



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN DEL ERIZO NEGRO EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE ESTERO DE PLÁTANO

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

AUTORA

HELLEN KARINA TIGUA OQUENDO

ASESOR

Ph.D JORGE VELAZCO VARGAS

Esmeraldas – Septiembre, 2021

Trabajo de tesis luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCE-Esmeraldas, previo a la obtención del título de Licenciada en Gestión Ambiental.

Presidente de tribunal de graduación

Ph.D. Ignacio Carazo

Lector 1

Ph.D. Ignacio Carazo

Lector 2

Mgt. Pedro Jiménez

Coordinadora de la Carrera de Gestión Ambiental.

Mgt. Karla Solis Charcopa

Director de tesis.

Ph.D. Jorge Luis Velazco Vargas

Esmeraldas, de..... del 2020

AUTORÍA

Yo, Hellen Karina Tigua Oquendo, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de tesis es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE-Sede Esmeraldas.

Hellen Karina Tigua Oquendo

C.I. 0804060549

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento principalmente a Dios por cuidar de mí en todo momento y permitirme estar hoy cumpliendo una meta más junto a mis seres queridos.

A mi esposo por la paciencia y motivación brindada día tras día durante todo este periodo de aprendizaje, gracias por ser y estar siempre.

A mis queridos padres por ser la motivación y fuerza que impulsa mi vida, gracias por su amor y apoyo incondicional constantemente.

A mis hermanos, sobrinitos y tías por estar presente y ser parte de este trayecto.

Mi profundo agradecimiento a mi tutor Ph. D Jorge Velazco por su comprensión, entrega y dedicación.

A mis amigos que me acompañaron a todos y cada uno de mis muestreos, gracias mil.

De igual manera mis agradecimientos a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, a toda la Escuela de Gestión Ambiental, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida y guiar todos y cada uno de mis pasos siempre.

A mi esposo

Byron Aparicio por ser mi motor y pilar fundamental en todo este trayecto de aprendizaje, gracias por confiar en mí.

A mis padres

Manuela Oquendo y Víctor Tigua por ser mi inspiración de constancia y dedicación día tras día, son mi mayor motivación.

A mis hermanos

Abrahán Tigua y Juan Tigua, por estar presente y apoyar cada una de mis metas.

A mi tutor

Ph. D Jorge Velazco, profesor y amigo quien con su conocimiento y dedicación ha logrado en mí culminar mis estudios con éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORÍA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
DEDICATORIA	5
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN	11
Presentación del tema.....	11
Planteamiento del problema.....	13
Justificación.....	15
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos	17
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	18
Bases teóricas científicas.....	18
Antecedentes	24
Marco Legal	25
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODO	28
Área de Estudio.....	28
.....	29
Figura 6. Ubicación de cuadrantes.....	29
Estimación de la distancias de aparición de los erizos negros y estructura de tallas del erizo negro aplicando regresiones cuadráticas.....	30
Caracterización y estimación de densidad poblacional.....	30
Monitoreo de parámetros fisicoquímicos.....	30
Análisis de datos	30
CAPÍTULO III: RESULTADOS	33
Regresión cuadrática	33
ANOVA entre la densidad poblacional y distancias de aparición de erizos negros entre los bloques A y B.....	39
ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y los puntos de muestreo entre los bloques A y B.....	40
Parámetros fisicoquímicos	42
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	46
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de homogeneidad entre la estructura de tallas de los erizos negros en los bloques A y B correspondientes al mes de octubre	35
Tabla 2. Análisis de homogeneidad entre la estructura de tallas de los erizos negros en los bloques A y B correspondientes al mes de noviembre	37
Tabla 3. Análisis de homogeneidad entre la estructura de tallas de los erizos negros en los bloques A y B correspondientes al mes de diciembre	39
Tabla 4. ANOVA entre densidad poblacional y distancia de los erizos negros a 10 metros	39
Tabla 5. ANOVA entre densidad poblacional y distancia de los erizos a 20 metros	39
Tabla 6. ANOVA entre densidad poblacional y distancia de los erizos en 30 metros	40
Tabla 7. ANOVA entre densidad poblacional y distancia de los erizos en 40 metros	40
Tabla 8. ANOVA entre la densidad poblacional y la distancia en 50 metros	40
Tabla 9. ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y el punto 1A - 1B a lo largo de los muestreos.	41
Tabla 10. ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y el punto 2A - 2B a lo largo de los muestreos.	41
Tabla 11. ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y el punto 3A - 3B a lo largo de los muestreos.	41
Tabla 12. ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y el punto 4A - 4B a lo largo de los muestreos.	42
Tabla 13. Correlación de Spearman entre densidad poblacional y parámetros físicoquímicos	43
Tabla 14. Propuesta de Educación Ambiental en la parroquia Estero de Plátano	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un erizo de mar. Fuente: Claude Ville (1996).	20
Figura 2. Vista oral y vista aboral de un erizo de mar. Fuente: Ruppert & Barnes (1996).	20
Figura 3. Vista aboral y vista oral de un dólar de arena con cinco lúnulas. Fuente: Ruppert & Barnes (1996).	21
Figura 4. Echinometra vanbrunti. Fuente: Soriano (2014).	22
Figura 5. Área de estudio	29
Figura 6. Ubicación de cuadrantes	29
Figura 7. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque A de Estero de Plátano – mes de octubre.	33

Figura 8. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque B de Estero de Plátano – mes de octubre.....	34
Figura 9. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque A de Estero de Plátano – mes de noviembre.....	35
Figura 10. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque B de Estero de Plátano – mes de noviembre.....	36
Figura 11. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque A de Estero de Plátano – mes de diciembre.....	37
Figura 12. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque B de Estero de Plátano – mes de diciembre.....	38
Figura 13. Valor promedio de parámetros fisicoquímicos.	42

RESUMEN

Los erizos de mar (*Echinometra vanbrunti*) son especies que tienen el cuerpo cubierto de espinas y que por lo general habitan desde la zona costera hasta grandes profundidades. El cambio climático y las actividades antropogénicas provocadas por el hombre ha conllevado al aumento de las concentraciones de iones de carbonato en el mar, perjudicando gravemente las especies con esqueletos calcáreos, en este caso los equinodermos, y de manera específica, los erizos de mar de la especie *Echinometra vanbrunti*. Por tales motivos el objetivo de la presente tesis fue Estudiar la población del erizo negro de la zona intermareal rocosa en la localidad de Estero de Plátano, provincia de Esmeraldas, mediante muestreos que permitan determinar su dinámica poblacional.

Para llevar a cabo la presente investigación se realizaron muestreos dos horas antes del límite de la bajamar, empezando desde la zona más baja de la marea hasta el límite de la marea más alta de la zona rocosa. Se realizó un análisis de parámetros fisicoquímicos y se determinó la densidad absoluta, el coeficiente de correlación de Spearman y un análisis de varianza para contrastar la media de la densidad poblacional y tallas obtenidas a lo largo del estudio. De los principales resultados se pudo constatar que la mayor cantidad de erizos se encontró a una distancia promedio de 24,1 metros y la distancia promedio desde donde empezaron a aparecer los erizos fue a 5,16 metros. El mes de diciembre fue el mes en el que más individuos se contabilizaron, en este caso el bloque A reportó un total de 157 ind/m² y en el bloque B un total de 198 ind/m². Respecto a las tallas, los individuos más grandes se contabilizaron en una distancia de entre 20 y 30 metros y de lo cual, la talla máxima obtuvo un diámetro de 35,08 mm en el mes de octubre, mientras que la talla mínima se obtuvo en el mes de noviembre con un valor de 14,39 mm. Al hacer un análisis de los parámetros fisicoquímicos se observó que las más altas concentraciones de pH y temperatura se registraron en el bloque B, mientras que las concentraciones más altas de conductividad y salinidad se registraron en el bloque A. El Coeficiente de correlación de Spearman dio a conocer que la salinidad y el pH influyeron en la densidad poblacional de erizos a lo largo del estudio. De esta investigación se pudo concluir que es necesario establecer áreas de protección de los erizos en la playa Estero de Plátano para asegurar su conservación dentro de esta, con la colaboración de las autoridades competentes, los turistas y la comunidad en general.

ABSTRACT

Sea urchins (*Echinometra vanbrunti*) are spiny-bodied species that generally live from the coastal zone to great depths. Climate change and anthropogenic activities caused by man have led to increased concentrations of carbonate ions in the sea, seriously harming species with calcareous skeletons, in this case echinoderms, and specifically, sea urchins of the species *Echinometra vanbrunti*. For these reasons, the objective of this study was to study the black sea urchin population of the rocky intertidal zone in the locality of Estero de Plátano, in the Province of Esmeraldas, by means of population sampling to determine its population dynamics. To carry out this research, sampling was carried out two hours before the low tide limit, starting from the lowest tidal zone to the limit of the highest tide of the rocky zone. An analysis of physicochemical parameters was carried out and the absolute density, Spearman's coefficient correlation and an analysis of variance were determined to contrast the mean abundances and lengths obtained throughout the study. The main results showed that the greatest number of sea urchins was found at an average distance of 24.1 meters and the average distance from where the sea urchins began to appear was 5.16 meters. December was the month in which most individuals were counted, in this case block A reported a total of 157 ind/m² and block B a total of 198 ind/m². Regarding the sizes, the largest individuals were counted at a distance of between 20 and 30 meters and of which, the maximum size obtained a diameter of 35.08 mm in the month of October, while the minimum size was obtained in the month of November with a value of 14.39 mm. An analysis of the physicochemical parameters showed that the highest concentrations of pH and temperature were recorded in block B, while the highest concentrations of conductivity and salinity were recorded in block A. Spearman's correlation coefficient showed that salinity and pH influenced the total poblational density of urchins throughout the study. From this study it was possible to conclude that it is necessary to establish urchin protection areas in Estero de Plátano beach to ensure their conservation within the beach, in collaboration with the competent authorities, tourists and the community in general.

INTRODUCCIÓN

Presentación del tema

Conforme pasan los años, los diferentes tipos de ecosistemas han sufrido constantes alteraciones, las mismas que aumentan gradualmente. Donde, el ser humano ha sido el principal causante, resultado de sus actividades diarias, precisamente por la contaminación ambiental, fragmentación del hábitat, pérdida de biodiversidad por la sobreexplotación de los recursos, el cambio climático, entre otros. Esta preocupante situación ha conllevado a que investigadores empiecen la búsqueda de nuevas alternativas para contrarrestar los impactos ambientales negativos y para salvaguardar el medio ambiente, siendo una alternativa que ha ido aumentando su práctica, el uso de bioindicadores ambientales (1).

Uno de los ecosistemas, que atraviesan importantes cambios o perturbaciones, es la zona intermareal rocosa, la misma que es hospedadora de diversas poblaciones naturales de invertebrados, donde su densidad poblacional es sustancial conocer para proponer y elaborar las herramientas e instrumentos adecuados para la gestión y manejo sostenible del medio ambiente (2).

Dentro de la zona intermareal rocosa, se encuentran los erizos de mar, los cuales son especies que presentan un cuerpo recubierto de espinas punzantes y que habitan generalmente desde la zona costera hasta grandes profundidades, constan de pies ambulacrales a los cuales se le atribuye su capacidad de desplazarse de un sitio a otro (3). Son especies que con frecuencia desarrollan una relación de simbiosis con otras especies que se desenvuelven en su mismo hábitat (4).

Los erizos de mar, son herbívoros ramoneadores que se caracterizan por alimentarse principalmente de algas. Estos equinodermos son de hábitos nocturnos y presentan dos patrones de alimentación: uno que es característico para ambientes expuestos y otro típico

para ambientes abrigados (5). Existen varios factores que pueden afectar a su distribución, entre los cuales se destaca la luz como principal factor limitante, debido a que la luz aumenta con relación a la profundidad, siendo menor la luz que pasa, por lo que el proceso de fotosíntesis resulta más difícil, limitando de esta manera la disposición de alimento para estas especies de equinodermos (5).

La extensa distribución de los erizos de mar no se encuentra asociada a la baja ingesta de estas especies, al contrario, esta se debe a una disminución producida por gran sobrepesca de sus depredadores, lo que conlleva a un incremento en el número de individuo. En cualquiera de los casos se originan cambios o modificaciones de los niveles tróficos inferiores como superiores, dando paso a un desequilibrio del ecosistema (5).

