

Batimetría en la bahía El Ostional para valoración de cultivos de ostión de roca (*Striostrea prismatica*, Gray, 1825)

Bathymetry in El Ostional Bay for the assessment of rock oyster cultures (*Striostrea prismatica*, Gray, 1825)

Jorge Guatemala Herrera  y Sergio Cordonero González ²

¹Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, (UNAN-Managua/CIRA),
Managua, Nicaragua.

²Instituto Nicaragüense de Estudio Territoriales INETER

Resumen

El objetivo de este trabajo consistió en determinar sitios de la bahía de Ostional, Nicaragua, aptos para implementar granjas de cultivos de ostión de roca, tomando en cuenta morfología y profundidad del área de fondo de la bahía. Para mapear la morfología del fondo, se realizaron sondeos batimétricos de toda la bahía, mediante el trazado de 20 perfiles transversales a la costa de 1.3 km de longitud y con un espaciamiento entre cada perfil de 50 m. Además, se trazaron dos perfiles de control paralelos a la costa, cortando en aproximadamente dos tercios la longitud de cada perfil. Asimismo, se realizó un sondeo circular alrededor de la ubicación de las jaulas de cultivo experimental de ostión de roca que tiene la cooperativa de mujeres del Ostional en la bahía. El área abarcada por el levantamiento batimétrico es de aproximadamente 0.8 km² y la profundidad máxima registrada es de 21.6 m, el fondo es uniforme y las profundidades van desde 0 m a 21 m con una pendiente de 2 %. Con las series de datos generadas en los sondeos se elaboró un mapa a escala de 1: 3,000, que permitió valorar las diferentes metodologías de cultivo del ostión con respecto a la idoneidad espacial XYZ. Se determinó que se puede aprovechar toda la zona de la bahía para los diferentes sistemas de cultivos sumergidos, estos podrían ser ubicados desde una distancia de la costa de 0.34 km hasta los 1.3 km mar adentro en donde las profundidades corresponden a las isobatas de 5 m y 20 m respectivamente, aprovechando una oscilación promedio de 1.8 m entre mareas.

Palabras claves:

Batimetría, Cultivo de Ostión de roca, bahías



Summary

The objective of this research was to determine sites in the Ostional Bay in Nicaragua, suitable for implementing rock oyster farming, considering the morphology and depth of the bay. Bathymetric surveys of the entire bay were performed to map the morphology of the bottom, tracing twenty 1.3 km long profiles perpendicular to the coast, with a spacing of 50 m between profiles. In addition, two control profiles were drawn parallel to the coast, cutting in about two thirds the length of each profile. A circular survey was also carried out around the location of the experimental scallop cages that the cooperative has. The area covered by the bathymetric survey is approximately 0.8 km² and the maximum depth recorded is 21.6 m, the bottom is uniform, and the depths range from 0 m to 21 m with a 2% slope. With the series of data generated in the surveys, a map was drawn up at a scale of 1: 3,000; this information allowed us to assess the different methodologies of oyster culture with respect to the XYZ spatial suitability. It was determined that the entire area of the bay can be used for different submerged culture systems; these could be located from a distance from the coast of 0.34 km to 1.3 km offshore where the depth corresponds to the isobath of 5 m and 20 m respectively, taking advantage of an average oscillation of 1.8 m between tides.

Keyword:

Bathymetry, rock oyster aquaculture, bays

Introducción

El Ostional es una comunidad del municipio de San Juan del Sur del departamento de Rivas. Este departamento se caracteriza por su abundante belleza natural que le confiere alto potencial turístico, así como una biodiversidad única (Arróliga Montenegro, 2017). Este municipio además de su potencial turístico y de conservación, tiene alto potencial para el desarrollo de sistemas de acuicultura. Desde hace unos pocos años las mujeres organizadas en pequeña cooperativa han empezado a incursionar en el cultivo de ostras y ostiones con el apoyo de algunas instancias como JICA, Paso Pacífico y el Instituto Nicaragüense de la Pesca y la Acuicultura (INPESCA); sin embargo, existe la limitante de pocos estudios y evaluaciones técnicas sobre el entorno morfológico de la bahía para implementar cualquier sistema de cultivo. Los pocos estudios a nivel de país se remontan a los años 70 con proyectos experimentales en la bahía de Bluefields y el Golfo de Fonseca con el cultivo de la ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) y en el 2006 un

sondeo de las técnicas de cultivo de moluscos y bivalvos en la zona de Chinandega (CIDEA, 2006). Estos primeros pasos son parte del aumento del interés a nivel nacional y regional para desarrollar estrategias para el desarrollo de la acuicultura sustentable (FAO, 2009; Velasco, 2008).

El cultivo de moluscos es una alternativa para algunas comunidades costeras por su fácil acceso y por su alto contenido proteico, opciones que permiten explotar bancos naturales sin llegar a la sobre explotación, además de garantizar una forma de sustento a pequeñas comunidades como El Ostional. El ostión de roca *Striostrea prismática* (WoRMS, 2019) es un molusco de alto valor comercial y este se distribuye a lo largo del pacífico americano, desde Baja California hasta Perú y se encuentra adherido a los sustratos intermareales con rocas con profundidades menores a los 10 m (Sonnenholzner, 2014).

