

SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR, CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

PROYECTO PROMETEO

FORMATO DE PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Nombres del Investigador (a) / Asesor (a) | Jeremy James | Apellidos del Investigador (a) / Asesor (a) | Mendoza Hill |
| Area de investigación | Medio ambiente | | |
| Título de PhD. | PhD. de tercer ciclo en Oceanografía Biológica | Universidad que otorgo el doctorado | Universidad de Bretaña Occidental (UBO), Brest, Francia |
| Institución de acogida (PRINCIPAL) – Ciudad de localización | Universidad Técnica de Machala - Machala | Nombre de la contraparte en la institución de acogida | Wunster Favian Maza Valle |
| Institución de Educación Superior de acogida (COMPLEMENTARIA) – Ciudad de localización | | Nombre de la contraparte en la institución de acogida | |
| Nombre de la investigación con la que el Investigador (a) / Asesor (a) contribuye | Evaluación de la pesquería de concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>) y concha mica (<i>Anadara similis</i>) en la Provincia de El Oro | | |
| Objetivo general de la investigación | Estimar estado de explotación de los recursos concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>) en la Provincia de El Oro | | |
| Fecha de inicio de actividades | febrero 17, 2014 | Fecha final de actividades | febrero 16, 2015 |
| Total meses de vinculación | 12 meses | | |
| Número de vinculación | Primera | (x) | Postulación |
| | Segunda | () | |
| | | | Individual |
| | | | Institucional |
| | | | (x) |
| | | | () |

Perfil de Investigador (a) / Asesor (a)

Doctor en Oceanografía Biológica, experto en análisis y evaluación de pesquerías. Investigador del Instituto Oceanográfico de Venezuela y profesor de dinámica de poblaciones y administración de recursos pesqueros del Postgrado en Ciencias Marinas de la Universidad de Oriente. Coautor de 2 libros, 9 capítulos en libros, 46 publicaciones (32 indexadas), 26 presentaciones en congresos nacionales e internacionales, coordinación de proyectos nacionales y participación en proyectos internacionales. Tutor de 11 tesis de maestría y 1 de ingeniería. Arbitro de revistas nacionales e internacionales. Ha desempeñado los cargos de Jefe de Depto. de Biología Pesquera (Fundación La Salle), Director del Instituto Oceanográfico de Venezuela y Coordinador de Investigación del Núcleo de Sucre de la Universidad de Oriente.

1. Pregunta de investigación, así como su delimitación espacial, temporal.

La concha prieta (*Anadara tuberculosa*) y la concha mica (*Anadara similis*) se encuentran entre los recursos pesqueros más importantes de las pesquerías artesanales en áreas de manglar del Ecuador. Si bien se han hecho diversos estudios sobre estas pesquerías que indican que estas especies se encuentran sobre-explotadas, hasta el momento no se tiene una idea clara de los niveles de explotación a los cuales están

sometidos estos recursos pesqueros, lo cual es un elemento fundamental en la formulación de medidas de gestión.

Las pesquerías artesanales emplean más del 90% de los pescadores a nivel mundial y cada vez más se reconoce su contribución a la seguridad alimentaria y su relevancia socio-económica. La concha prieta y la concha mica son explotadas por pescadores artesanales a lo largo de su área de distribución en el Pacífico oriental tropical (Mackenzie, 2001). En Ecuador estas especies son aprovechadas desde tiempo ancestrales. Sin embargo, la disminución del hábitat, por la tala de manglares con fines acuícolas, y la presión pesquera han afectado los niveles de abundancia de estos recursos. Las principales zonas de explotación son las provincias de Esmeraldas, Guayas y El Oro. Actualmente, las regulaciones en Ecuador establecen una talla mínima de captura (45 mm) y una veda reproductiva de 45 días a principios de año.

Desde la década de 1990 se han estudiado las pesquerías de concha a lo largo de las costas del Ecuador (Mora y Moreno, 2009; Mora et al., 2009; Mora et al., 2010). En estos estudios se han realizado estimación de los desembarques, esfuerzo de pesca y actividad reproductiva. En líneas generales, los estudios muestran una disminución de los desembarques y de los índices de abundancia. Por otro lado, el uso de indicadores biológicos (Flores y Mora, 2011) indican sobre-explotación de estos recursos pesqueros, particularmente de *Anadara tuberculosa*.