Los erizos que habitan en los acantilados y zonas rocosas se enfrentan continuamente a factores ambientales extremos que limitan su supervivencia. Los factores físicos a destacar son la amplitud de las olas, el tipo de sustrato, la salinidad, la temperatura, el pH, la acción de las olas y los vientos. Entre los factores biológicos se resaltan la presencia de grupos o asociaciones vegetales, la alimentación y la competencia por el espacio de fijación (4). Desde el punto de vista biológico, las investigaciones en zonas o ambientes rocosos intermareales en la costa del Ecuador se han enfocado hacia la taxonomía, representación e historia natural de las especies que los habitan, especialmente gasterópodos, bivalvos y crustáceos (6).

Las diferentes especies de erizos se encuentran ampliamente distribuidos en las aguas costeras marinas alrededor de todo el mundo (7). Sumado a esto, se añade la importancia ecológica, económica y ambiental que poseen estas especies. Estos magníficos equinodermos proporcionan una gran variedad de oportunidades para investigaciones que comprendan diversos temas, desde la toxicología y ecología de estas especies, su cultivo mediante la acuicultura, hasta su desarrollo molecular, celular y marino (4).

En Ecuador, los equinodermos han sido poco abordados, destacándose el estudio de la dinámica poblacional y reclutamiento de larvas de erizos de mar en el Archipiélago de

Galápagos por Paredes realizado en el año 2010. Por otro lado, es importante señalar que en este país las capturas de erizo de mar no constituyen una amenaza clara por explotación humana. No obstante, la alteración, degradación y contaminación de los ecosistemas marinos simbolizaría un factor fundamental para el desplazamiento de estos organismos, razón por la cual, se requiere fomentar e implementar el desarrollo de estudios y estrategias encaminadas a la protección de estos macro invertebrados bentónicos.

En la actualidad los erizos de mar se encuentran vulnerables y amenazados por las distintas actividades antrópicas relacionadas a la sobreexplotación de este recurso pesquero, la contaminación de los mares y ríos por desechos sólidos, vertimiento de residuos líquidos provenientes del turismo, y a esto se añade los efectos eminentes del cambio climático (7).

Planteamiento del problema

Las zonas del litoral se caracterizan por la presencia de ecosistemas ecológicos que poseen una gran interacción e intensa actividad entre sus diferentes procesos biológicos, físicos, culturales y socioeconómicos. Sumado a esto, se encuentran compuestos de comunidades diferentes, frágiles y dinámicas, por lo que cualquier modificación en algunos de sus componentes pueden originar reacciones que pueden alterar los sistemas, en donde consecuentemente las condiciones ambientales también cambiarán (8)

La vulnerabilidad de los erizos de mar ante la presencia de estresores ambientales, depende exclusivamente de la capacidad que estos poseen para responder, es decir la resiliencia ante estas circunstancias, y de la capacidad de adaptación a nuevas condiciones ambientales, convirtiéndose en especies con un contenido de respuesta limitada ante las modificaciones y alteraciones del medio ambiente (1).

Las distintas actividades del hombre que causan perturbaciones en el medio marino están representadas por aquellas que generan mayor aporte externo de nutrientes o eutrofización, siendo catalogado como uno de los principales impactos en estos ecosistemas. Las fuentes que provocan estos aportes incluyen los desechos acuícolas, los vertidos de agua residuales y la escorrentía proveniente de las actividades agropecuarias. Los vertidos residuales constituyen el mayor porcentaje del volumen de todos los residuos que son descargados en los ecosistemas marinos (6).

Por otra parte, es importante señalar la amenaza que representa el cambio climático para los diferentes ecosistemas acuáticos, específicamente en los marinos a causa de la influencia de este sobre la dinámica oceánica, al incidir en el incremento de los niveles del mar y al disminuir las concentraciones de los iones de carbonato de los océanos, lo que puede generar afectaciones en las especies con esqueletos calcáreos. En este punto, los equinodermos serán los principales afectados, debido que forman parte de un Phylum meramente marino y sus estructuras duras poseen alto grado de sensibilidad frente a la acidificación (4).

En las últimas décadas, los erizos de mar se encuentran atravesando una grave crisis ambiental, la misma que está relacionada con incontrolable sobreexplotación de los recursos pesqueros, la degradación y contaminación del entorno donde estos cumplen su ciclo de vida (3). Alrededor del mundo se vienen desarrollando programas y ejecutando planes encaminados a la gestión y conservación de algunas especies marinas, pero los modelos utilizados solo están enfocados para comunidades de especies pelágicas, dejando a un lado a los invertebrados bentónicos, como es el ejemplo del erizo de mar (9).

Gran parte de esta falta de planes de gestión y conservación para los invertebrados bentónicos como el erizo de mar se debe a la escasa información que se registran de estas especies y los efectos de la actividad pesquera como principal y única alteración antropogénica, dejando de un lado otros efectos del hombre procedentes de las distintas actividades de ocio y el turismo descontrolado, dado que los grandes impactos en estos ecosistemas provienen de las actividades que se desenvuelven en las áreas de asentamiento (9).

La densidad poblacional de los erizos de mar en ecosistemas marinos puede estar directamente relacionada por la contaminación o alteración de la calidad del agua, que induce a que las larvas de estas especies se asienten lejos. Por otro lado, es importante considerar en su densidad, el factor concerniente al área donde se asientan, si se encuentran o no protegidas. En las áreas que no están protegidas, el reclutamiento será el encargado de regular la densidad de los erizos, mientras que, en las áreas protegidas, la depredación será quien influye en la densidad de estos organismos (10).

En las zonas costeras de la provincia de Esmeraldas las investigaciones referentes a los erizos de mar son casi nulas, y destacando los problemas y amenazas por los cuales se encuentran atravesando estos invertebrados bentónicos, surgen las siguientes cuestiones, considerando que el presente estudio se llevó a cabo en la zona intermareal de Estero de Plátano: ¿La densidad poblacional de los erizos de mar está condicionada por la distancia a la que se encuentran en la zona intermareal rocosa de Estero de Plátano?, ¿La distancia es un factor que influye en las estructuras de tallas de los erizos de mar de la zona intermareal rocosa de Estero de plátano?.

Justificación

A través del estudio del erizo de mar se contribuyó a incrementar el conocimiento de una especie de gran importancia ecológica en los fondos rocosos en los que habita, añadiendo que son especies fundamentales en la estructura de los ecosistemas litorales, al regular con su acción ramoneadora el crecimiento de las diferentes especies de algas, creando de esta forma un tipo de ecosistema propio conocido como erizo de mar estéril, el cual se caracteriza por la presencia de algas incrustantes y la ausencia de macroalgas (11).

La zona intermareal rocosa constituye el hábitat de diferentes poblaciones naturales de invertebrados. Algunas de estas poblaciones se han visto reducidas y afectadas durante los últimos años, por lo que surge la necesidad de adquirir información sobre su situación

poblacional, a fin de trazar herramientas de gestión y manejo sostenible de estos recursos marinos (12).

Los erizos de mar son considerados como bioindicadores de contaminación, es por esta razón que la presencia de estos organismos está asociada con la calidad de agua. Son considerados como bioindicadores de calidad de agua debido a que son especies marinas poco exigentes a diferencia de las estrellas de mar que son sus principales depredadores y con mayor vulnerabilidad a estos parámetros. La ausencia de los depredadores generaría un desequilibrio ecológico por las altas poblaciones de erizos y que a su vez afectarían las poblaciones de algas (13).

Las comunidades de erizo son los organismos más estudiados y conocidos alrededor del mundo, debido al importante y fundamental factor que desempeñan en la diversidad, organización y composición de un ecosistema. A esto se añade que en las áreas donde estos habitan se produce una gran variedad de relaciones de simbiosis con otros organismos, y su ausencia en los mismos provocaría una disminución de la población de los organismos de las cuales son su principal alimento, ocasionando un desequilibrio ecológico (14).

A lo largo de la zona intermareal rocosa de la localidad de Estero de Plátano se pudo apreciar grandes cantidades de erizos de mar, cuya proliferación de estas especies bentónicas puede representar un grave impacto en el ecosistema marino, dado que se reduce la cobertura de algas, lo que limita la supervivencia de otras especies.

El recinto Estero de Plátano es reconocido por las actividades turísticas que se desarrollan dentro del mismo, pero es importante resaltar que esta zona carece de alcantarillado, los vertidos residuales van a parar al mar, al igual que no dispone de una gestión para los residuos generados por los turistas. Todas estas actividades y sus impactos afectan a la ausencia o sobrepoblación de erizos de mar presente en este ecosistema, por lo que el estudio de estas especies en el presente trabajo de investigación fue de suma importancia, por ser considerado como línea base para futuras investigaciones de gestión y conservación de estas especies.

A nivel local, se han realizado muy pocas investigaciones dirigidas al estudio de los erizos de mar, al punto que en muchas zonas costeras se desconoce su dinámica poblacional, su importancia ecológica, la identificación taxonómica de las especies y sobre todo los usos, consumo y comercialización que estos poseen. Adicional a esto, es fundamental resaltar que los erizos de mar son bioindicadores, por lo que si la pesquería de la zona afecta a ciertos depredadores de esta especie, la población de erizos se incrementará.

Los motivos mencionados anteriormente conllevaron a la realización del presente estudio con la finalidad de caracterizar la comunidad del erizo negro de la zona intermareal rocosa, en la localidad de Estero de Plátano para determinar su dinámica poblacional, siendo de vital importancia, al constituirse como una línea base para futuras investigaciones.

Objetivos

Objetivo General

Estudiar la población del erizo negro de la zona intermareal rocosa en la localidad de Estero de Plátano, provincia de Esmeraldas, mediante muestreos que permitan determinar su dinámica poblacional.

Objetivos Específicos

- Identificar a qué distancia comienzan a aparecer las densidades poblacionales del erizo negro en la zona intermareal rocosa de la playa de Estero de Plátano aplicando regresiones cuadráticas.
- Determinar la estructura de tallas de la población de erizos negros existentes en la zona intermareal de Estero de Plátano.
- Delimitar los parámetros fisicoquímicos del agua en la zona intermareal rocosa de la playa de Estero de Plátano.
- Proponer un plan de educación ambiental en la playa Estero de Plátano.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

Bases teóricas científicas

En este estudio, el marco teórico comprendió información pertinente al erizo de mar negro, su familia, biología, distribución espacial, densidad poblacional y su relación con el medio ambiente.

Erizos de mar (Familia Echinometridae)

Los erizos de mar (Echinoidea) son especies perteneciente a la clase del filo Equinodermo que se distinguen por poseer forma discoidal o globosa (dólares de arena), que carecen de brazos y presentan un esqueleto externo cubierto solamente por la epidermis, integrado por varias placas calcáreas unidas entre sí rigurosamente, hasta formar un caparazón en donde se pronuncian las espinas punzantes móviles. Son especies comunes de los fondos marinos, llegando a habitar hasta los 2500 m de profundidad. Alrededor de todo el mundo se aprecian unas 950 especies vivientes (4).

Los erizos de mar son ramoneadores cuya alimentación está basada principalmente en la ingesta de algas (15). Asimismo, son equinodermos de hábitos nocturnos que presentan dos modelos alimenticios: Homing (buscador de blancos), típico de ambientes protegidos (16) y Sit and Wait (siéntate y espera), propio de ambientes expuestos.

Las especies de la familia Echinometra se distribuyen desde el Norte de California Central, Colombia hasta el Sur de Perú. En las costas del Ecuador se encuentran distribuidos en las localidades de Salinas, Punta Carnero, Los Frailes hasta las Islas Galápagos en zonas intermareales rocosas, en aguas poco profundas o someras, y en las costas rocosas (17).

Importancia de los erizos de mar

Los erizos de mar son una de las especies más comunes y con gran abundancia en los ecosistemas marinos, los cuales desempeñan un papel ecológico esencial para el funcionamiento de los ambientes sublitorales superficiales (18). Estos herbívoros poseen la capacidad de cambiar la composición, abundancia relativa, y distribución de las algas, provocando de igual manera varios efectos en los niveles de productividad y biomasa de las comunidades sublitorales, contexto que perturba indirectamente a las otras especies de fauna (18).

Adicional a la importancia ecológica que tienen los erizos de mar, estas especies poseen un elevado potencial alimenticio, es debido a esto, que sus gónadas han venido explotándose comercialmente desde tiempos remotos en Europa, el Pacífico Norte, países del Mediterráneo y actualmente en los Trópico, como en el caso de Chile y países de América del Norte (17).

