométricas. Los factores considerados para el análisis estadístico fueron año, mes y sitio de colecta, así como el sexo de los organismos. La Normalidad de los datos se evaluó mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov (k-S) y Shapiro-Wilk (S-W) y se complementó con la prueba de homogeneidad de varianzas del estadístico de Levene. Si los datos fueron normales, se aplicó una Análisis de la Varianza (ANOVA) paramétrico, seguido de la prueba Tukey HSD (Diferencias Honestamente Significativas) como *post hoc*. Los datos no normales fueron analizados mediante el análisis de la varianza por rangos de Kruskal-Wallis con la prueba de U de Mann-Whitney como *post-hoc*. Para conocer el efecto simple o simultáneo de los factores, se aplicó un análisis factorial de la varianza. Asimismo, la proporción sexual de los individuos se evaluó con una prueba de bondad de ajuste de tipo binomial. Las pruebas estadísticas fueron seguidas considerando las sugerencias de Zar (1996) y Ferran (2001).

De acuerdo con Clarke y Warwick (1994), en el procedimiento de análisis espacial multivariante, los datos de AC fueron transformados a la cuarta raíz y analizados mediante distancias euclídeas representadas en dendrogramas jerárquicos por año y sitio de recolecta. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas a un nivel de significación de $\alpha = 0.05$. Los análisis se efectuaron en los paquetes informáticos SPSS 17.0 (Statistical Package for the Social Science), PRIMER 5.1 (Plymouth Routines for Multivariate Environment Research) y Microsoft Excel.

Diseño de propuesta de manejo sostenible de la pesca artesanal

Se integró la información generada mediante los diferentes procedimientos de análisis realizados en este estudio, a efecto de diseñar una propuesta de manejo pesquero sostenible para *Ucides occidentalis* en la cuenca baja del río Lempa-Bahía de Jiquilisco. Para ello se tomó en cuenta el Enfoque de Ecosistemas en la Pesca (EEP), antecedentes y contextos relevantes de la pesca artesanal.

La propuesta se elaboró sobre la base de los niveles biológicos, ecológicos y socioeconómicos. Esta herramienta fortalecerá el Plan Local de Extracción Sostenible (PLES) del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco y será sometida a consideración del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Finalmente se diseñó y validó a nivel local, un instrumento de monitoreo local del stock, a ser implementado por el equipo de guarda recursos de la zona.

Análisis de Resultados

Estadística básica

Se analizaron un total de 1,460 individuos, correspondientes a 682 hembras (47%) y 778 (53%) machos (cuadro 2), registros de proporción sexual que mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$) según la prueba de bondad de ajuste de tipo binomial. A nivel general, el AC mostró un promedio de 62.15 (± 8.72) mm, desde 36 mm hasta 85.87 mm El promedio de AC de las hembras fue de 59.96 (± 7.06) mm, mientras que el promedio de AC de los machos fue mayor en unos 4 mm (64.07 ± 9.55). El valor máximo de AC fue observado en los machos (85.87 mm), que mostraron una diferencia aproximada de 9 mm con respecto del valor máximo de las hembras. El peso promedio general fue de 106.88 g (± 37.55), con los machos (114.86 ± 42.10 g), mostrando mayor peso promedio que las hembras (97.77 ± 29.04 g). El mayor valor de peso correspondió a los machos (240.70 g), superando al de las hembras por más de 70 g.

Agrupamiento y dispersión

En general, los organismos capturados presentaron medidas de AC entre 50 y 80 mm, con la mayor congregación en torno a los 60-70 mm El LC fue registrado en el ámbito de 30-70 mm y el GC entre 40 y 50 mm Los resultados de AC por sitio de colecta revelaron comparativamente valores agrupados más altos en Las Trompetas, El Horno, El Dorado, La Conquista y El Varal. Los datos de LC y GC se agruparon en torno a los 40 mm.

Cuadro 2. Estadística Básica de parámetros biométricos (general, hembras y machos) de *Ucides occidentalis*.

Parámetros	General (n = 1,460)			Hembras (n = 682)			Machos (n = 778)		
	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo
AC (mm)	62.15 \pm 8.72	36.00	85.87	59.96 \pm 7.06	40.07	77.00	64.07 \pm 9.55	36.00	85.87
LC (mm)	45.79 \pm 5.86	30.20	73.04	45.63 \pm 5.45	30.20	62.10	45.93 \pm 6.20	31.70	73.04
GC (mm)	37.15 \pm 4.91	24.00	66.00	37.83 \pm 5.18	24.00	66.00	36.55 \pm 4.58	25.00	56.35
Peso (g)	106.88 \pm 37.55	26.20	240.70	97.77 \pm 29.04	26.20	177.20	114.86 \pm 42.10	31.00	240.70

Se observó una tendencia de crecimiento anual moderado, pero sostenido del AC desde 2007 hasta 2012. El LC y GC mostraron también una tendencia gradual de incremento. Las variaciones mensuales estuvieron marcadas por diferencias entre los meses de la época lluviosa y aquellos de la época seca, dando como resultado, diferencias estacionales en los datos de todas las medidas biométricas.