La Provincia de El Oro es la segunda más importante del Ecuador en los desembarques de la concha prieta y concha mica, particularmente en Puerto Bolívar, Puerto Jeli y Puerto Huancayo. Los pescadores de estos puertos explotan diferentes esteros ubicados a lo largo de la costa e islas de la Provincia de El Oro.

Las pesquerías de estos puertos serán evaluadas durante un ciclo anual de producción para estimar los niveles de desembarques, dinámica poblacional de los recursos y estado actual de explotación.

¿Cuál es el nivel de explotación del recurso concha en la Provincia de El Oro?
¿Existen diferencias significativas, en términos espaciales y temporales, en las variables biométricas y reproductivas del recurso concha en la Provincia de El Oro?

2. En esta parte señale claramente cuál será la contribución de la investigación en el área del conocimiento respectiva.

La Provincia de El Oro es una de las regiones más importantes en cuanto a desembarques, representando en algunos años más del 50% de la producción nacional.

En este proyecto se propone evaluar la pesquería de conchas en El Oro durante un periodo de un año, con el objeto de cuantificar los niveles de explotación a los que están sometidos estos recursos pesqueros.

A diferencia de estudios anteriores, se propone estimar los niveles de mortalidad por pesca y puntos de referencia biológicos (Quinn y Deriso, 1999), lo cual permitiría definir más claramente las estrategias de manejo a seguir en la administración de estos recursos.

3. La metodología a utilizarse en la investigación. En esta parte se debe demostrar la viabilidad de la investigación.

Trabajo de campo

Se realizarán salidas de campo quincenales en cada puerto para obtener, mediante entrevistas y observaciones directas, datos de desembarques (número de conchas), estero de procedencia, número

de pescadores y captura por pescador/día. Los días de la semana a ser seleccionados para cada visita por puerto se determinarán mediante un muestreo al azar sin reposición. Durante estas visitas también se procederá a medir las longitudes y pesos de una muestra al azar de las conchas, mediante calibradores digitales y una balanza de campo portátil, respectivamente. Finalmente, una vez al mes se adquirirá un centenar de conchas en cada puerto para análisis en laboratorio.

Trabajo de laboratorio

A las muestras adquiridas en cada puerto mensualmente se le medirá la longitud total, peso total, peso de la carne y se establecerá el sexo y estadio de madurez sexual mediante frotis del tejido gonádico.

Análisis de datos.

1. Estimación de desembarques, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (cpue).
En cada puerto se estimarán los desembarques totales en número de individuos por semana muestreada, utilizando el producto de los desembarques por pescador/día por el número de pescadores y los días de pesca por semana. Los desembarques mensuales se estimarán elevando estos valores según el número de semanas en el mes. El mismo procedimiento de elevación se aplicará para la estimación mensual del número de pescadores (Mendoza y Fréon, 1991). La cpue mensual y su desviación estándar por puerto se estimará a partir de los valores de cpue observados.
Se utilizará un modelo lineal generalizado para estimar si existen efectos "puertos" y "mes" sobre los estimados de cpue (Faraway, 2006).
2. Relación longitud-peso, factor de condición y rendimiento en carne.
Para cada puerto se estimará la relación longitud peso del total de individuos muestreados, mediante una función potencial: $w_i = a \times L_i^b$, donde w_i =peso observado, L_i = longitud observada y "a" y "b" son constantes (Froese, 2006). Mediante un análisis de covarianza se determinará si existe un efecto "puerto" sobre las constantes de la relación. El factor de condición se estimará a partir del cociente entre el peso observado y el obtenido de la relación longitud peso. Mediante un análisis de covarianza se estimará si existen efectos "puerto" y "mes" sobre el factor de condición (Faraway, 2002).
De las muestras obtenidas para análisis de laboratorio se estimará una relación longitud-peso por sexo y se determinará si existen diferencias significativas entre sexos mediante una prueba F (Chen et al. 1992). De existir diferencias significativas entre sexos, se estimará el factor de condición para cada sexo por separado y se analizará mediante análisis de covarianza, como en el párrafo anterior, para determinar si existen efectos "puerto" y "mes" sobre el factor de condición por sexo. El mismo procedimiento de análisis se aplicará a los datos de rendimiento en carne por sexo.
3. Estimación de periodicidad reproductiva y talla media de madurez.
Se utilizarán las conchas obtenidas de los muestreos mensuales analizadas en laboratorio para evaluar el comportamiento reproductivo a lo largo del año. Se utilizará la escala propuesta por Mora et al. (2010) para evaluar las variaciones mensuales de la condición reproductiva. Por otro lado, mediante regresión binomial (Faraway, 2006) se determinará si existen efectos "puertos" y "mes" sobre la proporción de individuos maduros.
La talla media de madurez sexual, para machos y hembras por separado, se estimará a partir de la proporción de individuos maduros por clases de talla, mediante una función logística asumiendo una distribución binomial del error (Welch y Foucher, 1988) y los intervalos de confianza se estimarán mediante perfiles conjuntos de verosimilitud (Venzon y Moolgavkar, 1988).
4. Estimación del crecimiento y la mortalidad.
La estimación del crecimiento se realizará a partir del análisis de frecuencias de tallas. En primer lugar, las frecuencias de tallas mensuales serán descompuestas en sus componentes modales asumiendo, en primera aproximación, una distribución normal de los componentes utilizando el paquete R mixdist (MacDonald y Du, 2012). Posteriormente, se graficarán las medias modales y se estimarán las progresiones de tallas en el tiempo atribuibles al crecimiento. Los incrementos de