Para establecer sistemas de cultivos controlados de cualquier organismo acuático,

es necesario conocer la morfometría del entorno donde se establecerán las áreas de cultivos, para lo cual es preciso hacer un levantamiento batimétrico. La batimetría es el estudio precursor que nos permitiría evaluar la posibilidad de la implementación del cultivo de Ostión de roca en la zona de El Ostional, Esta se llevó a cabo en el poblado costero El Ostional, ubicado en el océano Pacífico al suroeste de Nicaragua.

Esta investigación se realizó en el marco de cooperación y servicios que brinda la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua a través del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (UNAN-Managua/CIRA) como parte del apoyo de las universidades hacia las comunidades, y del papel de liderazgo interinstitucional entre entidades estatales, privadas y organismos no gubernamentales para fomentar la generación de información científica técnica base, para la evaluación y aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos del país.

Como un aporte de la Universidad ante la necesidad del colectivo de mujeres cultivadoras de ostras en la bahía El Ostional (CPOO), se realizó la evaluación del sitio donde la cooperativa tiene ensayos de cultivos y donde proyectan el establecimiento de granjas de cultivos de ostras.

El estudio batimétrico es la primera fase de los estudios complementarios que se estarían realizando por los colectivos de investigadores docentes de la UNAN-Managua/CIRA, enfocados en la evaluación de la calidad del agua y sedimentos, disponibilidad y composición de los productores primarios para el sustento del

cultivo de ostras en la bahía del Ostional (*Striostrea prismática*).

La batimetría consistió en un barrido de toda la bahía, aproximadamente 20 perfiles transversales a la costa, de unos 1.5 km de longitud y un espaciamiento entre ellos de 50 m, así como también un levantamiento a detalle de la costa de la bahía.

Área de estudio

El estudio batimétrico se realizó en la bahía del poblado costero El Ostional, municipio de Rivas, entre las coordenadas geográficas UTM 1327000N- 634000E y las 1328000N- 636000E. Ubicado en el océano Pacífico al suroeste de Nicaragua, a unos 170 kilómetros al sur de Managua y a 10.5 kilómetros de la frontera con Costa Rica (Fig. 1).

Métodos

Método de levantamiento:

Batimetría: se realizó siguiendo el método y disposiciones técnicas referidas en la publicación estándares 44 (S-44) de la Organización Hidrográfica Internacional ((OHI), 2008). Las mediciones se llevaron a cabo entre noviembre y diciembre del 2017.

- a) **Trazado y espaciamiento de líneas de sondeo:** El levantamiento batimétrico fue trazado con líneas de sondeos perpendiculares a la línea de costa a intervalos de 50 m entre cada línea. Se registró de forma continua las profundidades a lo largo del trazo de cada línea planificada, procurando mantener el rumbo y que el margen de desvío del eje central de cada línea de sondeo no fuese mayor a los 10 m. (Fig.1)

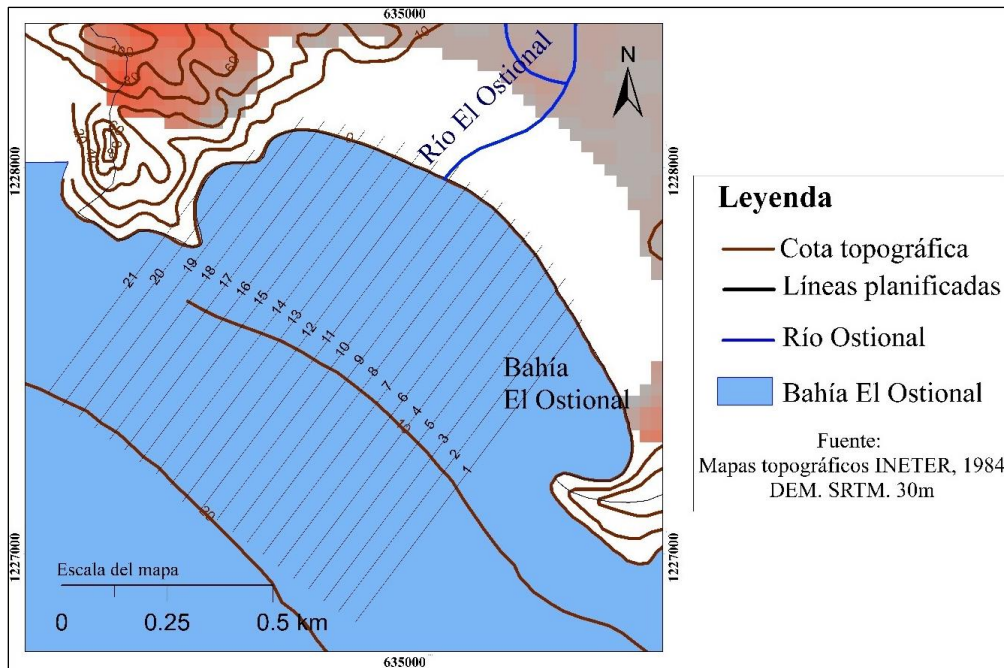


Figura 1. Área de estudio y líneas planificadas para cada sondeo.

b) **Datum Vertical:** El Datum utilizado para hacer la referencia a las profundidades del sitio de estudio se realizó con un GPS de precisión (Fig. 2a). Para obtener el dato inicial se estableció una base geodésica con dos puntos denominados Ostional 1 (634862 E y 1228355 N elevación geoidal 3,609 m) y Ostional 2 (634931 E y 1228332 N elevación geoidal de 4,041m), obtenidas después de un periodo de dos horas de observación con el GPS, tiempo suficiente para la obtención de la elevación ortométrica de buena precisión.