Los resultados de AC por sexo, indican claramente mayores tamaños para los machos que se agruparon principalmente entre 60 y 70 mm, mientras que las hembras se presentaron con tamaños aglomerados en su mayoría en torno a los 50.50 y 60.50 mm. Similar resultado presentó el LC. El GC fue el único parámetro biométrico en que las hembras presentaron mayores valores que los machos debido a que las hembras presentan maduración ovárica y ensanchamiento abdominal luego de la cópula, mientras se desarrollan los embriones para su posterior liberación en la marea.

El peso de los organismos mostró diferencias en cuanto a los sitios de recolecta, observándose a El Dorado, El Varal y La Conquista con los valores agrupados más altos. Los resultados de peso por año revelaron una tendencia estable de 2007 a 2009, incrementándose levemente en 2010, para luego aumentar significativamente en 2012. En general, el peso de los organismos fue mayor durante los meses secos. Claramente, los machos fueron más grandes en comparación con las hembras.

Comparaciones estadísticas univariantes

El análisis de la varianza por rangos de Kruskal-Wallis, encontró diferencias significativas (p menor < 0.05) de las medidas biométricas en los sitios de muestreo. Tales diferencias, también fueron registradas por estudios anteriores para esta misma zona (Rivera, 2008, 2010a). La prueba de comparaciones múltiples U de Mann-Whitney, reveló que el AC presenta diferencias significativas (p menor < 0.05), que configuran básicamente cuatro grupos de estaciones: 1) Las Trompetas, El Horno y El Dorado al Noreste, 2) El Lodo y El Cebollal al Noroeste, 3) El Varal y La Conquista al Suroeste y, 4) El Brujo y El Ajalín al Sureste.

Se observó que todos los parámetros biométricos presentaron una distribución normal (p menor < 0.05) por año de recolecta. El análisis de varianza paramétrico para el peso y por rangos de Kruskal-Wallis para AC, LC y GC, mostraron diferencias significativas a través de los años analizados. Las comparaciones múltiples con Tukey HSD y U de Mann Whitney para los años de colecta, indicaron la configuración de dos grupos (p menor < 0.05), ellos son: 1) 2007 y 2008, y 2) 2009, 2010 y 2012.

Los datos de AC, LC y GC presentaron normalidad en los meses de la época seca y las transicionales, mientras que, para el peso, enero fue el único mes que no mostró valores normales (p menor < 0.05). El análisis de varianza por rangos de Kruskal-Wallis detectó diferencias significativas de todos los parámetros biométricos en todos los meses de colecta. Las comparaciones múltiples con la prueba U de

Mann Whitney, detectaron diferencias significativas (p menor < 0.05) de los datos biométricos a lo largo de los meses del año, según las épocas estacionales y las transiciones de las mismas, lo cual es coincidente con los hallazgos de Rivera (2010a) para la misma zona.

Comparaciones estadísticas multivariantes

El análisis espacial de las estaciones de colecta mediante dendrogramas jerárquicos basados en similitudes de los datos, mostró consistentemente tres agrupamientos: 1) El Cebollal y El Lodo, 2) El Horno, Las Trompetas y El Dorado y, 3) El Ajalín y El Brujo. Considerando estos hallazgos y complementándolos con los resultados de los análisis univariados, la pesca artesanal de *Ucides occidentalis* podría ser convenientemente manejada a nivel espacial como cuatro sectores, dos al Norte y dos al Sur del Canal El Izcanal (Fig. 2, cuadro 3).

Los resultados del análisis factorial de varianza, mostraron que los parámetros biométricos AC y Peso se encuentran influenciados tanto por factores poblacionales, espaciales o temporales (sexo, año, mes o sitio de colecta) de manera individual como por determinadas combinaciones de los mismos. En concordancia con los resultados de este estudio, otras contribuciones (Rivera, 2010, Rivera y Córdova, 2010) han detectado variaciones en los registros de AC y de peso, que indican incrementos progresivos en los valores de estos parámetros desde 2007. No obstante, los resultados muestran que tales variaciones estarían determinándose también por el efecto combinado de los factores espaciales (sitios de recolecta) y poblacionales (sexo de los organismos).

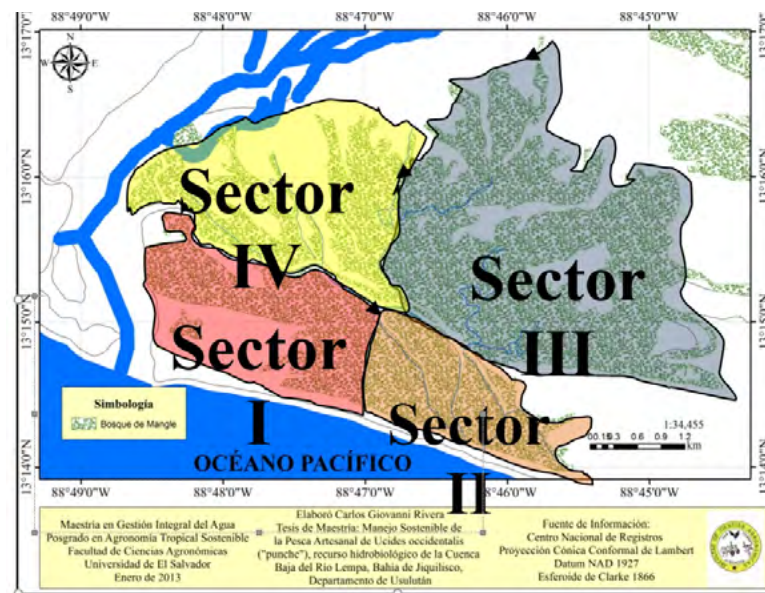


Figura 2. Propuesta de zonificación para el manejo pesquero sostenible de *Ucides occidentalis*.