En diferentes países del mundo, la captura del erizo de mar se ha convertido en una de las pesquerías de equinodermos de mayor importancia, debido a las enormes contribuciones económicas locales que generan y el potencial de exportación comercial que tienen algunas especies. En el Ecuador, específicamente en las Islas Galápagos, la extracción del pepino de mar es la pesquería más importante relacionada con los equinodermos (6).

La clase Equinoideo está constituida por los equinoideos regulares y equinoideos irregulares, los cuales son detallados a continuación:

Equinoideos regulares

Los equinoideos regulares o erizos de mar se caracterizan por poseer un cuerpo de forma más o menos esférica, cubierto de una serie de espinas móviles y proporcionalmente largas. El erizo de mar puede dividirse o fragmentarse en un hemisferio oral y otro

hemisferio aboral, los cuales presentan diferentes estructuras dispuestas radialmente en torno del eje polar (oral-aboral) (19).

La boca se encuentra en polo oral con dirección hacia el sustrato y cubierta por una capa peristomial, en las que se alcanzan a distar diferentes estructuras ubicadas de una manera radial. Constan de cinco pares de pies ambulacrales gruesos, cortos y modificados, modificados (ambulacrales bucales), y cinco pares de prominencias ramificadas (branquias) (19).

El hemisferio aboral está conformado por la región anal denominada como periprocto. Es importante señalar que tanto en las áreas ambulacrales como en las interambulacrales están provista de espinas punzantes móviles. La gran mayoría de los erizos de mar ostentan espinas primarias (largas) y secundarias (cortas), las cuales están distribuidas de manera uniforme en toda la superficie del organismo (fig. 1 y 2) (19).



Figura 1. Esquema de un erizo de mar. Fuente: Claude Ville (1996).

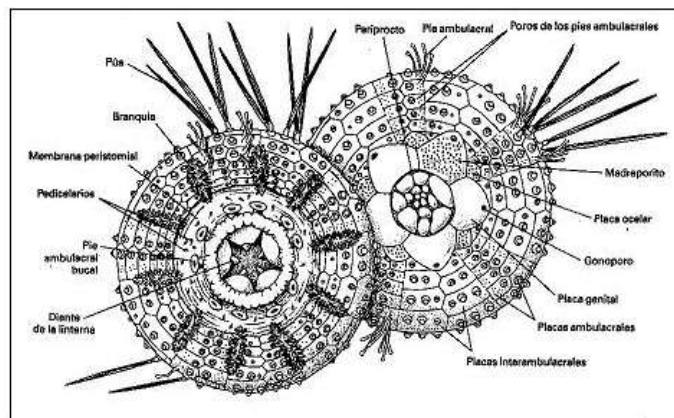


Figura 2. Vista oral y vista aboral de un erizo de mar. Fuente: Ruppert & Barnes (1996).

Equinoideos irregulares

Los equinoideos irregulares son caracterizados por la capacidad de escavar que poseen, facilitando su adaptación en sustratos blandos. Su cuerpo se encuentra cubierto de muchas espinas que emplean para movilizarse y excavar, asimismo, para mantener alejado o separar el sedimento presente en la superficie de su cuerpo. Los erizos acorazonados tienden ser más o menos ovalados, en donde el área aboral es convexa mientras que la oral es aplanada. Los contornos de su cuerpo carecen o presentan degeneración de sus pies ambulacrales. Por otro parte, las áreas ambulacrales de la cara aboral poseen un gran atractivo, el cual está asociado su aspecto que se asemeja a los pétalos de una flor, en el momento que se divide radialmente desde su centro, motivo por el cual son conocidos como ambulacros petaloideos (19).

La diferencia entre los dólares de arena y los erizos acorazonados radica en la forma de su cuerpo, en donde los dólares de arena en contraste a los erizos acorazonados poseen un cuerpo de periferia circular y muy aplanada, lo que facilita el desarrollo de sus hábitos excavadores. Algunos dólares de arena presentan en sus cuerpos grandes y alargados orificios, denominados como lúnulas, las mismas que se producen como roturas marginales y que se van cerrando conforme la especie va creciendo. La cara oral presenta unos surcos radiales, mientras que la cara aboral presenta unas atrayentes ambulacros petaloideos (fig. 3) (19).

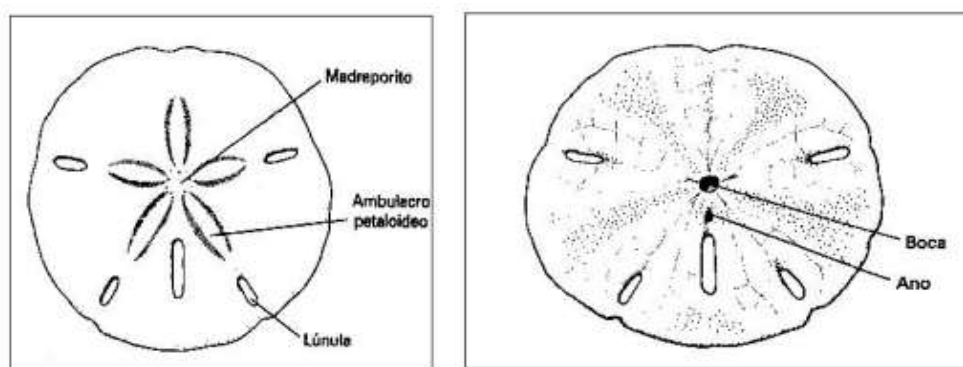


Figura 3. Vista aboral y vista oral de un dólar de arena con cinco lúnulas. Fuente: Ruppert & Barnes (1996).

Biología y Ecología del erizo negro

Las densidades dominantes de erizo negro de 7 a 20 ind x m² son capaces de desplazar comunidades algales, provocando una alteración o desequilibrio en los ecosistemas marinos, tomando en cuenta que estos organismos cumplen un rol fundamental dentro de las comunidades bentónicas (20). El erizo negro puede ocupar diferentes hábitats y tener una gran adaptabilidad a distintas condiciones ambientales, como ocurre en las zonas intermareales rocosas de fuerte hidrodinamismo, en las cuales los erizos agujerean el sustrato a través de aparato masticador, creando oquedades que utilizan como refugio de protección en contra del fuerte impacto de las olas y sus principales depredadores (fig. 4) (20).



Figura 4. Echinometra vanbrunti. Fuente: Soriano (2014).

Los erizos negros son especies de comportamiento gregario que poseen la capacidad adhesiva en sus pies ambulacrales, la cual le permite colonizar el hábitat y protegerse de las fuertes olas, al mismo tiempo que desplaza otros especímenes de erizos de mar (20).

La acción sistematizada de sus espinas punzantes móviles y pies ambulacrales le facilita su desplazamiento lento sobre el intermareal rocoso, creando grupos (de unos pocos individuos hasta millares) para resguardarse de depredadores como las estrellas de mar, peces y jaibas, a la vez que se alimentan de follajes de algas (21).

Por lo general son especies de actividad nocturna que durante el día cuando quedan expuestos al sol, se cobijan de trozos de algas para impedir la desecación. Son organismos con preferencias alimenticias que van desde detritívoros, herbívoros, depredadores hasta

suspensívoros. Los agregados alimentarios de erizos juveniles y adultos son el alga verde (*Ulva sp*) y el alga parda (*Lessonia sp*) (22).

La fase reproductiva es constante durante todo el año, mostrando un mayor rendimiento gonádico durante los meses más fríos. Al ser una especie bentónica y vivir en la plataforma continental, suelen encontrarse en profundidades que van desde 0 a 80 m, generalmente se hallan en rocas, piedras con cubiertas algales y en los fondos coralinos y arenosos (21).

Por consiguiente, hay que tener claro que la densidad es el término empleado para referirse al número de individuos que posee una comunidad por unidad de volumen o superficie (densidad poblacional) (23).

Relación con el medio ambiente

Los erizos negros son bioindicadores de la contaminación, debido precisamente a la presencia de los mismos con la calidad del agua, ya que a diferencia de las estrellas de mar, son poco exigentes y vulnerables, por lo tanto; permanecen en ambientes contaminados con mayor frecuencia y densidad (2).

Es así, como los erizo de mar se convierten en un componente esencial en los ecosistemas marinos bentónicos, debido a su efecto al alimentarse de las macro algas, llegan incluso a controlar los ecosistemas cuando la densidad de los mismos alcanzan cantidades abismales (24).

De tal manera, las altas densidades de los erizos en el medio ambiente, han conllevado a la constante degradación de ciertos arrecifes y su conversión a otros ecosistemas como son los suelos yermos, blanquiales que terminan siendo ambientes con ausencia de flora y fauna como resultado del excesivo ramoneo por parte de los erizos (4).

Por lo expuesto anteriormente, resulta necesario recalcar que la cantidad de erizos de mar encontrada en un arrecife puede convertirse en un importante indicador de estabilidad o perturbación, ya que si su abundancia se conserva en niveles óptimos, éstos ayudan a mantener el equilibrio entre los corales y las macroalgas, evitando así su constante deterioro (4).

En otras palabras, se puede decir que los erizos negros al habitar en ecosistemas rocosos, se enfrentan diariamente a condiciones ambientales extremas, condiciones que se encuentran determinadas por factores físicos o biológicos, como la amplitud de marea, la acción de las olas, las características del sustrato, salinidad, temperatura y más, condiciones que se encuentran estrechamente relacionada con la densidad de los mismos (11).

Antecedentes

En cuanto a estudios de los equinoideos, se enfatiza el realizado por Zamorano y Morales en el año 2009, quienes estudiaron las formaciones de arrecifales de Zihuatanejo y Acapulco, registrando seis especies de equinoideos, siendo la especie dominante *D. mexicanum*, sobre todo en aquellas zonas que se encontraban afectadas por las intensas actividades turísticas. Asimismo, se determinó la riqueza, diversidad y densidad de especie para las 13 localidades que fueron muestreadas. Los resultados hallaron una correlación positiva entre la cobertura coralina y la densidad de erizos de mar, a la vez que durante la época seca se reportaron los mayores valores de diversidad (25).

En el Caribe Colombiano, el estudio desarrollado por Schoppe en el año 1995 en los acantilados rocosos de Santa Marta reportaron una asociación significativa entre el erizo de mar (*Echinometra lucunter*) y el pez (*Acyrtus rubiginosus*), el cangrejo (*Clastocheilus vanderhorsti*) y el ofiuro (*Ophiotrix sp*). El erizo negro (*Echinometra vanbrunti*) (Agassiz, 1863), es una especie que se encuentra en el Pacífico colombiano, que posee hábitos de vidas muy semejantes a los de *E. lucunter* (11).

En el Ecuador existen aproximadamente 282 especies de equinodermos, de las cuales 51 forman parte del orden Echinoidea y se encuentran representada por los erizos de mar

(21). Los erizos de mar existentes en las zonas intermareales rocosas del litoral ecuatoriano han sido estudiados y analizados, dado la importancia que estos poseen en los ecosistemas marinos. Entre estos estudios, se subraya el realizado por Soriano en el año 2014 en la playa la Ballenita y en la comuna La Entrada en la provincia de Santa Elena. El estudio abarcó un análisis biométrico correspondiente a talla y peso del erizo negro *Echinometra vanbrunti*, a través de la realización de muestreos quincenales. Los resultados expusieron una variación en la distribución del erizo negro (*Echinometra vanbrunti*), a causa de la densidad de estos organismos, la cual varió consecutivamente en el intermareal alto, medio y bajo, durante todos los muestreos realizados.

Por otro lado, en el balneario La Ballenita, también se llevó a cabo otro estudio referente a la fabricación de un catálogo de invertebrados marinos bentónicos macroscópicos de la zona intermareal rocosa. Las colectas fueron realizadas en las partes rocosas, cuyos resultados del estudio dieron a conocer un total de 844 especies diferentes en las diferentes estaciones, se identificaron 5 especies de equinodermos de las clases Asteroidea, Holoturoidea, Ophiuroidea, Echinoidea con un total de 108 individuos registrados. El porcentaje ocupado por cada grupo se distribuyó de la siguiente manera: Mollusca 82.11%, Crustácea 5.09% y Echinodermata 12.8%, siendo los equinodermos quienes alcanzaron el segundo mayor número de organismos (19).