Los puntos Ostional 1 y Ostional 2, permitieron la determinación de la elevación del nivel 0 del puesto de observación de mareas que se instaló en el sitio del levantamiento (Fig. 2b), los datos de este último son con los que se hacen las correcciones por marea de la batimetría realizada.

c) **Datum horizontal:** Para el posicionamiento de los puntos de

batimetría se utilizó el Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84) y la proyección Universal Transversa de Mercator (UTM), con un GPS de precisión submétrica (Fig. 2a).

d) **Correcciones a la batimetría:** Las profundidades se corrigieron por velocidad del sonido y por marea. Para determinar la velocidad del sonido en la columna de agua, se utilizó un perfilador de sonido con precisión de 0.1 m/s que fue sumergido hasta los 6 m de profundidad. En la Figura 3 se muestran los datos y curvas respectivas para estimar la velocidad del sonido, a fin de comprobar la velocidad del sonido bajo las condiciones de salinidad y temperatura del agua al instante de realizar la batimetría. Las correcciones por marea se calcularon con base a los datos recopilados en el puesto de observación temporal instalado en el área de estudio (Fig. 2).



Fig 2a)



Fig 2b)

Figura 2. a) GPS de Precisión b) puesto de observación de mareas.

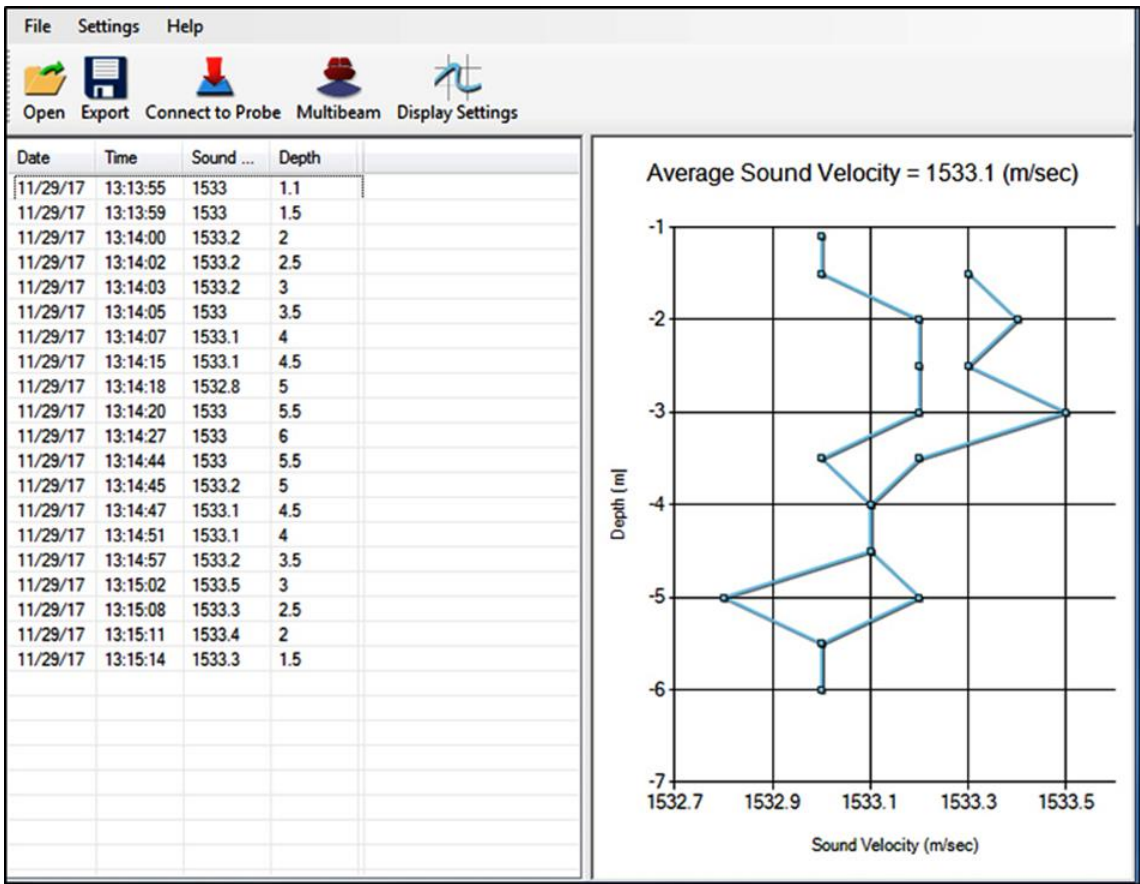


Figura 3. Perfil de la velocidad del sonido al instante de la realización de la batimetría.