Cuadro 3. Sectorización para el manejo pesquero sostenible de *Ucides occidentalis*.

Sector	Ubicación y límites	Observaciones
I	Sur-Oeste del Canal El Izcanal, desde la comunidad Isla Montecristo hasta el Varal.	Zona de gran potencial para la conservación, gracias a los esfuerzos de la comunidad Isla Montecristo.
II	Al Sur-Este del Canal El Izcanal, desde El Brujo al Ajalín	Esta zona presenta algún grado de conservación que podría hacer viables acciones de conservación. Existen algunas zonas agrícolas de gran extensión aledañas que zonifican al manglar.
III	Nor-Este del Canal El Izcanal, desde el cañón El Palma a la zona Norte de la Tirana, incluye Las Trompetas, El Horno, El Dorado, El Rico y las zonas aledañas a la comunidad La Tirana.	La producción de la zona ha sido particularmente alta por muchas décadas hasta que comenzó a declinar en años recientes. La zona es aprovechada por las comunidades Las Mesitas, La Canoita, La Chacastera, La Tirana y otras foráneas.
IV	Nor-Oeste del Canal El Izcanal, del cañón El Palma al río Lempa. Se ubican las comunidades Los Lotes y La Babilonia.	Esta es la zona con más degradación del sector por causa de la presión agrícola. Es fuertemente afectada por los fenómenos de desbordamiento del río Lempa e inundaciones.

Relación de Medidas Biométricas

Los modelos de regresión que mejor se ajustan a la relación entre las variables biométricas AC y peso (cuadro 4), indican que la población de *Ucides occidentalis* presenta un crecimiento alométrico negativo en términos generales y para los sexos independientes, Al aplicar la prueba “t” de Student, se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) de esos coeficientes con el $\beta = 3$, que indicaría crecimiento isométrico (Ricker, 1975). El análisis de covarianza (ANCOVA) entre el peso y el AC, utilizando el sexo de los organismos como co-variable, mostró una relación estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Los hallazgos implican que la especie pesa menos en proporción con su crecimiento en tamaño, lo que podría relacionarse entre otras razones con limitaciones alimentarias que afectan a la población en el ecosistema, puesto que Rivera y Córdova (2010), registraron únicamente el 38% de los individuos en la zona con estómagos completamente llenos e indicios de periodos alimentarios limitantes en el ecosistema. Los resultados de este estudio son coincidentes con lo reportado para esta especie en Guanacaste, Costa Rica (Cabrera *et al.* 1994) y en Ecuador (Solano, 2009).

Cuadro 4. Modelos de Relación entre los parámetros biométricos de *Ucides occidentalis*.

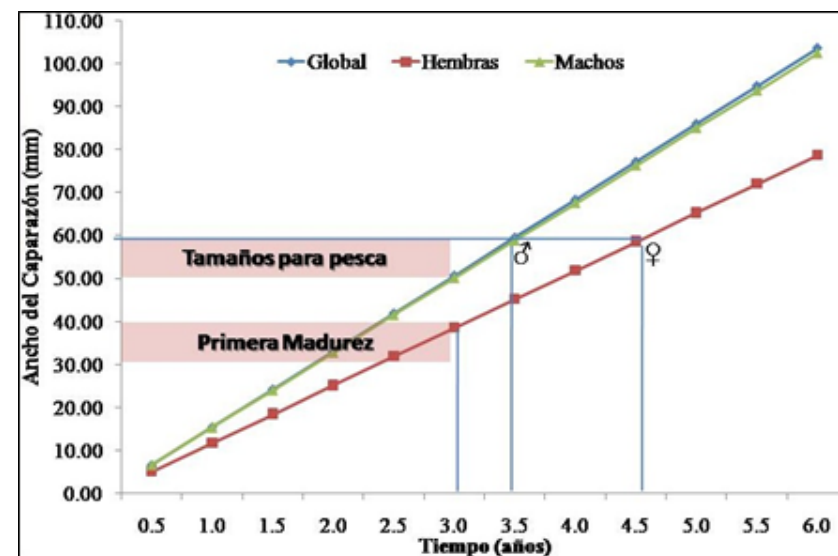
Categoría	Modelos de regresión ^a		
	AC-Peso	AC-LC	AC-GC
General	$y = 0.005x^{2.362}$ ($r^2 = 0.816, p < 0.05b$)	$y = 1.714x^{0.795}$ ($r^2 = 0.775, p < 0.05b$)	$y = 2.208x^{0.683}$ ($r^2 = 0.560, p < 0.05b$)
Machos	$y = 0.007x^{2.300}$ ($r^2 = 0.802, p < 0.05b$)	$y = 1.883x^{0.767}$ ($r^2 = 0.767, p < 0.05b$)	$y = 2.263x^{0.668}$ ($r^2 = 0.674, p < 0.05b$)
Hembras	$y = 0.003x^{2.501}$ ($r^2 = 0.827, p < 0.05b$)	$y = 0.950x^{0.945}$ ($r^2 = 0.878, p < 0.05b$)	$y = 1.046x^{0.875}$ ($r^2 = 0.623, p < 0.05b$)