En la Isla San Cristóbal en el Archipiélago de Galápagos se realizó un estudio concerniente al reclutamiento de larvas de erizos de mar y a su dinámica poblacional. Los resultados establecieron una gran disminución de erizos a causa del incremento de la temperatura superficial. La media de tamaño entre los erizos de mar no presentó diferencias significativas en relación a la temporada climática. Sin embargo, registraron diferencias significativas de tallas entre los sitios. Por otra parte, un estudio piloto referente al reclutamiento de larvas, determinó la relación de densidades de larvas de erizos adultos con larvas juveniles, dado que al igual que estos, las larvas se disminuyen a medida que la temperatura del mar se incrementa (6).

Marco Legal

En el marco legal, la Constitución del Ecuador es la primera a nivel de región en asignar derechos a la naturaleza, teniendo así artículos encaminados en la conservación y protección de la biodiversidad, basados en el desarrollo sostenible; especialmente el artículo 406 en la que se define como competencia del estado a través del Sistema Nacional de Áreas Protegidas el manejo, cuidado y protección de ecosistemas frágiles, entrando en este grupo los ecosistemas marinos y marino – costero (26).

El Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, es posiblemente uno de los convenios más trascendentales en los que se fomenta la conservación de la diversidad biológica como un hecho de interés de la humanidad, además de ajustar el desarrollo y aprovechamiento sostenible, y el impulso de la utilización de tecnologías e investigaciones para poder así alcanzar los objetivos del convenio (8).

La ley de Pesca y Desarrollo Pesquero (23) en su artículo 1 establece que los recursos bioacuáticos existentes en el mar territorial, en los ríos, en las aguas marítimas interiores, en los lagos o canales naturales y artificiales, son bienes nacionales cuyo uso sostenible y racional aprovechamiento será regularizado y controlado por el Estado de acuerdo con sus intereses. Dentro de la misma ley, el artículo 4 indica que el Estado promoverá la investigación científica y, en especial, aquella que permita determinar los stocks de recursos bioacuáticos de viable explotación, gestionando diversificarla y dirigirla a una utilización racional (27).

El Ecuador cuenta con una nueva ley de Pesca y desarrollo pesquero, que determina que los recursos bio-acuáticos existentes en el mar territorial, en las aguas marítimas interiores, en los ríos, en los lagos o canales naturales y artificiales, son bienes nacionales cuyo racional aprovechamiento será regularizado y controlado por el Estado de acuerdo con sus intereses.

En el Ecuador las entidades reguladoras de las actividades marinas pesqueras están constituidas en la actualidad por el Ministerio de acuicultura y pesca (MAP), la subsecretaría de recursos pesqueros (SRP) y el Instituto Nacional de Pesca (INP), cada una destinaos sus esfuerzos para el aprovechamiento sustentable de los recursos marinos, la

aplicación de las políticas, planes y programas para la regulación, fomento y aprovechamiento de estos recursos importantísimos en la economía ecuatoriana.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODO

Área de Estudio

La localidad de Estero del Plátano se encuentra ubicada en el cantón Muisne, al sur de la provincia de Esmeraldas, a pocos minutos de la parroquia Galera. Se caracteriza por ser una zona de clima tropical, con temperaturas que van de 24°C y los 26° C, a la vez registra precipitaciones con promedios anuales de 3500 mm (28).

El estudio se llevó a cabo en la playa de Estero del Plátano que se localiza junto al recinto del mismo nombre. La ubicación del área de estudio está marcada por las siguientes coordenadas: UTM Zona 17N Datum WGS84: 601200E 8600N y 601200E 85600N. Los puntos de muestreo se dividieron en dos bloques: A y B, divididos por un río que pasa por el área de estudio en donde se obtuvieron los datos (figura 5).

Uno de los aspectos relevantes a resaltar en esta playa, es la presencia de su zona intermareal rocosa en las cuales habitan una gran diversidad de especies de macroinvertebrados bentónicos. En los alrededores de la playa, se visualizaron terrenos montañosos con pendientes moderadas y fuertes. Por otro lado, en el perfil de la costa se apreciaron acantilados con alturas que varían de 25m a 50m (28).

Las afectaciones más habituales que se producen en los ríos y esteros de este recinto son el vertimiento de residuos sólidos y aguas residuales, lavado de ropa con detergentes no biodegradables y que poseen un alto contenido de fosfatos, fosfonatos, tensoactivos, los cuales producen la eutrofización de estos ecosistemas (28).

Los muestreos para efectuar la caracterización de erizos negros fueron mensuales a lo largo de los 3 meses (octubre – noviembre- diciembre) que comprende el periodo de estudio, los mismo que se llevaron a cabo durante la bajamar.

Los muestreos se realizaron dos horas antes del límite de la bajamar, empezando desde el nivel más bajo de la marea hasta el límite de la marea más alta de la zona rocosa, se tomó como referencia el estero para dividir el área en dos bloques o transectos (A y B) ubicados paralelamente. Los puntos de muestreos (con tres replicas cada uno), se establecieron cada 10 metros en la línea de la playa partiendo desde 0 metros hasta 50 metros de

distancia, de la zona intermareal. Estos puntos estaban divididos por el río con el mismo nombre del área de estudio (figura 6).



Figura 5. Área de estudio

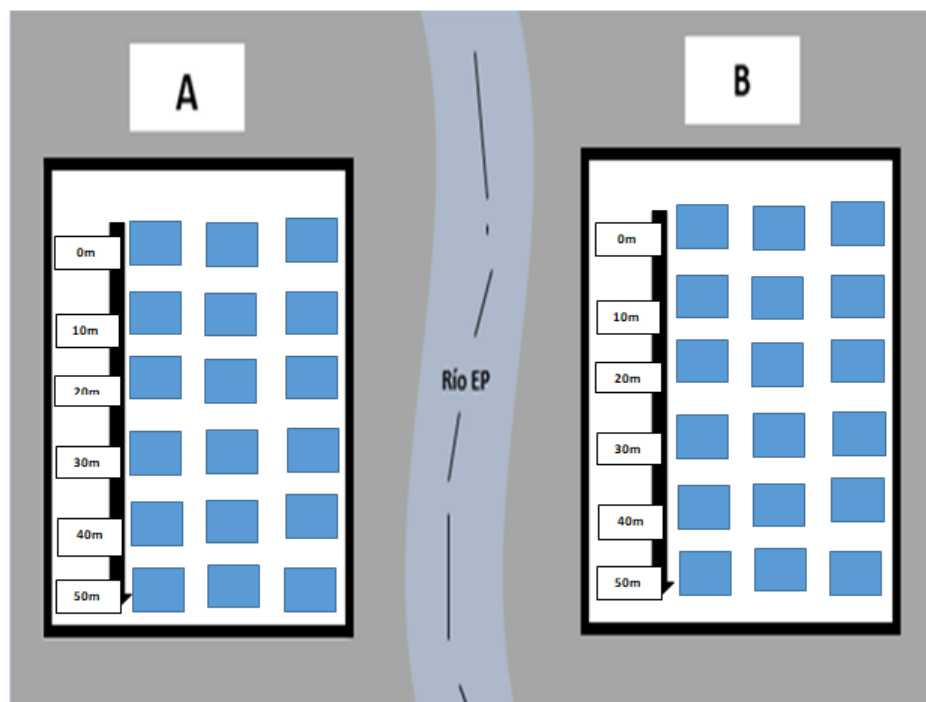


Figura 6. Ubicación de cuadrantes

Estimación de la distancias de aparición de los erizos negros y estructura de tallas del erizo negro aplicando regresiones cuadráticas

Para determinar la distancia mínima y máxima de aparición de los erizos negros con respecto al borde del agua, se procedió a aplicar la regresión cuadrática de tipo $y = -ax^2 - bx - c$ y el valor predictivo o coeficiente de regresión R^2 que indica cuán preciso es el modelo obtenido, comprende valores que van de 0 a 1, lo cual indica que entre más cercano sea a 1 el resultado, más fiable es el modelo (32). Las regresiones cuadráticas también se aplicaron para conocer la estructura de tallas de los erizos negros en las diferentes distancias.

Caracterización y estimación de densidad poblacional

Posterior a la división del área en dos bloques y la ubicación de los cuadrantes, se efectuó la evaluación y estimación de erizos negros. Los ejemplares fueron identificados mediante el uso del Manual de Campo de los Invertebrados Bentónicos Marinos de la Zona Litoral Ecuatoriana por el Dr. James Mair, y la Guía de la FAO para la identificación de especies para los fines de pesca Vol.1 (29). Posteriormente, se escogieron los erizos, solo considerando a aquellos que contengan más del 50% de su cuerpo proyectado dentro del cuadrante (30).

La identificación y conteo de los erizos negros se realizó in situ. Para esto se utilizó una cámara fotográfica marca NIKON y con la ayuda de un calibrador vernier se procedió a tomar la biometría de los erizos, los cuales fueron escogidos aleatoriamente. Es importante resaltar que se registraron las biometrías de un máximo de 30 individuos para medir las tallas, obteniendo una muestra significativa de cada cuadrante (31)

Monitoreo de parámetros fisicoquímicos

Para medir la calidad de agua, se empleó un medidor multiparamétrico marca HANNA, el cual permitió obtener los valores de temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y turbidez.

Análisis de datos

Análisis estadístico

- Media aritmética de la densidad poblacional

De la misma manera, se determinó la media aritmética de la densidad poblacional de la especie en cada uno de las áreas en los tres meses de muestreo. A continuación, se estimó la densidad absoluta de erizos negros registrados en los muestreos mediante la siguiente fórmula (33):

Densidad absoluta =

$$\frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

- Análisis de la Varianza (ANOVA)

Finalmente, se aplicó la técnica del análisis de la varianza (ANOVA) para contrastar la media de densidades en los diferentes bloques en los tres meses de muestreo. En el ANOVA, se obtuvo la respuesta de la división de la variación entre los diferentes niveles del factor y la variación entre individuos dentro de cada nivel, suponiendo que las medias de los grupos son iguales, la variación entre grupos es comparable a la variación entre individuos (5).

Del mismo modo se aplicó un análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre la densidad poblacional de los erizos negros y las distancias de 0 a 50 metros entre los bloques A y B.

- Media aritmética de los parámetros fisicoquímicos

Todos los valores obtenidos fueron ingresados en una base de datos de Excel, para luego realizar su análisis en el programa estadístico SPSS. En primer lugar, se efectuó el análisis de la media aritmética de los parámetros físico químicos a lo largo de los tres meses de muestreo.

- Coeficiente de correlación de Spearman

Consecutivamente, se aplicó el coeficiente de correlación rho de Spearman, con la finalidad de asociar o relacionar la densidad poblacional de erizos negros con los parámetros fisicoquímicos a lo largo del periodo de estudio. El coeficiente de correlación de Spearman, se lo aplicó, pensado para variables cuantitativas y permitió medir el grado de correlación entre diferentes variables (en este caso densidad poblacional con pH, densidad poblacional con temperatura o con salinidad). El coeficiente de correlación de Spearman (r^2) representó resultados, explicando la asociación entre las dos variables (2).

Si el valor se aproxima a 1 existe una correlación positiva entre dos variables que no cumplen el supuesto de normalidad en la distribución en sus valores. Cuando se acerca a 0 no existe ninguna correlación entre dos variables (34).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Regresión cuadrática

De acuerdo a la figura 7, se puede observar que el bloque A del mes de octubre obtuvo un coeficiente de regresión de 0,8242 indicando que existe una alta fiabilidad en los datos correspondientes a este mes. Según la línea de tendencia que se obtuvo se visualiza que el punto máximo en el que se encontró la mayor densidad poblacional de erizos fue a 24,86 metros, mientras que el punto máximo desde donde empezaron a aparecer los erizos fue a los 5 metros de distancia.