e) **Velocidad de Sondeo:** El desplazamiento por cada línea de sondeo programada se realizó en una embarcación de 28 pies, del tipo tiburonera con toldo y motor fuera de borda de 75HP, durante el trabajo operativo de los sondeos de profundidad, la velocidad de avance del medio flotante se mantuvo en el rango de los 4 a 6 nudos correspondiente a unos 7 a 11 km/h aproximadamente

Levantamiento de costa: Para complementar la batimetría en la bahía, se llevó a cabo un levantamiento topográfico del

litoral adyacente (Fig. 4), se utilizaron como base, los puntos controlados con GPS (Ostional 1 y Ostional 2). Esta topografía se efectuó con equipo topográfico automático (Estación Total Leica GPS1200) en un segmento de costa de 1.3 km.

Equipamiento y software: a continuación, se describen los equipos y software hidrográficos utilizados en la etapa de campo y la disposición en el medio acuático en la realización de los sondeos batimétricos (Fig. 5).



Figura 4. Secuencia fotográfica, realización del levantamiento costero en la bahía El Ostional.

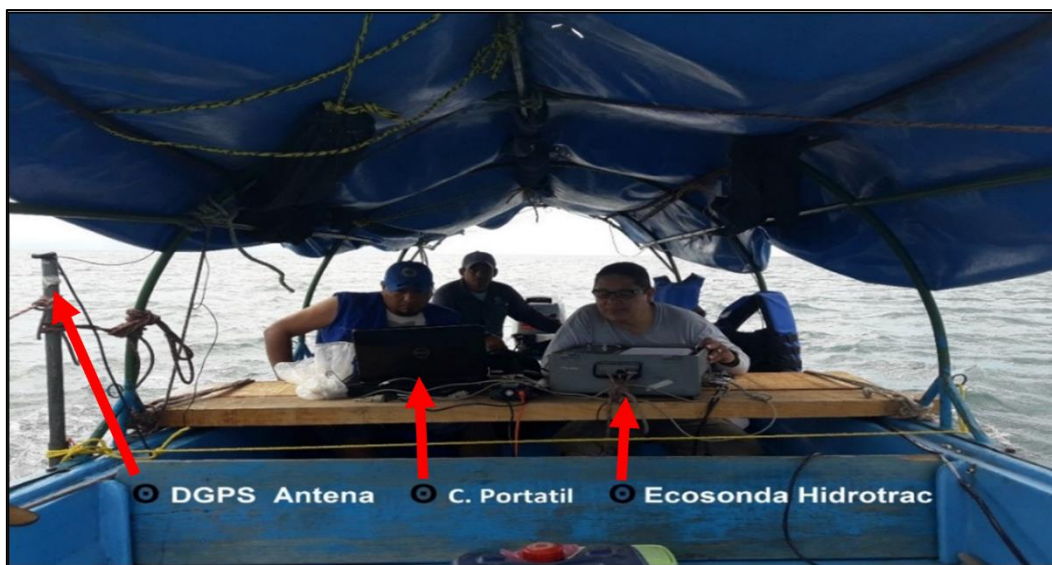


Figura 5. Ecosonda Hidrotrac II con GPS diferencial incorporado y conexiones a la PC.

- a) **Ecosonda Hidrotrac II** (Teledyne Odom Hydrographic) con GPS diferencial incorporado: Equipo para medir las profundidades de forma ininterrumpida durante el trazado de una línea de sondeo. El registro se da en formato gráfico y digital (Fig.6).
- b) **Sensor Digibar-Pro**: Mide la velocidad del sonido en el agua para corregir profundidades determinadas con ecosonda hidrotrac (Fig. 7).
- c) **GPS doble frecuencia**: Para realizar control geodésico (xyz) de puntos BM).
- d) **Estación Total**: Equipo topográfico para mediciones planimétricas y altimétricas de forma automatizada (Fig. 8).
- e) **Nivel de precisión**: Nivel Wild N-3 para realizar nivelación geométrica en el control vertical del puesto de observación de mareas (Fig. 9).
- f) **Computadora portátil Dell**: Para realizar la interfaz del software Hypack y el equipo hidrográfico, además de utilizarla para procesar los datos
- g) **Hypack 2012**: Para realizar levantamiento batimétrico haciendo interfaz entre el equipo hidrográfico y la computadora. El software permite trazar el plan de líneas, grabar los datos y procesar los mismos, hasta su edición final.
- h) **Autocad**: Software utilizado en el proceso de preparación del plano batimétrico.
- i) **ArcGis 10.2**: Edición de plano batimétrico.
- j) **Surfer 9**: Edición de plano batimétrico.