Parámetros de crecimiento

Los parámetros de crecimiento de *Ucides occidentalis*, arrojaron como resultado valores de L_{∞} de 88.20 mm global, 87.15 mm machos y 78.75 mm hembras y k de 0.20 global y para machos, y 0.17 hembras. El W_{∞} alcanzó 246.75 g globalmente y para los machos, y 168 g para las hembras. La F_i prima de Munro ϕ' (Munro y Pauly, 1983), que para este estudio fue estimado en 3.19, es un parámetro usualmente utilizado para comparar poblaciones de la misma especie, pertenecientes a diferentes stocks, procedimiento que ha sido utilizado para la especie hermana del Atlántico *Ucides cordatus* (Da Rocha, 2006) y para otros brachiuros litorales (Hernández y Arreola, 2007, Castillo *et al.*, 2011).

Las longitudes máximas de AC estimadas para *Ucides occidentalis*, mostraron claramente mayores valores para los machos (91.08 mm) que para las hembras (80.13 mm). Los datos teóricos estimados que ocurrirían naturalmente en el stock – de hecho, se cuenta con datos históricos de 15 años atrás, cuando extractores recuerdan que el stock alcanzaba estas tallas (González, com. Pers.) –, son superiores a los 83 mm para machos y 75 mm para hembras reportados por Fisher *et al.* (1995).

Los datos de ELEFAN I graficados en el modelo Von Bertalanffy (Fig. 3), revelaron que la talla de primera madurez determinada en 40.07 mm (Rivera, 2010b), es alcanzada por las hembras de la población después de los 3 años de edad. Es importante destacar que las tallas apropiadas para la pesca que pueden situarse > 60 mm, son alcanzadas por los machos a los 3.5 años y a los 4.5 años por las hembras.

Figura 3. Gráfico de crecimiento de *Ucides occidentalis* mediante los modelos de Von Bertalanffy.

Probabilidad de captura

Los análisis mostraron que los organismos con AC de 61.50 mm (global), 59 mm (machos) y 62 mm (hembras), tienen un 50% de probabilidad de captura, mientras que aquellos con 77 mm (global), 70 mm (machos) y 67 mm (hembras), tienen un 75% de probabilidad de captura. Estos hallazgos reflejan un panorama alentador para la implementación de medidas de ordenamiento pesquero que dirijan el esfuerzo a organismos con tallas superiores a los 60 mm, tal como quedó establecido en el Plan Local de extracción Sostenible (PLES) de la zona.

Mortalidad y Reclutamiento

La estimación de los coeficientes de mortalidad de *Ucides occidentalis*, tuvo como resultado valores similares de mortalidad total (Z) para los modelos de Veberton y Holt (2.423) y de Ault y Ehrhardt (2.413), cabe señalar que este último modelo fue especialmente diseñado para especies tropicales de vida corta (Rosas y Navarrete, 2008). Las estimaciones de mortalidad natural (M) obtuvieron resultados similares en los modelos de Rikhter y Efanov (0.457) y Pauly (0.4529). Aún cuando han sido concebidos para la estimación de M en peces (Sparre y Venema, 1997), han sido utilizados con frecuencia en los análisis de stocks de cangrejos tropicales (Da Rocha, 2007, Rosas y Navarrete, 2008). Finalmente, el cálculo de la mortalidad por acción directa de la pesca (F) fue de 1.956 para la población de *Ucides occidentalis*.

El patrón de reclutamiento del stock de *Ucides occidentalis* (cuadro 5) inicia en enero (9.30%) y finaliza en noviembre (7.31%) de cada año. Más de la mitad del reclutamiento (53%) ocurre en el periodo de marzo a junio. Ese periodo coincide con altas actividades reproductivas que culminan con las “corridas” y forma parte del ciclo reproductivo caracterizado por más del 60% de hembras en reproducción (Rivera, 2010b). Cabe destacar que la especie se reproduce a lo largo del año, pero la entrada de reclutas estaría, en mayor medida, condicionada por sus patrones reproductivos masivos y por su dinámica larval. De hecho, observaciones de los componentes zooplanctónicos realizadas por Cuéllar (2010), mostraron agregaciones de larvas de cangrejos de *Ucides occidentalis* en torno a Isla de Montecristo, debido a que el delta frente al canal El Izcanal actúa como barrera natural que evita su dispersión fuera del ecosistema de manglar abordado por este estudio. Consecuentemente, se esperaría que la re-circulación larval en el mismo ecosistema, permita el mantenimiento de abundancias considerables de la especie en la zona.

Tasa de Explotación del Recurso

La tasa de explotación (E) de *Ucides occidentalis* en la cuenca baja del río Lempa, calculada mediante la razón F/Z fue de 0.81, resultado inferior a la tasa máxima de explotación estimada con el análisis de rendimiento por recluta relativo, que fue de 1.0. No obstante, con una tasa de explotación actual tan elevada, no podría incrementarse el esfuerzo pesquero sin poner en peligro la viabilidad del stock.