tallas resultantes se analizarán mediante el método de Fabens (1965) para estimar los parámetros L_{∞} y K de la ecuación de von Bertalanffy y sus intervalos de confianza al 95%.

Existen diversas técnicas para estimar el coeficiente de mortalidad total (Z) a partir de datos de frecuencias de tallas (Sparre y Venema, 1998). En este estudio, como primera aproximación, se aplicarán los métodos de Beverton y Holt (1956), basado en las tallas medias de las capturas, y la curva de captura convertida a longitudes de Pauly (1983) que utiliza la estructura de tallas convertida a edad mediante la ecuación inversa de von Bertalanffy.

La estimación del coeficiente de mortalidad natural es uno de los parámetros poblacionales más difíciles de estimar en poblaciones explotadas. Por lo general, se recurre a métodos empíricos basados en características demográficas de las poblaciones, tales como la tasa de crecimiento, la longevidad o la edad-talla de madurez sexual (Vetter, 1988; Sparre y Venema, 1998; Hewitt y Hoenig, 2005; Gislason et al. 2010). Se aplicarán diversos métodos empíricos, basados en los parámetros poblacionales (crecimiento, talla de madurez y estimación de longevidad) determinados en el presente estudio, para la estimación de M . Esto permitirá obtener un rango de valores posibles para este parámetro (ver, por ejemplo, Hewitt et al. 2007; González et al. 2012) lo que permitirá realizar estudios de sensibilidad en los modelos de evaluación.

Finalmente, se obtendrá un estimado del coeficiente de mortalidad por pesca (F) por la diferencia entre Z y M ($F=Z-M$).

5. Evaluación de las poblaciones y estimación de los niveles de explotación.

Para la evaluación de las 2 especies se utilizará el análisis de cohortes de Jones (1984), bajo el supuesto de una población en equilibrio dinámico. El método de Jones está basado en la transformación de las clases de longitud a edades relativas mediante la ecuación inversa de von Bertalanffy. Luego se estiman los efectivos poblacionales a partir de las capturas en número y las estimaciones de mortalidad natural. La curva logística de madurez sexual estimada en el numeral 3 anterior, permitirá estimar los efectivos poblacionales que constituyen la población adulta reproductora. Los valores del vector de mortalidad por pesca serán calibrados en función de la curva de captura convertida a longitudes (Ehrhardt y Legault, 1997).

Las proyecciones de las capturas para diferentes valores de mortalidad por pesca, para cada especie y el total, se estimarán mediante el modelo de Thompson & Bell (1934). Esto permitirá establecer, bajo condiciones de equilibrio dinámico, el comportamiento de las capturas, del número poblacional y de la fracción adulta a diferentes niveles de mortalidad por pesca. Por otro lado, se estimará la captura máxima sostenible y el nivel de mortalidad correspondiente, se estimará el valor de $F_{0.1}$ y, finalmente, el nivel de mortalidad correspondiente a una biomasa adulta del 40% de la biomasa virgen, como puntos de referencia biológicos (Quinn y Deriso, 1999).

Los datos obtenidos a través de los diferentes muestreos de campo serán almacenados mediante hojas de cálculo Excel. Los análisis correspondientes a los numerales 1 al 4 serán realizados utilizando el programa estadístico R (R Development Core Team, 2013), mientras que los análisis correspondientes al numeral 5 se harán utilizando hojas de cálculo Excel.