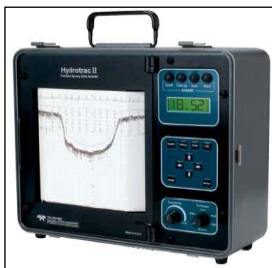


Figura 6. Ecosonda Hidrotrac II



Figura 7. Sensor Digibar-Pro



Figura 8. GPS doble frecuencia y estación Total



Figura 9. Nivel de precisión

Trabajo de campo: La batimetría se diseñó con líneas de sondeo espaciadas cada 50 m, para un total de 23 líneas perpendiculares a la costa, 2 transversales al eje longitudinal de la costa y un alrededor de las jaulas experimentales (Fig. 1 y Fig. 13). Este espaciamiento garantizará un levantamiento a escala 1: 3,000.

Para medir las profundidades se utilizó un ecosonda de registro gráfico y digital teledyne odom hydrographic Hydrotrac - II, que de forma continua registró el perfil del fondo, por la derrota de la línea de sondeo planificada.

El transductor del ecosonda es de alta frecuencia, 200 Khz, con sistema de GPS diferencial incorporado, los cuales trabajaron en interfaz con el software hidrográfico

Hypack 2012. El software Hypack garantizará un levantamiento de datos (xyz) de forma automatizada los cuales serán almacenados en una PC, durante la operación batimétrica.

Resultados

El Ostional es un tipo de bahía abierta, semicircular, con una longitud aproximada de 1.3 km y se adentra en el área continental unos 0.5 km. La marea es del tipo semidiurno, es decir que cada día se dan dos mareas bajas y dos mareas altas de forma alternada, con una amplitud promedio de 1.8 m (6 ft)

La batimetría fue ejecutada en un área de 0.8 km², una franja marítima de 0.8 km de ancho por 1.3 km de longitud, mar adentro (Fig. 10).

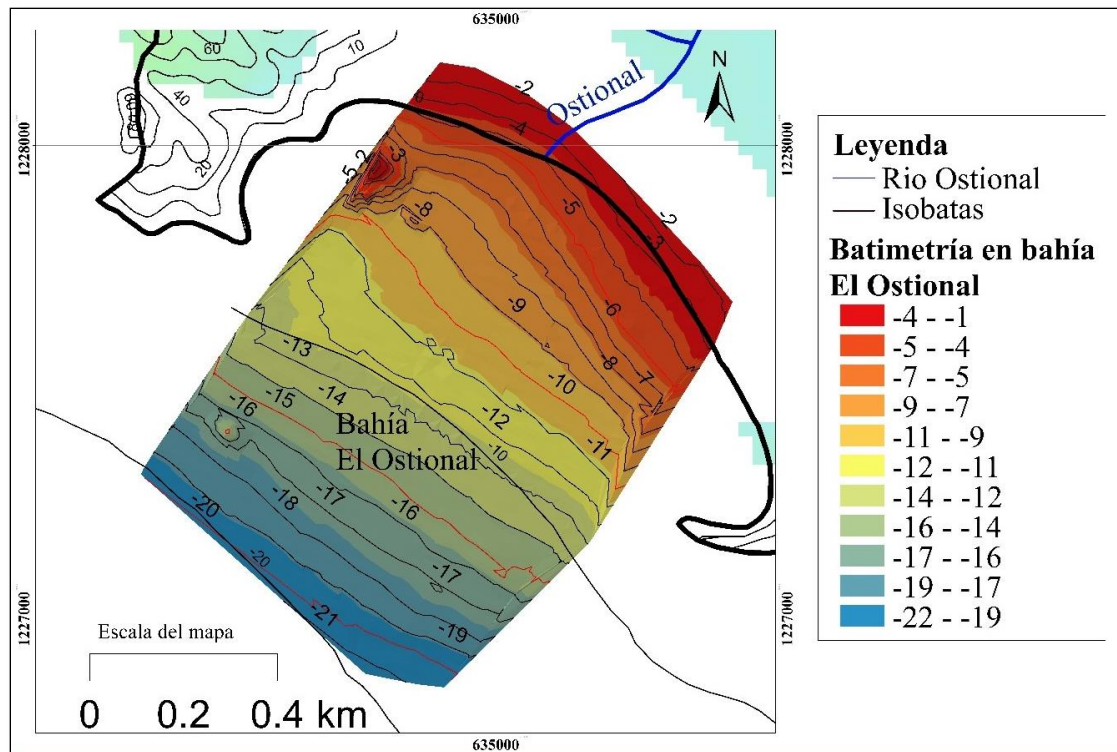


Figura 10. Cobertura de la batimetría realizada en la bahía El Ostional con sus respectivas isobatas. Adyacente al área donde se efectuó la batimetría, se realizó el levantamiento costero (Fig. 11) para hacer las correlaciones y correcciones respectivas a las profundidades de los sondeos. De acuerdo con los datos obtenidos la profundidad máxima registrada fue de 21.5m en el límite suroeste del área levantada.