Uno de los aspectos relevantes en el análisis de posibles escenarios de búsqueda de la tasa óptima de explotación del recurso ($E_{max} = 50\%$), es que los parámetros L_{∞} (88.20 mm), el AC al que inicia la explotación (60 mm), k (0.20) y M (0.457), son estimaciones estables y que Z disminuye –y consecuentemente decrecen F y E– en tanto más se alejan el AC promedio (62.15 mm) del AC que inicia la explotación (60 mm). En esa secuencia lógica la tasa óptima de explotación del recurso podría ser alcanzada con un AC promedio de 65-66 mm

Cuadro 5. Patrones de reclutamiento de *Ucides occidentalis*.

Mes	Patrón de reclutamiento (Porcentaje)
Enero	9.30
Febrero	7.77
Marzo	12.68
Abril	12.96
Mayo	14.37
Junio	13.01
Julio	6.86
Agosto	7.45
Septiembre	3.41
Octubre	4.88
Noviembre	7.31
Diciembre	0.00

Propuestas para un Manejo Pesquero Sostenible

Como resultado de la integración de los diferentes elementos de análisis desarrollados en esta contribución, se elaboró una Propuesta de Manejo Pesquero Sostenible para *Ucides occidentalis* en la Cuenca Baja del río Lempa-Bahía de Jiquilisco (cuadro 6). En concordancia con el EEP y los principios ecosistémicos, se diseñó fundamentada sobre los niveles biológicos, ecológicos y socioeconómicos. Adicionalmente, El instrumento de monitoreo local fue validado en un Taller Participativo el 28 de diciembre de 2012, actividad centrada en el entrenamiento del equipo de Guarda recursos, a efecto de implementar el instrumento una vez al mes en al menos un sector al Norte y otro al Sur del canal El Izcanal durante 2013

Objetivos	Metas	Actividades	Tiempo de ejecución	Responsable(s)	Indicadores
Nivel Biológico					
Mantener el stock en niveles sustentables	Incrementar el tamaño promedio de la población a 65 mm	Mantener en 60 mm la talla mínima de extracción.	2013-2014	Extractores Guarda recursos	Tamaños de Capturas
		Evitar la extracción de juveniles (< 60 mm de AC)	Permanente	Guarda recursos MARN CENDEPESCA	Registro de capturas
	Aplicar un esfuerzo pesquero sustentable	Iniciar registro formal y carnetización de usuarios(as)	2013-2014	CENPESCA MARN	Número de usuarios(as) carnetizados.
		Mantener una proporción de capturas en una proporción 2:1 machos y hembras	Permanente	Guarda recursos MARN CENDEPESCA	Registros de capturas
		Establecer una zona de reserva sin explotar en el Varal-El Brujo	2014	Guarda recursos MARN	Hectáreas declaradas
		Declarar un periodo de veda (Mayo a Julio) coincidente con los periodos de mayor reclutamiento de la especie.	2014-2016	MARN CENDEPESCA Usuarios(as)	Acuerdos Ministeriales.
		Actualizar información del esfuerzo pesquero constantemente	Permanente	Guarda recursos	Hojas de registro
		Mantener la tasa de explotación del stock en un 50%	Monitorear las tasas de mortalidad total, natural y por efecto de la pesca y otros parámetros biológicos y ecológicos	Permanente	CENDEPESCA MARN organismos no gubernamentales Universidades
Evaluar los efectos de fenómenos naturales en el stock y sobre el ecosistema					
Nivel Ecológico					
Desarrollar actividades pesqueras en armonía con el ecosistema	Se aplica extracción sostenible del recurso (pesca responsable)	Utilizar únicamente artes de pesca autorizadas y que no perjudiquen el ecosistema	Permanente	Guarda recursos Usuarios(as)	Registros de Guarda recursos.
		Restauración de zonas degradadas de manglar	Permanente	Guarda recursos Usuarios(as) Todas las comunidades	Hectáreas restauradas
		Desarrollar capacitaciones a usuarios(as) del recurso	Permanente	Organismos estatales, no gubernamentales, universidades.	Número de capacitaciones impartidas
Nivel Socioeconómico					
Procurar la eficiencia económica de la pesca artesanal	Crear una cooperativa de puncheros del bajo Lempa	Legalizar una cooperativa de puncheros	2014-2015	CENDEPESCA Asociaciones Agropecuarias	Acta de constitución
		Elaborar un Plan de Negocios de mecanismos justos de comercio	2014-2015	Organismos no gubernamentales	Plan de negocios elaborado. Estudios de mercado.
		Construir un centro de acopio y comercialización comunitario	2015-2016	CENDEPESCA Organismos de la cooperación internacional	Comprobantes de ventas. Infraestructura edificada.
Establecer mecanismos efectivos de participación de usuarios(as)	Manejo pesquero participativo en todo el sector	Conformar un grupo local de puncheros	2014-2015	MARN Organismos no gubernamentales	Actas de reuniones y toma de acuerdos
		Desarrollar reuniones periódicas	Permanente	Grupo local	

Conclusiones

El presente estudio que fue orientado al manejo sostenible de la pesca artesanal de *Ucides occidentalis*, ha generado conocimiento nuevo e insumos relevantes para alcanzar mejores niveles de gestión de ese recurso hidrobiológico en el bajo Lempa y Bahía de Jiquilisco, además de constituir un ejercicio pionero de aplicación de modelos analíticos a esta pesca artesanal en la región centroamericana.