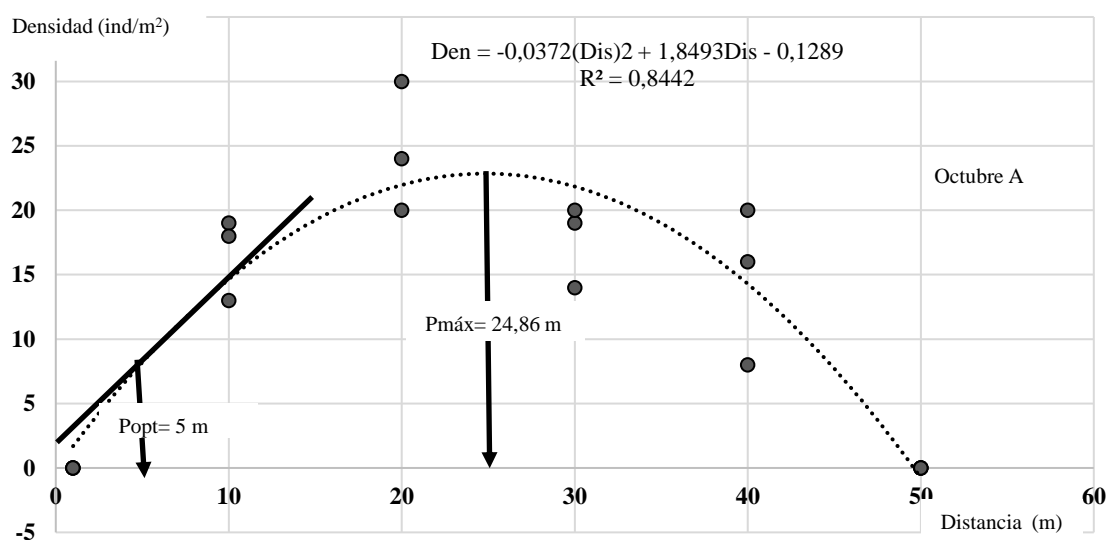


Figura 7. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque A de Estero de Plátano – mes de octubre

Del mismo modo, en el bloque B correspondiente al mes de octubre se observa que hay una alta fiabilidad de los datos, pues el valor de $R^2 = 0,8129$. En este caso el punto máximo en donde se encontró la mayor cantidad de erizos fue a 23,43 metros, mientras que el punto óptimo desde donde se empezó a registrar la presencia de erizos fue a 7 metros (figura 8).

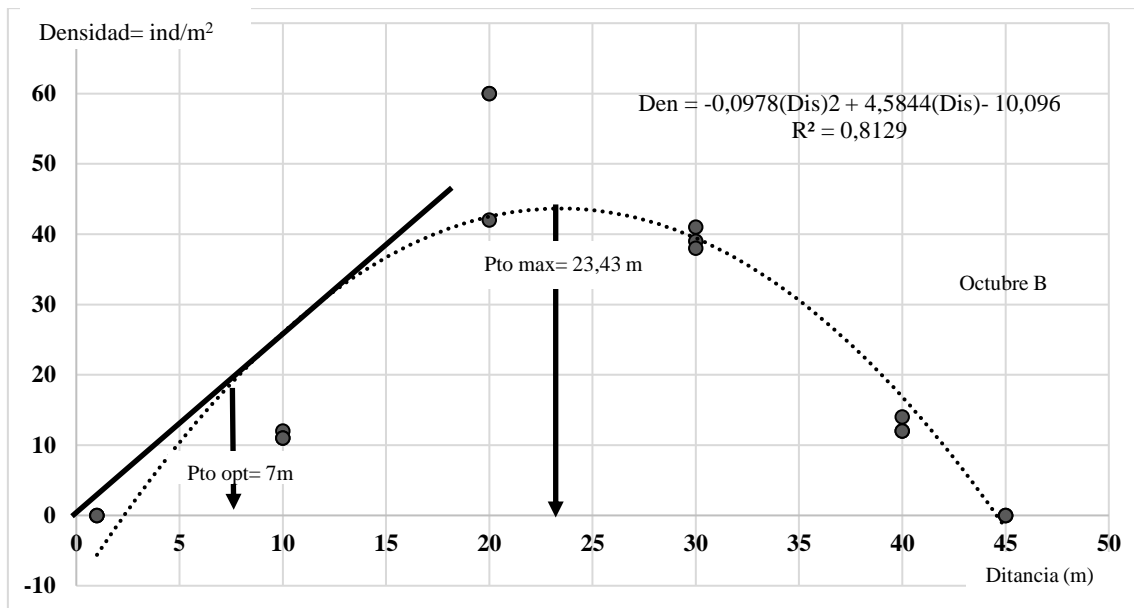


Figura 8. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque B de Estero de Plátano – mes de octubre

Conforme a la tabla 1 se observa que los erizos con mayor talla (35,08 mm) se encontraron a una distancia de 20 metros, siendo el único dato que difiere del resto de tallas registradas en el bloque A del mes de octubre. También se observa que el mayor número de individuos se registró a los 10 metros con un total de 29 erizos, mientras que el menor número de individuos se registró a los 50 metros con un total de 2 erizos.

En el bloque B en cambio, se observa que la mayor talla de individuos se encontró a 10 metros con un valor medio de 25,44 mm. Este valor y el que se registró a 20 metros difieren de las tallas que se contabilizaron en las distancias de 30 y 50 metros, en este caso el mayor número de individuos fue de 65 a una distancia de 20 metros y el menor número de individuos estuvo representado por 1 espécimen a una distancia de 50 metros.

A lo largo del muestreo del mes de octubre se ve que el total de individuos contabilizados fue de 244 erizos, de los cuales la mayor densidad poblacional se obtuvo en el bloque B.

Tabla 1. Análisis de homogeneidad entre la estructura de tallas de los erizos negros en los bloques A y B correspondientes al mes de octubre

Distancia (m)	Bloque A		Bloque B	
	n°	Media (mm)	n°	Media (mm)
10	29	16,4024 ^a	21	25,4471 ^c
20	28	35,0893 ^c	65	20,9940 ^b
30	18	28,9328 ^a	38	15,2366 ^a
40	27	16,0285 ^a	15	15,0120 ^a
50	2	13,2508 ^a	1	12,2510 ^a
Total de individuos	104		140	

En el mes de noviembre se puede ver que los datos presentan un alto grado de fiabilidad por cuanto el valor de $R^2 = 0,7468$ en el bloque A. El punto máximo en el que se obtuvo la mayor densidad poblacional de individuos fue a 25 metros, mientras que el punto desde donde empezaron a aparecer los erizos fue a 5 metros, denominado punto óptimo (Figura 9).

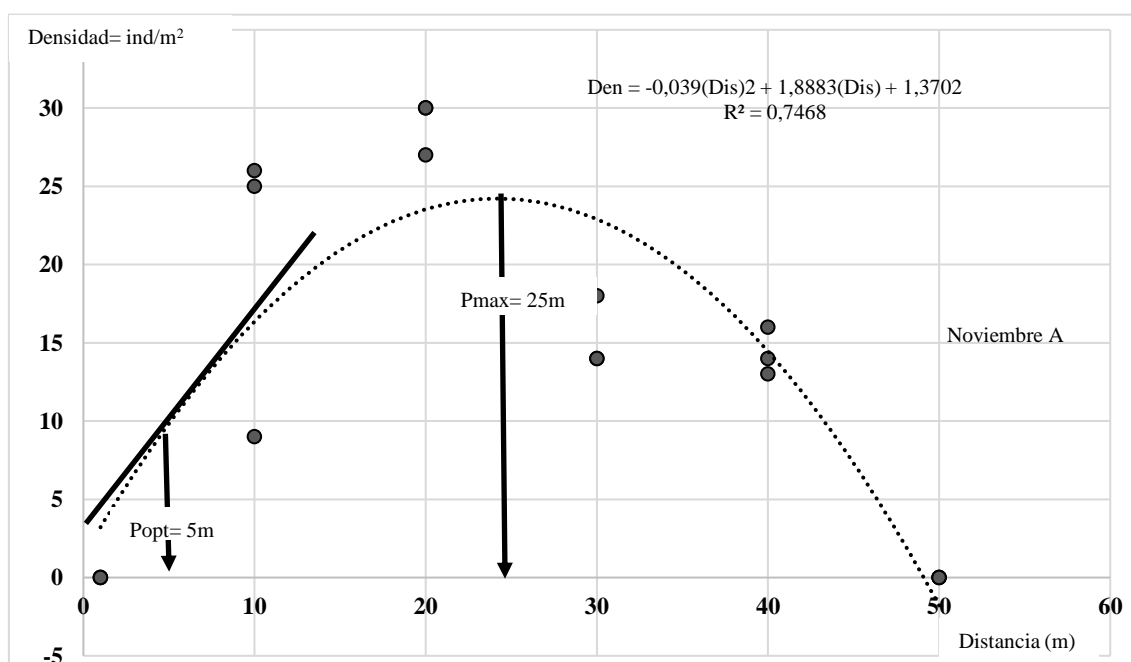


Figura 9. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque A de Estero de Plátano – mes de noviembre

En la figura 10 se concibe que el coeficiente de regresión obtenido fue de 0,8893 indicando que los datos que se presentan del bloque B correspondiente al mes de noviembre son fiables.

El punto máximo en el que se contabilizó la mayor densidad poblacional de individuos de erizos fue a una distancia de 22 metros y se observa que la distancia en la que comienzan a aparecer los erizos fue a una distancia de 5 metros.

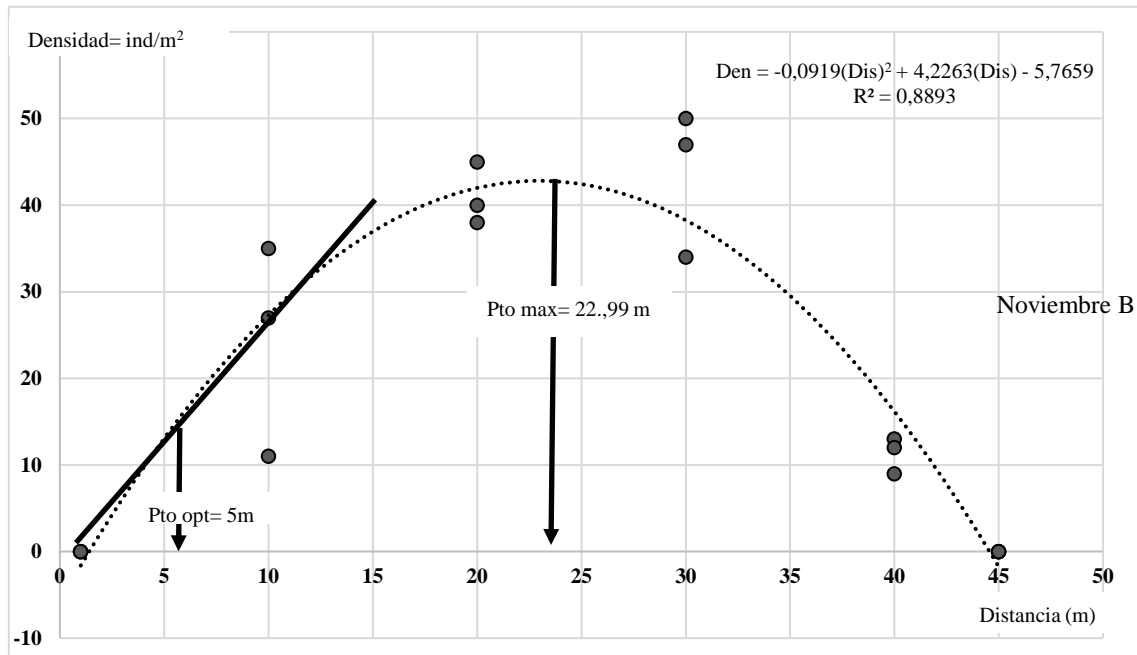


Figura 10. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque B de Estero de Plátano – mes de noviembre.

Según el análisis de homogeneidad se observa que ninguna de las tallas obtenidas en el bloque A correspondiente al mes de noviembre presenta diferencias significativa. En este caso, los individuos de mayor talla tuvieron un valor medio de 30,4948 mm a los 40 metros de distancia, representado por un total de 23 individuos.

En el bloque B en cambio, se ve que sí hubo diferencias significativas entre los individuos que se contabilizaron a una distancia de 40 y 50 metros y el resto de grupos, además se observa que el valor de talla máximo fue de 22,2733 mm correspondiente a un total de 46 individuos y a una distancia de 20 metros (Tabla 2).

En el mes de noviembre se contabilizó un total de 272 individuos, siendo el bloque B el que acumulara la mayor cantidad de erizos.

Tabla 2. Análisis de homogeneidad entre la estructura de tallas de los erizos negros en los bloques A y B correspondientes al mes de noviembre

Distancia (m)	Bloque A		Bloque B	
	n°	Media (mm)	n°	Media (mm)
10	43	29,0863 ^a	40	19,3982 ^a
20	36	28,0678 ^a	46	22,2733 ^a
30	24	27,0400 ^a	44	20,2189 ^a
40	23	30,4948 ^a	11	14,3955 ^b
50	2	17,2541 ^b	3	12,3212 ^b
Total de individuos	128		144	

Respecto al mes de diciembre, se observa que el valor de $R^2 = 0,8561$ indicando que hay un alto grado de fiabilidad en los datos obtenidos del bloque A.