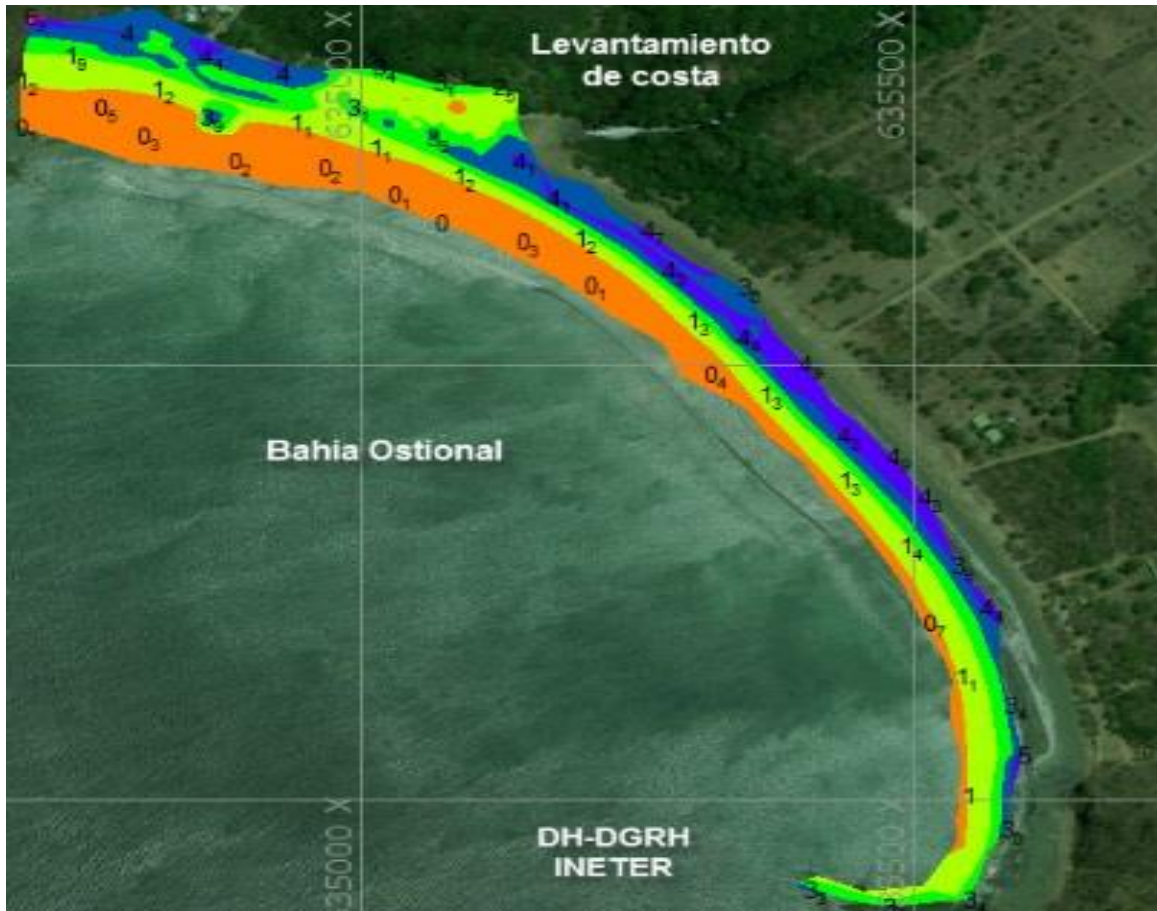


Figura 11. Área de levantamiento costero en la bahía El Ostional.

Las isobatas generadas a partir de los datos de profundidad muestran un relieve de fondo uniforme. Las profundidades van desde los 0 m hasta los 21 m con una pendiente del 2%. Las isobatas con valores de 5 m, 10 m, 15 m y 20 m se encuentran aproximadamente a 340 m, 650 m, 1000 m y 1300 m del litoral respectivamente, extendiéndose paralelamente a la línea de costa.

Las zonas rocosas al noroeste y en los extremos de la bahía que terminan en promontorios al noroeste y suroeste de la bahía se adentran al mar y forman rasas mareales (Fig. 12), que consiste en una plataforma rocosa costera controlada por la actividad tectónica o volcánica y que al momento de la bajamar (nivel de la marea baja) queda expuesta a la superficie y durante

pleamar (marea alta) quedan totalmente cubiertas. Se trata de una formación originada por retroceso del acantilado debido a la acción directa del oleaje y de evolución lenta (Castedo Ruiz, 2012), aquí las profundidades registradas disminuyeron hasta los 1,4 m.

Se realizaron sondeos alrededor de las jaulas flotantes experimentales de cultivo de ostiones que tiene la cooperativa y se determinó que están colocadas alrededor de las coordenadas UTM 634 850 E y las 1227 550 N a una profundidad entre los 11 m y 11.5 m (Fig. 13)



Figura 12. Secuencia fotográfica de las Rasas mareales al noroeste y suroeste de la bahía El Ostional.