Referencias Citadas

Beverton, R.J.H., y S.J. Holt (1956) A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in catch sampling. *Rapp. P.-V. Réun. CIEM* 140: 67-83.

Chen, Y., D.A. Jackson y H.H. Harvey (1992). A comparison of von Bertalanffy and polynomial functions in modeling fish growth data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49: 1228-1235.

Ehrhardt, N y C. Legault, 1997. Crustacean stock assessment techniques incorporating uncertainty. *FAO Fish. Rep.* 544 Suppl.: 111-131.

Fabens, A.J., 1965. Properties and fitting of the von Bertalanffy growth curve. *Growth*, 29:265-289

Faraway, J., 2002. Practical Regression and Anova using R. URL: www.stat.lsa.umich.edu/~faraway/book.

- Faraway, J., 2006. Extending the linear model with R. Generalized linear, mixed effects and non-parametric regression models. Chapman & Hall, Boca Raton.
- Flores, L. y E. Mora, 2011. Evaluando variaciones en la talla de *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en el Archipiélago de Jambeli: hay indicios de sobrepesca? Annual Meeting of the Western Society of Malacologists and 12^m Annual National Mexican Meeting of Malacology and Conchology. La Paz, Baja California Sur, Mexico. June 27-30.
- Froese, R., 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 241-253.
- Gislason, H., Daan, N., Rice, J.C. y J.G. Pope, 2010. Size, growth, temperature and the natural mortality of marine fish. *Fish and Fisheries*, 11: 149-158.
- González, A., J. Mendoza, F. Arocha y A. Márquez, 2012. Tasa de explotación y rendimiento sostenible de *Pseudoplatystoma fasciatum* en el eje Caicara-Cabruta del Orinoco. *Zoot. Trop.*, 30 (2): 155-169.
- Hewitt, D.A. y J.M. Hoenig, 2005. Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fish. Bull.* 103:433-437.
- Hewitt, D.A., D.M. Lambert, J.M. Hoenig, R.N. Lipcius, D.B. Bunnell y T.J. Miller, 2007. Direct and indirect estimates of natural mortality for Chesapeake Bay blue crab. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 136:1030-1040.
- Jones, R. (1984). The use of length composition data in fish stock assesment (with notes on VPA and Cohort analysis). *FAO Fish Tech. Pap.* (256): 118p.
- Mackenzie, C.L., 2001. The fisheries for mangrove cockles, *Anadara* spp., from Mexico to Peru, with descriptions of their habitat and biology, the fishermen's lives and the effects of shrimp farming. *Mar. Fish. Rev.*, 63 (1): 1-39.
- MacDonald, P. y J. Du 2012. Mixdist: Finite Mixture Distribution Models. R package version 0.5-4. <http://CRAN.R-project.org/package=mixdist>.
- Mendoza, J. y P. Fréon, 1991. Producción y Esfuerzo de la Flota Artesanal Costanera en Juan Griego, Isla de Margarita, durante los Años 1983, 1985 y 1986. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, Vol. LI, No. 135-136 : 129-144.
- Mora, E. y J. Moreno, 2009. La pesquería artesanal del recurso concha (*Anadara tuberculosa* y *A. similis*) en la costa Ecuatoriana en el 2004. *Bol. Cient. Tec., INP-Ecuador*, 20 (1):1-16.
- Mora, E., J. Moreno y V. Jurado, 2009. La pesquería artesanal del recurso concha en las zonas de Esmeraldas y El Oro, durante el 2008. *Bol. Cient. Tec., INP-Ecuador*, 20 (2): 17-36.
- Mora, E., J. Moreno, V. Jurado y L. Flores, 2010. La pesquería de la concha prieta (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*) en el 2009: indicadores pesqueros y condición reproductiva en la zona norte y sur de Ecuador. *Bol. Cient. Tec., INP-Ecuador*, 20 (8): 35-49.
- Pauly, D., 1983. Length-converted catch curves. A powerful tool for fisheries research in the tropics. (Part I). *ICLARM Fishbyte*, 1(2):9-13
- Quinn II, T.J. y R.B. Deriso, 1999. Quantitative fish dynamics. Oxford Univ. Press, Nueva York.

R Development Core Team, 2013. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Sparre, P y S.C. Venema, 1998. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1 Manual. *FAO Fish. Tech Pap.* 306/1. Rev. 2.