Los machos de la población fueron por lo general más grandes y más pesados que las hembras y ocurrieron en mayor proporción, las medidas biométricas de la especie han incrementado gradualmente en los últimos siete años, indicando que las medidas de conservación implementadas como es el caso de la veda en el canal El Izcanal y la ejecución del PLES, han tenido impacto positivo en la recuperación del ecosistema en general y en el stock de *Ucides occidentalis*, lo que está siendo beneficioso para las más de cien familias dedicadas a esta pesca artesanal.

El promedio de captura (62.15 mm) se encuentra por lo menos a dos eventos masivos de reproducción anuales conocidos como “corridas”, lo que se traduce en una garantía de renovación del stock. Aun así, debe tomarse en cuenta que la extracción de juveniles (menos de < 60 mm) y la degradación del manglar podrían conllevar a una sobre pesca de individuos grandes.

La pesca artesanal de *Ucides occidentalis* se configura en el plano espacial en cuatro sectores claramente diferenciados, dos al Norte y dos al Sur del canal El Izcanal, mientras que en el ámbito temporal, se observan indicios claros de estacionalidad que separan los hallazgos en las épocas secas, lluviosas y transicionales. Estos factores, también ejercen influencia de manera combinada sobre las medidas biométricas.

El crecimiento que exhibe la especie es alométrica negativa, es decir, pesan menos en proporción de su crecimiento en tamaño y es probable que presenten algunas limitaciones alimentarias en el ecosistema, debidas a la degradación o eliminación de zonas boscosas.

La tasa de crecimiento de *Ucides occidentalis* (k) de 0.20, se considera baja y hace a la especie vulnerable a la sobre explotación, especialmente de los individuos con tamaños de AC mayores, tomando en cuenta que son susceptibles en un 75% a la captura comercial. De hecho, la mortalidad ocasionada por la actividad pesquera tiene efecto más pronunciado en la población de la especie a partir de los 60 mm de AC.

El patrón de reclutamiento del stock, es decir, el ingreso de organismos aptos para reproducirse en la población, ocurre de enero a noviembre de cada año, pero más de la mitad del ingreso de reclutas ocurre de marzo a junio, coincidiendo con las épocas de reproducción masiva de la especie.

La tasa de explotación de la pesca artesanal de *Ucides occidentalis* se encuentra muy cercana a la tasa máxima teórica o límite para la sobre explotación. De continuar esta tendencia, ligeros incrementos de esfuerzo pesquero algunos fenómenos naturales podrían poner en peligro la viabilidad del stock. La alternativa más viable para llegar a una tasa óptima de explotación estaría vinculada a alcanzar un incremento del promedio de ancho del caparazón a 65 mm

El proceso de manejo del ecosistema de manglar y sus recursos asociados en la cuenca baja del río Lempa, Bahía de Jiquilisco, ha contado con notables herramientas y regulaciones que han permitido observar cambios favorables. Actualmente se encuentra en etapa de fortalecimiento. En esa vía se presenta la Propuesta de Manejo Sostenible de la Pesca Artesanal, diseñada en este estudio, bajo el Enfoque de Ecosistemas en la Pesca (EEP), que incluye objetivos, metas, actividades, fechas probables de ejecución, responsables e indicadores.

Recomendaciones

Las propuestas de manejo sostenible de la pesca artesanal, bajo el Enfoque de Ecosistemas en la Pesca (EEP), que deberían implementarse en la zona, deben considerar los aspectos biológicos, ecológicos y socioeconómicos que garanticen su sostenibilidad.

Establecer mecanismos que permitan mantener el stock en niveles sustentables, desarrollar actividades pesqueras en armonía con el ecosistema, procurar la eficiencia económica de la pesca artesanal y establecer mecanismos efectivos de participación de usuarios (as).

Fomentar la aplicación de un esfuerzo pesquero sustentable, mediante el registro y carnetización de usuarios (as), mantenimiento de la proporción de captura 2:1 de machos-hembras, declarar un periodo de veda según el periodo de mayor reclutamiento de la especie y actualizar la información del esfuerzo pesquero constantemente.

Considerar la implementación de medidas de ordenamiento y gestión del ecosistema con base en la zonificación propuesta en este estudio, de tal manera que se apliquen medidas de protección del bosque de manglar en los Sectores III y IV y se establezca una zona de reserva sin explotar en el Sector I o II.

Promover el incremento del tamaño promedio del Ancho del Caparazón del stock, manteniendo la talla mínima de extracción en 60 mm y evitando la extracción de juveniles menores de < 60 mm

Mantener la tasa de explotación del stock por debajo del 50% y evaluar los efectos de los fenómenos naturales a través de un monitoreo, que continúe profundizando su conocimiento y permita disponer de insumos científicos sólidos para el fortalecimiento de medidas actuales o el diseño de nuevas estrategias que garanticen la sostenibilidad de la pesquería.

Aplicar extracción sostenible del recurso con artes de pesca autorizadas, restauración del ecosistema y fortalecimiento de capacidades locales.

Crear una cooperativa de puncheros, elaborar un plan de negocios y edificar un centro de acopio comunitario del recurso.