La distancia o punto máximo en el que se encontró la mayor densidad de erizos fue a 24,69 metros y el punto óptimo en el que los individuos se comienzan a aparecer fue a 5 metros (figura 11).

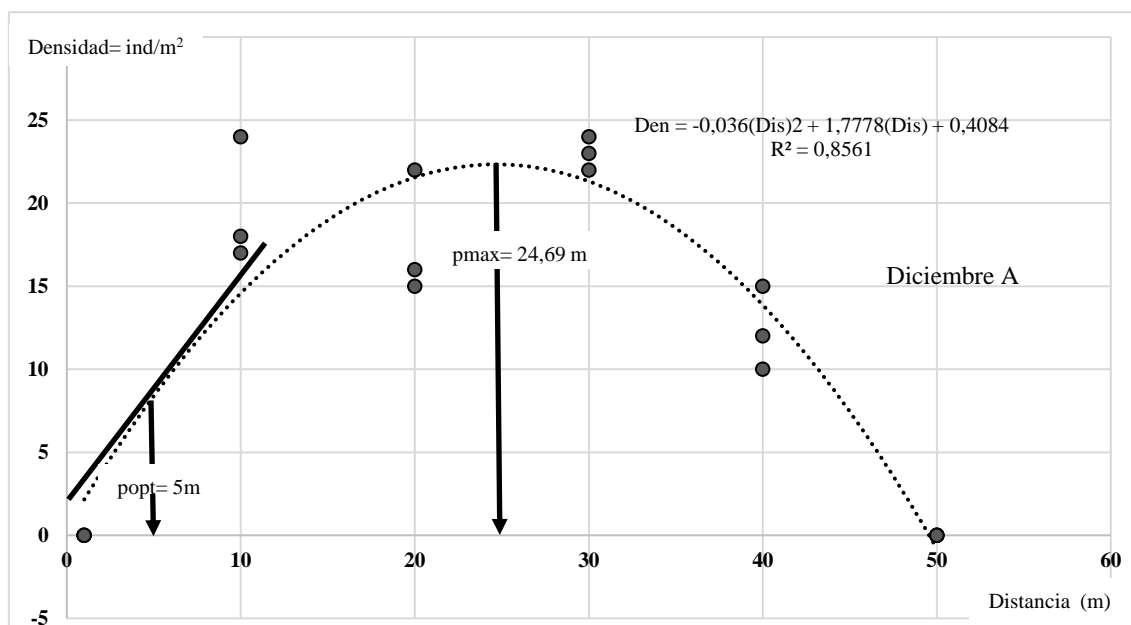


Figura 11. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque A de Estero de Plátano – mes de diciembre

En el bloque B del mes de diciembre también se observa que los datos que han obtenido tienen un alto grado de validez, pues el coeficiente de regresión fue de 0,8810.

El punto máximo en el que se obtuvo el número más alto de individuos fue a una distancia de 23,14 metros y el punto óptimo en donde empezaron a aparecer los erizos fue a una distancia de 4 metros (figura 12).

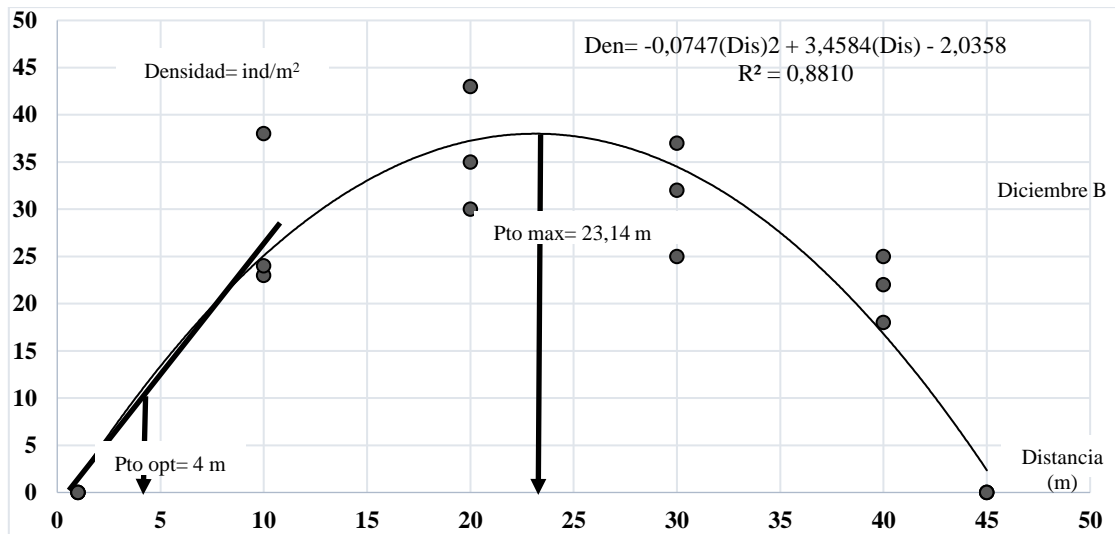


Figura 12. Regresión cuadrática de la densidad poblacional de erizos negros en el bloque B de Estero de Plátano – mes de diciembre

En el análisis de homogeneidad de grupos del bloque A (tabla 3), se observa que hay diferencias entre el promedio de tallas registradas en el mes de diciembre, en este caso se observan tres grupos que difieren estadísticamente. Las tallas que se encontraron a una distancia de 20, 40 y 50 metros se encuentran dentro del mismo grupo, mientras que las tallas obtenidas a una distancia de 10 y 30 metros son diferentes.

En este caso, la mayor talla obtenida corresponde a 21,9272 mm a una distancia de 30 metros, con un total de 50 individuos, mientras que la talla más pequeña (13,0108 mm) se encontró a una distancia de 50 metros con un total de 1 individuo.

En el bloque B en cambio se ve que todos los grupos son iguales, por lo tanto no hay diferencias significativas, sin embargo respecto al valor de las tallas, la que obtuvo el valor promedio más alto corresponde a los individuos que se encontraron a una distancia de 20 metros, porque el tamaño de los erizos fue de 17,1784 mm con un total de 62 individuos. También se observa que el valor más alto de erizos se ubicó a una distancia de 10 metros con un total de 66 individuos y los que tuvieron la menor talla registrada dentro del bloque que fue de 15,1614 mm.

En el mes de diciembre el total de individuos fue de 355, en donde el bloque B fue el área que obtuviera el valor más alto.

Tabla 3. Análisis de homogeneidad entre la estructura de tallas de los erizos negros en los bloques A y B correspondientes al mes de diciembre

Distancia (m)	Bloque A		Bloque B	
	Nº de individuos	Media (mm)	Nº de individuos	Media (mm)
10	37	18,7035 ^{ab}	66	15,5271 ^a
20	30	17,0880 ^a	62	17,1784 ^a
30	50	21,9272 ^b	43	16,7221 ^a
40	39	15,1385 ^a	24	16,1496 ^a
50	1	13,0108 ^a	3	15,1614 ^a
Total de individuos	157		198	

ANOVA entre la densidad poblacional y distancias de aparición de erizos negros entre los bloques A y B

Conforme a la tabla 4 se observa que a una distancia de 10 metros no hay diferencias significativas en la densidad poblacional de erizos negros entre los bloques A y B por cuanto $p=0,1732$.

Tabla 4. ANOVA entre densidad poblacional y distancia de los erizos negros a 10 metros

Distancia*densidad poblacional 10 metros	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups A y B:	523,611	5	104,722	1,872	0,1732
Within groups:	671,333	12	55,9444	Permutation p (n=99999)	
Total:	1194,94	17	0,1722		

En la tabla 5 se puede apreciar que hay diferencias significativas entre la densidad poblacional de los erizos a una distancia de 20 metros al comparar los bloques A y B, pues el valor de $p=0,0005$.

Tabla 5. ANOVA entre densidad poblacional y distancia de los erizos a 20 metros

Distancia*densidad poblacional 20 metros	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups A y B:	2494,28	5	498,856	12,27	0,0005
Within groups:	413,333	12	34,4444	Perm. p	
Total:	2907,61	17			

A una distancia de 30 metros, la densidad poblacional de los erizos negros en los bloques A y B mostró diferencias significativas, porque el valor de $p=0,000$ (tabla 6).

Tabla 6. ANOVA entre densidad poblacional y distancia de los erizos en 30 metros

Distancia*densidad poblacional 30 metros	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups A y B:	2028,94	5	405,789	19,46	0,0000
Within groups:	255,333	12	21,2778	Perm. p	
Total:	2284,28	17			

Según la tabla 7 hubo diferencias significativas entre la densidad poblacional de los erizos en los bloques A y B a una distancia de 40 metros, pues el valor de $p=0,0244$.

Tabla 7. ANOVA entre densidad poblacional y distancia de los erizos en 40 metros

Distancia*densidad poblacional 40 metros	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups A y B:	208,5	5	41,7	4,27	0,0244
Within groups:	128	12	10,6667	Perm. p	
Total:	336,5	17			

De acuerdo a la tabla 8, se puede observar que no existen diferencias significativas entre la densidad poblacional de los erizos en los bloques A y B a una distancia de 50 metros, pues el valor de $p=0,7995$.

Tabla 8. ANOVA entre la densidad poblacional y la distancia en 50 metros

Distancia*densidad poblacional 50 metros	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups A y B:	12,4852	5	2,49704	0,06897	0,7995
Between subjects:	4	12	0,5		
Total:	10,5	17			

ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y los puntos de muestreo entre los bloques A y B

En la tabla 9 se observa que no existen diferencias significativas entre la densidad poblacional de los erizos negros en los puntos 1A y 1B, porque el valor que se obtuvo fue de 0,3896.

Tabla 9. ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y el punto 1A - 1B a lo largo de los muestreos.

Puntos de muestreo*Densidad poblacional	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups Punto 1A y 1B:	29,3889	1	29,3889	0,8275	0,3896
Between subjects:	881,444	8	110,181		
Total:	1194,94	17			

Entre los puntos 2A y 2B sí se observan diferencias significativas entre la densidad poblacional de los erizos negros, pues el valor que se obtuvo fue de 0,0001 (tabla 10).

Tabla 10. ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y el punto 2A - 2B a lo largo de los muestreos.

Puntos de muestreo*Densidad poblacional	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups Punto 2A y 2B:	1780,06	1	1780,06	25,26	0,0001242
Within groups:	1127,56	16	70,4722	Permutation p (n=99999)	
Total:	2907,61	17	0,00018		

Entre el punto 3A y 3B también se observa que hay diferencias significativas en la densidad poblacional de los erizos negros, por cuanto el valor registrado en fue de 0,0004 en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Tabla 11. ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y el punto 3A - 3B a lo largo de los muestreos.

Puntos de muestreo*Densidad poblacional	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups Punto 3A y 3B:	1701,39	1	1701,39	33,03	0,0004305
Between subjects:	170,778	8	21,3472		
Total:	2284,28	17			

En los puntos 4A y 4B no se observan diferencias significativas respecto a la densidad poblacional de los erizos negros a lo largo de los muestreos, lo cual se ve reflejado en el valor p cuyo valor fue de 0,57.

Tabla 12. ANOVA entre la densidad poblacional de los erizos negros y el punto 4A - 4B a lo largo de los muestreos.

Puntos de muestreo*Densidad poblacional	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p
Between groups Punto 4A y 4B:	9,38889	1	9,38889	0,3508	0,57
Between subjects:	113	8	14,125		
Total:	336,5	17			

Parámetros fisicoquímicos

Conforme a la figura 13 se puede visualizar que los niveles de conductividad y salinidad fueron más altos en el Bloque A cuyas concentraciones fueron de 42,420 ms/cm y 30,27 ppm respectivamente. Los niveles de turbidez tuvieron mayor concentración en el estero con un valor de 17,33 NTU; del mismo modo, los niveles más bajos de oxígeno disuelto se registraron en el estero con un valor de 8,90 mg/l. Los parámetros de la temperatura y pH fueron más altos en el Bloque B, cuyos valores fueron de 26,54 °C y 8,41.