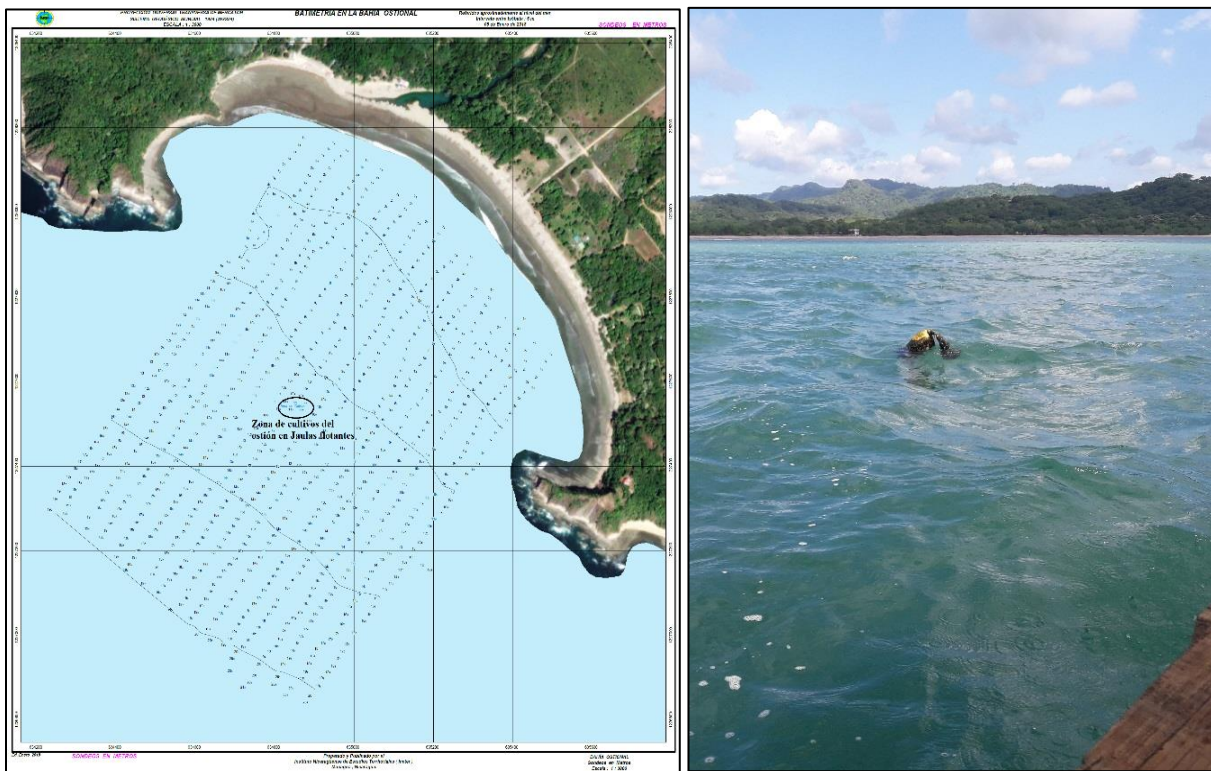


Figura 13. Ubicación espacial de las jaulas flotantes colocadas por la cooperativa, a una profundidad entre 11 y 11.5 m.

Discusión

De acuerdo con las profundidades obtenidas por los sondeos se destaca la viabilidad de colocación de los diferentes sistemas de cultivos sumergidos desde una distancia de la costa de 0.34 km hasta los 1.3 km mar adentro en donde la profundidad corresponde a la isobata de 5 m y 20 m respectivamente, ambas estarían sometidas a una oscilación promedio de 1.8 m entre mareas. Con respecto a la distribución espacial, toda la bahía es apta para la colocación de los sistemas de cultivo sumergidos como: balsas, línea larga, sistemas submareales, de estacas o con sistemas de bandejas y de fondo, (JICA, 2007; FAO, 2009) siempre que se tome en cuenta que la parte litoral costera presentan salientes rocosas que son riesgosas para la navegación y/o la implementación de estos sistemas.

Por otro lado, es importante tener en cuenta la evolución espacio temporal a que se ven sometidas las zonas costeras ya sea por la dinámica natural o bien por las acciones antropogénicas que contribuyen a la variabilidad de la línea de costa entre los pocos metros hasta un kilómetro, según (Castedo Ruiz, 2012) los procesos naturales pueden ser variaciones climáticas estacionales, oleajes y mareas a la que está sometida las zonas costeras o bien a las actividades humanas como las estructuras costeras e hidráulicas creadas por el hombre o la extracción de recursos naturales tanto en la zonas de mangles como en la zonas litorales que puedan modificar de un grado u otro la morfología de la zona costera así como la calidad de las aguas y el lecho marino.

Con respecto a la calidad de las aguas, se deben realizar estudios de las condiciones ecológicas de las otras comunicadas que componen el ecosistema y que sirven de alimento del ostión de roca, es preciso conocer las condiciones fisicoquímicas que favorezcan la reproducción y desarrollo de

todos los organismos de la cadena trófica de la bahía para poder implementar granjas de cultivos. También es importante destacar que la presencia del ostión de roca en los ecosistemas marinos en sí, es considerado como indicador de buena calidad del agua ya que en presencia de ecosistemas contaminados o alterados no logran prosperar, según autores este ostión se encuentra ampliamente distribuido en el Pacífico, desde México hasta Perú, y es uno de los más aprovechados por la industria alimenticia y algunos casos se encuentran en alto grado de sobreexplotación que podrían provocar su disminución en las poblaciones naturales (González, 2021; García, 2016).