Procurar un manejo participativo del recurso, mediante la conformación de un grupo local de usuarios (as) que se vinculen directamente al manejo pesquero y desarrollen reuniones de intercambio y reflexión periódicamente.

Bibliografía

- Alongi, D. 2009. The Energetics of Mangrove Forest. Springer. Estados Unidos. 216 pp.
- Ault, J; Ehrhardt, N. 1991. Correction to the Beverton and Holt Z-estimator for truncated catch length-frequency distributions. ICLARM Fishbyte 9 (1): 37-39.
- Beverton, R; Holt, S. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish population, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapp. P. V. Réun. CIEM, 140: 67-83.
- Cabrera, J; Vives, F; Solano, Y. 1994. Tamaños y proporción sexual de *Ucides occidentalis* (Crustacea: Gecarcinidae) en un manglar de Costa Rica. Uniciencia 11 (1): 97-99.
- Camilleri, J. 1989. Leaf choice by crustaceans in a mangrove forest in Queensland. Marine Biology 102: 453-459.
- Camilleri, J. 1992. Leaf-litter processing by invertebrates in a mangrove forest in Queensland. Marine Biology 114: 139-145.
- Castillo, J; Eslava, N; González, L. 2011. Crecimiento del cangrejo *Callinectes danae* (Decapoda: Portunidae) de la Isla de Margarita, Venezuela. Revista de Biología Tropical 59 (4): 1525-1535.
- Clarke, K; Warwick, R. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, Reino Unido. 144 pp.
- Cuéllar, T. 2010. Composición y abundancia del Zooplancton. p. 83-99. En: Rivera, C. G. y Cuéllar, T. El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco. Sector Occidental. San Salvador, El Salvador. 231 p.
- Da Rocha, A. 2006. Fishery statistics and commercialization of the mangrove crab, *Ucides cordatus* (L.), in Bragança – Pará – Brazil. Tesis Doctoral. Universidad de Bremen. 176 pp.

- Díaz, I; Jiménez, I; de Lope, M; Sánchez- Mármol, L; Sánchez, E. 2004. Plan de Manejo del Área Natural Bahía de Jiquilisco. MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sv) y AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional, es). San Salvador, El Salvador. 245 p.
- Emmerson, W; Mc Gwynne, L. 1992. Feeding and assimilation of mangrove leaves by the crab *Sesarma meinerti* de Man in relation to leaf-litter production in Mgazana, a warm-temperate southern African mangrove swamp. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 157: 41-53.
- Ferran, A. 2001. SPSS para Windows. Análisis Estadístico. Editorial McGraw Hill. España. 480 pp.
- Fisher, W; Krupp, F; Schneider, W; Sommer, C; Carpenter, K; Niem, V. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. FAO, Roma. 646 p.
- Guyanilo, F; Pauly, D. 1997. FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT). Reference manual. FAO Computerized Information Series (Fisheries) 8 (1): 1-262.
- Guyanilo, F; Sparre, P; Pauly, D. 2002. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) User's Guide. FAO Computerized Information Series 1 (1): 1-168.
- Hernández, L; Arreola, J. 2007. Estructura de tallas y crecimiento de los cangrejos *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (Decapoda: Portunidae) en la laguna costera Las Guásimas, México. *Revista de Biología Tropical* 55 (1): 225-233.
- Hogarth, P. 1999. *The Biology of Mangroves*, Oxford University Press. Estados Unidos. 228 p.
- Jones, D. 1984. Crabs of the mangal ecosystem. En: Por, D.; Dor, I.; Hydrobiology of the mangal. Junk, The Hague, pp. 89-110.
- Koch, V; Wolff, M. 2002. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. *Marine ecology progress series* 228: 119-130.
- Lacerda, L. 2001. *Mangrove Ecosystems. Function and Management*. Springer Verlag. Alemania. 292 p.
- Lee, S. 1997. Potential trophic importance of the faecal material of the mangrove sesarmide crab *Sesarma messa*. *Marine ecology progress series* 159: 275-284.
- Lee, S. 1998. Ecological role of grapsid crabs in mangrove ecosystems: a review. *Marine and freshwater research* 49: 335-343.
- Little, M; Reay, P; Grove, S. 1988. The fish community of an East African mangrove creek. *Journal of Fish Biology* 32: 729-747.
- Lugo, A; Snedaker, S. 1974. The ecology of mangroves. *Annual review of ecology and systematics* 5: 39-64.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV); VMVDU (Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano, SV). 2003: Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. IBERINSA/EPYPSA. Varios volúmenes.
- Montgomery, D. 2002. *Diseño y análisis de experimentos*. Segunda Edición. Limusa Wiley. 686 p.
- Munro, J; Pauly, D. 1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*. 1 (1): 5-6.
- Nordaus, I. 2003. Feeding ecology of the semi-terrestrial crab *Ucides cordatus cordatus* (Decapoda: Brachyura) in a mangrove forest in northern Brazil. *Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)*. Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT). Universität Bremen. 203 p.
- Nordhaus, I; Wolff, M; Diele, K. 2005. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 67: 239-250.
- Odum, W; Heald, E. 1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science* 22(3): 671-738.
- Pauly, D. 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO Documentos Técnicos de Pesca* 234 (1): 1-49 p.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente, pa); MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sv). 2007. GEO El Salvador 2003-2007. Informe del Estado del Medio Ambiente de El Salvador. El Salvador. 161 p.
- Ramos-Cruz, S. 2008. Estructura y parámetros poblacionales de *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 (Decapoda: Portunidae), en el sistema lagunar La Joya-Buenavista, Chiapas, México. Julio a diciembre de 2001. *Panamerican Journal of Acuatic Rsearch* 3(3): 259-268.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Fishery Bulletin Research Board of Canada*. p. 191- 395.
- Rikhter, V; Efanov, V. 1976. On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Research Document* 79 (6/8). 12 p.
- Rivera, CG. 2008. Manejo sostenible de la pesca artesanal de punches (*Ucides occidentalis*) en los manglares del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco. p. 33-483 En: Rivera, C. G. et al. (Eds.). Diagnóstico ambiental 300 mz de bosque salado de la zona sur occidental de la bahía de Jiquilisco, Construcción de letrinas aboneras, y mantenimiento de la reforestación de bosque dulce en la comunidad Las Mesitas, Usulután. FIAES/MANGLE. 71 p.