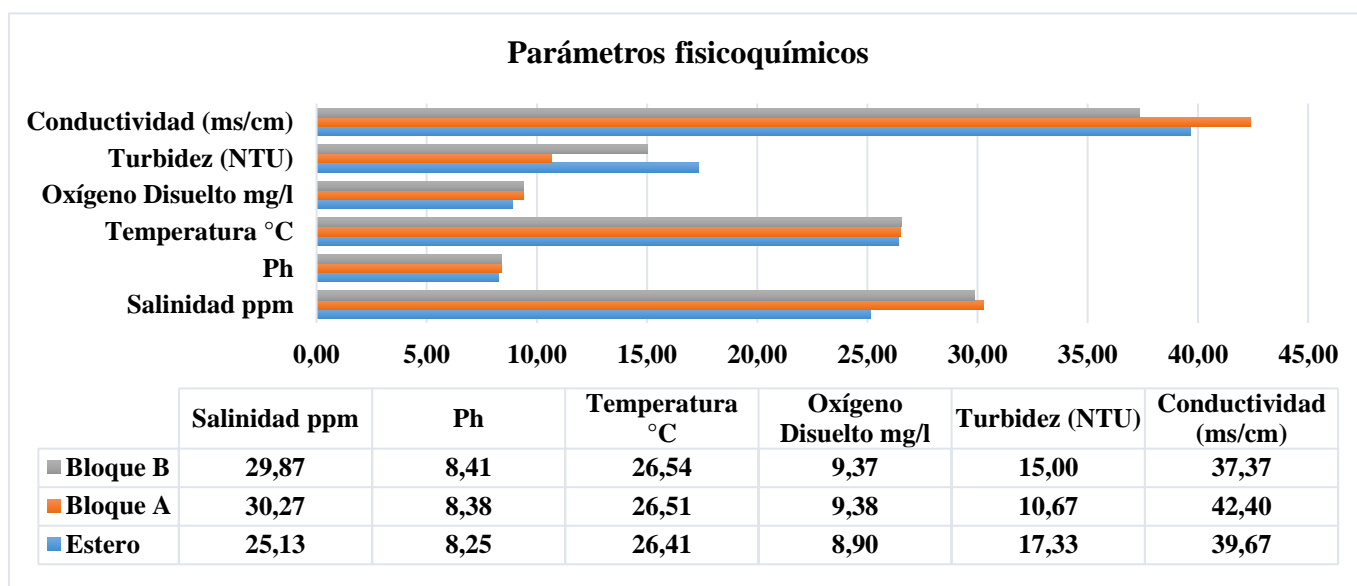


Figura 13. Valor promedio de parámetros fisicoquímicos.

Según la tabla 4, se observa que existe una fuerte correlación positiva entre el parámetro de salinidad y pH por cuanto los valores obtenidos fueron de 0,5 respectivamente.

Con respecto al resto de parámetros fisicoquímicos, la temperatura y el oxígeno disuelto presentaron un grado de correlación positiva baja y los parámetros de conductividad y

turbidez presentaron un grado de correlación negativa baja con la densidad poblacional de individuos obtenidos a lo largo del estudio.

Tabla 13. Correlación de Spearman entre densidad poblacional y parámetros fisicoquímicos

Parámetros	Conductividad	Temperatura	Turbidez	pH	Salinidad	Oxígeno disuelto
Conductividad		-0,5*	-0,201	1**	0,5*	0,235
Temperatura	-0,5*		-0,412	-0,5*	0,105	0,125
Turbidez	-0,201	-0,412		-0,327	-1**	0,465
pH	1**	-0,5*	-0,327		0,5*	0,645*
Salinidad	0,5*	0,105	-1	0,5*		-0,241
Oxígeno disuelto	0,235	0,125	0,465	0,645	-0,241	
Densidad poblacional	-0,24	0,18	-0,14	0,5*	0,5*	0,38

Nota: los valores con asterisco indican que existe correlación alta positiva entre las variables.

PROPUESTA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DEL ERIZO NEGRO (*ECHINOMETRA VANBRUNTI*)

Conforme a los resultados que se han obtenido del presente estudio y la información preliminar que ha sido descrita en capítulos anteriores, es conveniente que en la zona rocosa de la playa Estero de Plátano se establezcan áreas de protección de la especie *Echinometra vanbrunti*, pues sus altas densidades poblacionales se asientan justamente en esta zona.

Por lo tanto, tomando en cuenta la importancia que esta especie representa para el ecosistema y el medio ambiente se presenta a continuación una tabla resumen de las posibles acciones que se deben adoptar no solo para promover el cuidado de la especie, sino también para sensibilizar a la comunidad en general acerca del cuidado de la biodiversidad.

Tabla 14. Propuesta de Educación Ambiental en la parroquia Estero de Plátano

OBJETIVO	ACCIÓN	RESPONSABLE
Delimitar áreas de conservación del erizo negro (<i>Echinometra vanbrunti</i>) en el área rocosa de Estero de Plátano	Con el uso de banderas rojas, se deberá indicar que áreas están protegidas para la conservación de esta especie	Ministerio del Ambiente
Aplicar encuestas a los usuarios que llegan a la playa para evaluar sus actitudes acerca de la importancia ecológica, infraestructura, hábitos de recreación y percepción social del lugar	Se deberá hacer un estudio preliminar acerca de las actitudes de las personas que llegan a visitar la playa, para elaborar un plan de manejo de la misma y contribuir al cuidado de las áreas ecológicas más importantes de la playa	Ministerio del Ambiente Ministerio de Turismo
Concienciar a la comunidad de Estero de Plátano en el cuidado de las áreas de protección de la especie <i>Echinometra vanbrunti</i>	Se dictarán talleres a la comunidad de Estero de Plátano en temas relacionados con el cuidado de la biodiversidad, importancia del erizo negro para el ecosistema y características generales de la especie	Ministerio del Ambiente
Concienciar a los turistas que llegan a visitar Estero de Plátano en el cuidado de las áreas de protección de la especie <i>Echinometra vanbrunti</i>	Montar varias carpas en puntos estratégicos de la playa de Estero de Plátano para dictar charlas educativas a los turistas que llegan a la playa, con la intención de visitar el área rocosa que contiene la mayor diversidad de erizos dentro de esta	Técnicos del Área de Ambiente del Municipio de Muisne
Hacer un seguimiento ambiental por medio de parámetros físicoquímicos en el área rocosa de la playa	Los análisis de parámetros físicoquímicos aportarán información acerca de las condiciones ambientales en las que viven los erizos y permitirán conocer las condiciones óptimas que necesitan para prosperar	Ministerio de Ambiente

Organizar mingas mensuales para la limpieza de la playa	Uno de los problemas que tiene la playa Estero de Plátano es la cantidad de residuos sólidos que dejan los turistas que llegan, por lo tanto es conveniente que se elimine la basura de la playa, porque también es un factor negativo que puede generar impactos en la densidad poblacional de los erizos	Asociaciones de la playa Voluntarios dentro de la comunidad Personal de la Marina
Organizar un proyecto de cultura de playas que vincule a las autoridades del cantón Muisne con la comunidad en general	Se deberán organizar reuniones con las autoridades del cantón Muisne para generar un proyecto en donde se promueva el cuidado y la protección de la zona rocosa de la playa Estero de Plátano porque alberga una alta biodiversidad de especies incluidos los erizos de mar de la especie <i>Echinometra vanbrunti</i>	Junta Parroquial de Estero de Plátano Delegados del área ambiental del Municipio de Muisne Ministerio del Ambiente Ministerio de Turismo Cooperativas o asociaciones que hayan dentro de la playa
Delimitar áreas de recreación, deporte y venta de alimentos dentro de la playa	Las actividades recreativas y deportivas que se lleven a cabo dentro de la playa no incluirán el área rocosa de la playa, porque genera presión e impactos negativos en las poblaciones de los erizos	Personal de la Marina
Hacer patrullajes dentro de la playa para asegurar el cuidado de las zonas que se han delimitado para ser protegidas	Los patrullajes contribuirán en el cuidado del área que se haya designado para ser protegida, fomentarán el orden y posibles sanciones en caso de no acatar la ley	Personal de la Marina

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Algunos autores han mencionado que los erizos de mar (*Echinometra vanbrunti*) son bioindicadores de la calidad de agua, porque son animales poco exigentes en relación a otros equinodermos que son depredadores y vulnerables a altas concentraciones de contaminación, en el estudio de Soriano que se llevó a cabo en el año 2014, que se realizó Santa Elena se indica que los erizos no son una especie amenazada en el Ecuador, pero debido a la contaminación marina a la que están expuestos han sido un factor clave para identificar el desplazamiento de los mismos, pues su ausencia o disminución pueden ser indicios de un desequilibrio ecológico (2).

En este caso Estero de Plátano ha experimentado un aumento poblacional en los últimos años, así como también el aumento de turistas que visitan la playa y con ello se pone en peligro la conservación de la biodiversidad.

Las afirmaciones anteriores concuerdan con el estudio de Bossano realizado en el año 2015, quien recomendó una propuesta de ordenamiento territorial ecológico debido a la desorganización urbanística, mal uso del suelo, sobreexplotación de recursos naturales y aumento de la capacidad de carga de la playa de Estero de Plátano (28).

Para determinar la distancia a la que aparecen con mayor frecuencia los erizos se estableció un análisis de regresión, de lo cual se pudo evidenciar que la mayor cantidad de erizos aparecen a una distancia promedio de 24,01 metros y a la vez se pudo constatar que los individuos empiezan a aparecer a una distancia promedio de 5,16 metros.

Tras hacer un análisis de homogeneidad de grupos se determinó que la mayoría de individuos más grandes se encuentran en distancias entre los 10 y 20 metros, y a medida que aumentó la distancia la mayoría de los individuos registrados fueron más pequeños. Coincidiendo con el estudio de Amaya que se realizó en el año 2004 y el estudio de Ríaset al. en el año 2013, en donde se aplicó un test de Tukey y del cual se pudo observar que a una distancia de 8.88 metros y 18 metros respectivamente, los individuos fueron más grandes, pero a medida que incrementó la distancia la cantidad de individuos disminuyó y además se encontró a los especímenes más pequeños.

Estos hallazgos, se deben a la existencia de un límite entre el aire y el agua que se mueve de manera vertical con las olas y mareas, indicando que los erizos tienden a utilizar las

zonas que presentan mejor calidad ambiental para garantizar su supervivencia y desarrollo (35) (36).

Este estudio, al igual que el estudio de González realizado en el año 2004, indicó que existen diferencias significativas entre la talla, los meses de muestreo y la distancia en la que se encontraron los individuos, puesto que los individuos más grandes se reportaron en el mes de diciembre y los más pequeños en el mes de octubre, mientras que en el estudio del autor antes mencionado, los erizos más pequeños se registraron en el mes de abril y los más grandes en el mes de diciembre, lo cual se debe a la disponibilidad de alimento que además estaría limitando su aumento o disminución en el área de estudio.

Por medio de un estudio realizado en Panamá en el Golfo de Chiriquí se obtuvo un total de 771 y 569 individuos en dos salidas de campo que se llevaron a cabo, cuya densidad absoluta máxima fue de 9 individuos/m² (37). Del mismo modo en el estudio de Alvarado & Chiriboga en el año 2008, el estudio registró bajas densidades de individuos con un valor menor a los 20 individuos/m².

A lo largo del presente estudio se obtuvo un total de 859 individuos, siendo el mes de diciembre que presentara la densidad poblacional más alta de individuos, representado con 351 individuos/m²; esta variación en la densidad poblacional se atribuye a la disponibilidad de alimento y las condiciones climáticas a las que se enfrentan estos organismos (38) (39).

Por otro lado, la talla media máxima registrada en el presente estudio alcanzó los 35,08 mm y la talla media mínima fue de 14,39 mm, lo cual difiere con el estudio de González del año 2004, en donde se reportaron tallas de 4 mm – 73 mm de diámetro, aseverando que el crecimiento de los erizos negros depende directamente de la época de reproducción, puesto que la época en la que los individuos presentan mayor crecimiento gonadal es en el mes de septiembre donde se suelen encontrar erizos con tallas que van desde 34 mm – 36 mm (lo cual indica que se trata de individuos de 2 años), su época de reproducción va de agosto a octubre y luego de este periodo el número de individuos pequeños pasan por una situación crítica debido a la disponibilidad de alimento, por lo tanto tienden a migrar a lugares donde puedan prosperar .