Conclusiones

Se detectaron puntas rocosas al noroeste de la bahía, así como a los extremos de ésta, al noroeste y suroeste formando rasas mareales y promontorios, respectivamente, con profundidades inferiores a los 1.4 m.

Los resultados permitieron determinar que la bahía de Ostional es idónea para fomentar granjas de cultivos de ostión de roca, ya que su morfología y la altura de la columna de agua (profundidad) cumple con los requisitos para el desarrollo de los métodos de cultivo sumergidos, que puede ser el sistema de balsas o el sistema de línea larga entre otros.

Este estudio es la base para conocer la geomorfología del fondo de la bahía y las profundidades que imperan en la misma, pero para evaluar la capacidad de los sistemas de cultivos de ostiones, es necesario determinar el espesor de la zona fótica que va asociada la disponibilidad de los alimentos expresados como fitoplancton y zooplancton, así como la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua capaz de mantener y desarrollar la vida saludable de los cultivos.

Agradecimientos

Agradecemos a la universidad UNAN-Managua por brindarnos el apoyo económico para la realización de este trabajo, así como también al Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (UNAN-Managua/CIRA) y a la dirección de hidrografía del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) por su apoyo logístico y profesional, al igual colectivo de mujeres cultivadoras de ostras en la bahía de Ostional (CPOO) y Paso Pacífico por su apoyo con personal técnico y de campo.

Referencias

- (OHI), O. H. (febrero de 2008). Normas de la OHI para los levantamientos hidrográficos. 44(Quinta Edición). (C. B. Internacional, Ed.) Monaco, Principauté de Monaco, Principado de Mónaco. Recuperado el 13 de febrero de 2018, de https://legacy.iho.int/iho_pubs/standards/S-44_5S.pdf
- Arróliga Montenegro, C. A. (1 de abril de 2017). Análisis socioeconómico del modelo de desarrollo turístico rural comunitario de la comunidad El Ostional, municipio de San Juan del Sur, departamento de Rivas, en el periodo enero a diciembre 2017. San Juan del Sur, Rivas, Nicaragua. Recuperado el 30 de agosto de 2019, de <https://repositorio.una.edu.ni/3723/>
- Castedo Ruiz, R. (2012). Modelización de Costas Rocosas Acantiladas. Tesis Doctoral. Recuperado el 21 de 3 de 2025, de https://oa.upm.es/14646/1/RICARDO_CASTEDO_RUIZ.pdf
- CIDEA, U. (2006). Reporte de hallazgos. *Programa de investigación en técnicas de cultivo en moluscos y bivalvos en el departamento de Chinandega, Nicaragua*, 31. Chinandega, Chinandega, Nicaragua. Recuperado el 3 de 9 de 2019, de http://repositorio.uca.edu.ni/1459/1/2006_prog_investigaci%C3%B3n_cultivo_de_moluscos.pdf
- FAO. (2008). *FAO, Actas de pesca y acuicultura No. 12. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura*. (A. Lovatelli, Ed.) Recuperado el 03 de septiembre de 2019, de https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/aq2008_09/rot/i0444s.pdf
- FAO. (2009). *Crassostrea gigas (Thunberg, 1793). In cultured aquatic species fact sheets. text by Helm, M. M. Edited and compiled by Valerio Crespi and Michael*. Recuperado el 20 de agosto de 2019, de https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/aquaculture/I1129m/file/es/.!32795!es_pacificcuppedoyster.htm
- García, D. A. (2016). *Crecimiento y mortalidad del ostión de roca Striostrea Prismática (gray, 1825) en dos poblaciones en la costa de Manabí*. (U. T. Manabí, Ed.) Recuperado el 19 de agosto de 2019, de <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>: <http://repositorio.utm.edu.ec/items/fd632ff6-7d95-472b-8611-e7644c4db3c1/full>
- González, K. G. (enero de 2021). <https://riudg.udg.mx/bitstream/20.500.12104/90797/1/DCUCBA10167FT>

- pdf. (T. doctoral, Productor)
Recuperado el 4 de abril de 2025
- JICA, C. (2007). *Guia para el cultivo de ostra del pacífico (crssostrea gigas)*, CENDEPESCA, El Salvador.
Recuperado el 3 de 7 de 2019, de https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2007/2007_04.pdf.
- Sonnenholzner, A. L. (1 de 11 de 2014). Reproductive cycle of the rock oyster, *Striostrea*. Ecuador, Guayaquil, Ecuador: Aquaculture Research. doi:10.1111/are.12601
- Velasco, L. (2008). *Cultivo de bivalvos en Colombia; Utopia o apuesta al futuro? Taller regional de la FAO agosto 2007 Puerto Montt, Chile*.
Recuperado el 3 de 7 de 2019, de <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/011/i0444s/i0444s08.pdf>.
- WoRMS, C. E. (2019). Registro Mundial de Especies Marinas . Recuperado el 2 de 09 de 2019, de <https://www.marinespecies.org>