- Rivera, CG. 2009. Diagnóstico socio-económico de ocho Comunidades del Sector Occidental de la Bahía de Jiquilisco, Departamento de Usulután. Proyecto Académico Especial Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de El Salvador (ICMARES), Universidad de El Salvador-Asociación Local Mangle para la Mitigación de desastres y el Desarrollo del Bajo Lempa y Bahía de Jiquilisco. San Salvador, El Salvador. 59 p.
- Rivera, CG. 2010a. Morfometría, distribución y abundancia de *Ucides occidentalis*. P. 137-156. En: Rivera, C. G. y Cuéllar, T. El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco. Sector Occidental. San Salvador, El Salvador. 231 p.
- Rivera, CG. 2010b. Biología Reproductiva de *Ucides occidentalis*. P. 157-184. En: Rivera, CG.; Cuéllar, T. El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco. Sector Occidental. San Salvador, El Salvador. 231 p.
- Rivera, CG; Córdova, D. 2010. Ecología alimentaria de *Ucides occidentalis*. P. 185-198. En: Rivera, C. G. y T. Cuéllar. El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco. Sector Occidental. San Salvador, El Salvador. 231 p.
- Rivera, CG; Cuéllar, T. 2010. El Ecosistema de Manglar de la Bahía de Jiquilisco. Sector Occidental. San Salvador, El Salvador. 231 p.
- Robertson, A. 1986. Leaf-burying crabs: their influence on energy flow and export from mixed mangrove forests (*Rhizophora* spp.) in northeastern Australia. *Journal of experimental marine biology and ecology* 102: 237-248.
- Robertson, A; Alongi, D. 1992. Tropical Marine Ecosystems: Coastal and Estuarine Studies. Washington, D.C., American Geophysical Union. Estados Unidos. 329 p.
- Robertson, A; Daniel, P. 1989. The influence of crabs on litter processing in high intertidal mangrove forests in tropical Australia. *Oecologia* 78 (1): 191-198.
- Robertson, A; Duke, N. 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Marine Biology* 96 (1): 193-205.
- Robertson, A; Duke, N. 1990. Mangrove fish-communities in tropical Queensland, Australia: spatial and temporal patterns in densities, biomass and community structure. *Marine Biology* 104 (1): 369-379.
- Rosas, C; Navarrete, A. 2008. Parámetros poblacionales de la jaiba azul *Callinectes sapidus* (Rathbun, 1896) en la bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43 (2): 247-253.
- Sasekumar, A; Chong, V; Leh, M; D´Cruz, R. 1992. Mangroves as a habitat for fish and prawns. *Hydrobiologia* 247 (1): 195- 207.
- Schories, D; Barletta-Bergan, A; Barletta, M; Krumme, U; Mehlig, U; Rademaker, V. 2003. The keystone role of leaf-removing crabs in mangrove forests of North Brazil. *Wetlands Ecology and Management* 11 (1): 243-255.
- Shepherd, J. 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data, En: Pauly, D; Morgan, M. (eds). Length-based methods in fisheries research. ICLARM Conf. Proc. 13. p. 113- 119.
- Solano, F. 2009. Aspectos Pesqueros, Biológicos y Socioeconómicos de la captura de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en los manglares del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. 32 pp.
- Sparre, P; Venema S. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. N°. 306.1 Rev. 2: 420 pp.
- Spalding, M; Blasco, D; Field, C. 1997. World Mangrove Atlas. The International Society for Mangrove Ecosystems. Japón. 178 pp.
- Twilley, R; Rivera-Monroy, H; Chen, R; Botero, L. 1999. Adapting to ecological mangrove model to simulate trajectories in restoration ecology. *Marine Pollution Bulletin* 37: 404-419.
- Von Bertalanffy, L. 1934. Untersuchungen uber die Gesetzmäßigkeiten des Wachstums I. Roux. Arch. Entwicklungsmech, 131: 613-652.
- Von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws. II). *Hum Biol.*, Baltimore, 10 (2): 182-213.
- Wolff, M; Koch, V; Isaac, V. 2000. A trophic flow model of the Caeté mangrove estuary (North Brazil) with considerations for the sustainable use of its resources. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 50 (1): 1-15.
- Zar, H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey. Estados Unidos. 662 p.