Thompson, W.F. and F.H. Bell, 1934. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep.Int.Fish. (Pacific Halibut) Comm.*, (8):49 p.

Venzon, D.J. y S. H. Moolgavkar, 1988. A method for computing profile-likelihood-based confidence intervals. *Appl. Stat.*, 37:87-94.

Vetter, E.F., 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. *Fish. Bull.*, 86 (1): 25-43.

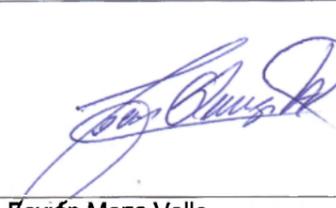
Welch, D.W. y R. P. Foucher, 1988. A maximum likelihood methodology for estimating length-at-maturity with application to Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) population dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 45:333-343.

4. Productos esperados

En esta sección favor llenar el siguiente cuadro. Favor no modificar los componentes y obligatoriamente se debe cumplir con los componentes 1, 4 y 7. Si algún componente no aplica, favor colocar N/A

| COMPONENTES | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | RESULTADOS POR OBJETIVO |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 INVESTIGACIÓN | <ol style="list-style-type: none"> 1. Estimar desembarques, esfuerzo de pesca y captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de conchas de la Provincia de El Oro. 2. Estimar periodicidad reproductiva y talla de madurez sexual. 3. Estimar relaciones biométricas, factor de condición y rendimiento en carne. 4. Evaluar estado del recurso mediante análisis de frecuencias de tallas de <i>Anadara granulosa</i> y <i>Anadara similis</i>. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Valores de desembarques, esfuerzo de pesca y cpue por mes. Significancia estadística de las diferencias espaciales y temporales de los estimados. 2. Épocas reproductivas y diferencias espacio-temporales. Cronograma de madurez en función de las tallas y sexos. 3. Diferencias estadísticas entre sexos y de las variaciones espaciales y temporales de las relaciones y variables. 4. Curvas de crecimiento de von Bertalanffy por especies, estimaciones de mortalidad y evaluación del estado de explotación. |
| 2 CAPACITACIÓN CIENTÍFICA EN EL ÁREA PERTINENTE A SU ESPECIALIDAD (teórico y formativo) | Capacitación en el área de evaluación de recursos pesqueros (muestreo y análisis de datos) | La Universidad de Machala contará con profesionales capacitados para el muestreo y análisis de pesquerías |

| COMPONENTES | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | RESULTADOS POR OBJETIVO |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 ASESORÍA EN LA ELABORACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS | Generar información sobre el estado del recurso concha en la Provincia de El Oro para las autoridades nacionales y provinciales. | Autoridades nacionales y provinciales en mejor capacidad de diseñar políticas públicas para la administración de las pesquerías de la Provincia de El Oro. |
| 4 DOCENCIA | Curso de introducción a la modelación estadística | Formación de profesionales de diversas áreas de las ciencias agropecuarias en la aplicación de la modelación estadística y en el uso del lenguaje estadístico R |
| 5 ASESORÍA Y DISEÑO DE PROGRAMAS DE POSTGRADO | Se estudiará y evaluará con las autoridades de la Universidad Técnica de Machala, la incorporación de estudios poblacionales y pesqueros en el área de estudios ambientales | Diseño de cursos en estudios poblacionales y pesqueros a nivel de postgrado. |
| 6 GESTIÓN DE RECURSOS NACIONALES E INTERNACIONALES (administrativos, humanos, económicos, etc.) | N/A | N/A |
| 7 RELACIONAMIENTO ESTRATÉGICO INTERINSTITUCIONAL NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL | Se buscará fortalecer las relaciones entre la Universidad Técnica de Machala y el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador para el análisis conjunto de pesquerías en la Provincia del Oro. Se aprovecharán los contactos que mantengo con el Grupo de Investigación en Biología de Moluscos de la Universidad de Oriente, Venezuela (Drs. César Lodeiros, Luis Freitas, Antulio Prieto) | Mejorar el uso de los recursos humanos y financieros disponibles para el estudio y análisis de pesquerías en la Provincia de El Oro. Fortalecer el área de cultivo y biología de moluscos bivalvos en la Universidad Técnica de Machala. |

| | |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Firma y sello de la contraparte de la institución de acogida |   |
| Nombre de la contraparte de la institución de acogida | Dr. Fayán Maza Valle |
| Fecha de la propuesta | 10 de Septiembre del 2013 |