Los erizos negros son organismos que forman comunidades con la capacidad de indicar alteraciones a medio y largo plazo por el grado de tolerancia frente a los cambios del hábitat tanto ambiental como de origen antrópico, que se ve reflejado en la densidad

poblacional de las especies (40). *Echinometra vanbrunti* ha sido considerada como una especie bioindicadora de metales pesados, así lo corrobora un estudio realizado en Santa Elena – Ecuador, en donde se hizo un análisis de muestras de sedimento recolectadas en tres sitios de muestreo, de donde se obtuvo que esta especie estaba presente en los lugares con mayor concentración de mercurio (0,093 mg/kg), cadmio (0,7 mg/kg), plomo (19 mg/kg) e hidrocarburos (76,62 mg/kg) (41).

Del mismo modo al comparar los parámetros fisicoquímicos, el erizo negro estuvo presente en sitios con mayores concentraciones de oxígeno disuelto (8,31 mg/l) y con un pH alcalino promedio de 9,53 (41). Estos hallazgos concuerdan con el presente estudio porque las concentraciones de oxígeno disuelto obtenidas a lo largo de los muestreos fluctuaron entre 8,90 mg/l – 9,37 mg/l y las concentraciones de pH se mantuvieron entre 8,25 – 8,41.

Se realizó un análisis de correlación de Spearman a través del cual se estableció que los parámetros fisicoquímicos que influyen en la densidad poblacional de los individuos del presente estudio son el pH y la salinidad. El estudio de León y Salvador que se realizó en el año 2019, realizado en la provincia de Santa Elena, da a conocer que el erizo negro es una especie que tiene la capacidad de desarrollarse bien en ambientes perturbados por actividades antrópicas producto del turismo o pesca artesanal por ejemplo, a diferencia de otras especies de equinodermos, en este caso las concentraciones de salinidad y pH que se han registrado en el presente estudio fueron factores positivos para que la especie prospere.

Conforme al estudio de Galarza llevado a cabo en el año 2014, se menciona que esta especie de erizo se reproduce y desarrolla bastante bien en temperaturas que van de 25 °C a 27 °C, coincidiendo con el presente estudio en donde se obtuvieron valores de 26,41 °C – 26,54 °C en el parámetro de la temperatura y razón por la que, en este caso este factor también contribuyó a la densidad poblacional de los erizos (42).

Un estudio realizado en Colombia afirma que *Echinometra vanbrunti* es una especie sensible y poco resistente a la desecación y por ello acostumbra a habitar en zonas que estén parcial o totalmente cubiertas por agua, prefieren lugares sombreados para evitar el impacto directo de los rayos del sol y se distribuyen agrupadamente por lo tanto es muy común encontrar más individuos en cavidades de rocas a lo largo de la playa (35).

En este caso, los individuos que se obtuvieron a lo largo del presente estudio también se encontraban en lugares sombreados, incrustados en cavidades de roca y según Amaya (2004), estas condiciones serían consideradas como ideales para la supervivencia del erizo.

Para la toma de acciones en la playa de Estero de Plátano en estudios futuros en los que se decida hacer un levantamiento de información para constatar daños ambientales o contaminación de la playa, se han propuesto ciertas acciones a desarrollarse en colaboración de las autoridades competentes y comunidad en general, esperando que las zonas en la que habita el erizo negro sea objeto de protección, pues como lo menciona Amaya en un estudio del año 2007, estas especies no solo son consideradas como bioindicadores, sino que también ofrecen micrositios para otras especies de fauna como por ejemplo crustáceos, moluscos poliquetos, entre otros, pues tienden a agruparse en las cavidades que utilizan los erizos para protegerse de las condiciones ambientales adversas, evadir a sus depredadores, protegerse del arrastre mareal y alimentarse de partículas orgánicas que toman de estas cavidades (43).

En Estero de Plátano la especie no es objeto de interés comercial como en otros lugares, sin embargo, si las condiciones ambientales llegasen a ser adversas ya sea por falta de alimento, anoxia o desecación, según González en un estudio realizado en el año 2004, los individuos de esta especie tardarían al menos unos 3 años para poder recuperar sus poblaciones y alcanzar la talla de adulto y en el posible caso de que la especie sea considerada para ser explotada y comercializada, se debería hacer un estudio preliminar, pues los resultados que se han obtenido indican que las tallas de los individuos no serían las más óptima para una posible pesquería.

Conforme a la opinión del presidente del recinto Estero de Plátano, la comunidad no cuenta con un sistema de alcantarillado, la limpieza de playas se lleva a cabo una vez al mes y no hay proyectos que incluyan el manejo sostenible de la playa en general. En una propuesta de sostenibilidad medioambiental realizado en la provincia de Guayas se menciona que es necesario que se realicen programas para mejorar el control de las actividades que se llevan a cabo dentro de la playa, se debe fortalecer la protección de la biodiversidad que se encuentra en las áreas de recreación de la playa y se deben sensibilizar a los ciudadanos en temas de turismo sostenible, ya sea por medio de talleres, charlas o mesas de trabajo (44).

La acumulación de residuos sólidos alrededor de la playa Estero de Plátano, así como la afluencia de turistas en temporadas festivas es otro de los graves problemas que tiene el ecosistema, por medio del estudio de Coello y Macías del año 2005, se aconseja que una manera de evitar estos problemas es por medio de la coordinación del municipio de Muisne para que gestione la recolección de basura todos los días y tener un registro de los residuos sólidos diarios generados tanto en época festiva como en época de baja afluencia de turistas y con ello promover la ejecución de programas de reutilización de los residuos que lo ameriten en colaboración con los gestores de residuos (45).

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Por medio del presente estudio se pudo comprobar que las poblaciones de erizos empiezan a aparecer a una distancia de 10 metros, mientras que a una distancia de 50 metros las poblaciones de estos individuos empiezan a descender.
- El mes de diciembre fue el mes en el que más individuos se contabilizaron, en este caso el bloque A reportó un total de 157 individuos y en el bloque B un total de 198 individuos. Mientras que el mes de octubre registró la menor cantidad de erizos con un total de 104 individuos en el bloque A y 140 individuos en el bloque B.
- La talla máxima registrada a lo largo del estudio fue de 35,08 mm obtenida en el mes de octubre y la talla mínima fue de 14,39 mm obtenida en el mes de noviembre. Los individuos más grandes se registraron a una distancia de entre 10 y 20 metros, mientras que los más pequeños se registraron a una distancia de 40 metros.
- Conforme al análisis de correlación de Pearson, el pH y la salinidad fueron los parámetros que influyeron en la densidad poblacional de individuos a lo largo del estudio. Respecto a los valores obtenidos en los parámetros fisicoquímicos se observó que los valores de pH y temperatura fueron mayores en el bloque B, mientras que los valores de salinidad y conductividad fueron más altos en el bloque A.

RECOMENDACIONES

- Si bien es cierto que el erizo de mar (*Echinometra vanbrunti*) no es una especie con interés comercial en la playa Estero de Plátano, es conveniente que el área en donde se encuentran sea objeto de protección, pues al comparar la densidad poblacional obtenida con la de otros estudios se estima que sus poblaciones se encuentran en buenas condiciones, pero debido a la presión que ejercen las personas que visitan la playa podrían poner en peligro la conservación a largo plazo de esta especie.
- De los hallazgos obtenidos se recomienda que el hábitat de estas especies en la playa Estero de Plátano esté señalizada por banderas rojas o algún distintivo que evite el acceso a estas áreas.
- Es conveniente que se dicten talleres de sensibilización a turistas y comunidad local que viven aledaños a la playa, para promover el cuidado de los erizos. Del mismo modo es necesario dictar charlas de concienciación para el cuidado de la playa en general, pues uno de sus principales problemas es el inadecuado manejo de desechos sólidos, plásticos y desechos orgánicos que se generan en la playa y ponen en peligro no solo las poblaciones de los erizos sino también a la biodiversidad en general.
- A lo largo del estudio se comprobó que la mayor densidad poblacional de erizos se concentra en a una distancia promedio de 24,01 metros, por lo tanto, en esta zona es donde las autoridades competentes deben establecer un área de recuperación de la densidad poblacional de la especie.
- En el presente estudio se propuso un plan de educación ambiental, pues las comunidades de erizos negros son consideradas como bioindicadoras de calidad ambiental y ofrece micrositios para otras especies de fauna, por tales motivos es necesario promover su conservación por medio de un turismo sostenible.
- Conforme a una entrevista que se hizo al presidente del Recinto Estero de Plátano se recomienda elaborar proyectos o programas de carácter ambiental que vinculen el manejo sostenible de la playa, pues hasta el momento se ha hecho ninguno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Zuarth AG, Vallarino A, Pfeng JCPJAL, M C. Bioindicadores [Internet]. 1st ed. Chiapas; 2014. 782 p. Available from: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Bioindicadores-Guardianes-de-nuestro-futuro-ambiental.pdf>
2. Soriano S. Evaluación de los bancos naturales de erizo negro (*Echinometra vanbrunti*) en la zonatermareaal rocosa del balneario d ine Ballenita y Comuna La Entrada, provincia de Santa Elena durante noviembre -abril del . Tesis grado Biol Mar UEPSA Recuper el 20 12 fileCUsersJESKYN_PCMusicHellen20Tesisantecedentes20Ecuadorpdf. 2014;2019 SRC.
3. Duran EG. Biología y Metabolismo de Erizos de mar. JAINA Boletín Inf [Internet]. 2019;15(February):41. Available from: https://www.researchgate.net/publication/330970505_Biologia_y_Metabolismo_del_erizo_de_mar
4. Herrero M, Rosales M, Reyes H, de Revillagigedo M. Ramírez, G., & Densidad poblacional y distribución espacial de erizos de mar (Echinodermata: Echinoidea) en la Isla Socorro, Archipiélago xico. Rev Biol Trop Vol 63 Suppl 2 Recuper el 15 11 fileCUsersJESKYN_PCMusicHellen20Tesis00347744rbt63s2221pdf. 2015;2019 SRC:221–32.
5. Cota A, Aguilar D, Romero M, Salana R, Uribe F. Análisis de la pesquería del erizo rojo (*Strongylocentotus franciscanu*) y morado (*S purpuratus*) en la costa noroccidental de la Baja California. Rev Cienc Pesq Vol No12 Recuper el 14 11 fileCUsersJESKYN_PCMusicHellen20Tesispdf. 2015;2019 SRC:CP12-11.
6. Paredes R. Erizos de mar: Dinámica poblacional y reclutamientos de larvas en la isla San Cristobal del Archipiélago de Galápagos-Ecuador. Universidad San Francisco de Quito. Esc ciencias biolgicas y Ambient Recuper el 14 11 fileCUsersJESKYN_PCMusicHellen20Tesis99434pdf. 2010;2019 SRC.
7. Marrero Y, Cabrera R. Análisis del estado de los erizos de mar en Canarias y zonas

- Atlánticas - Mediterráneas de la Península Ibérica Análisis del estado de los erizos de mar en Canarias y zonas Atlánticas - Mediterráneas de la Península Ibérica Analysis of the state of sea urchins. Resúmenes sobre el VIII Simposio MIS15 [Internet]. 2015;(April 2016):5. Available from: https://www.researchgate.net/publication/299606875_Analisis_del_estado_de_los_erizos_de_mar_en_Canarias_y_zonas_Atlanticas_-_Mediterraneas_de_la_Peninsula_Iberica/link/5702c19c08aedbac126f3e2f/download
8. Columba K. Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador. Quito. 2013;
 9. Luna S. Distribución Poblacional y Ciclo Reproductivo del Erizo de Mar Blanco *Tripneustes depressus* (Echinodermata: Echinoidea) en las islas Galápagos* [Internet]. Universidad San Francisco de Quito; 1997. Available from: <http://rediberoamericanaequinodermos.com/wp-content/uploads/2015/09/Luna-2000-Dist-pobl-y-ciclo-rep-Tripnesutes-depressus-USFQ-BSc.pdf> LK - <http://rediberoamericanaequinodermos.com/wp-content/uploads/2015/09/Luna-2000-Dist-pobl-y-ciclo-rep-Tripnes>
 10. González SJ, Cáceres CW, Ojeda P. Feeding and nutritional ecology of the edible sea urchin *Loxechinus albus* in the northern Chilean coast. *Rev Chil Hist Nat.* 2008;81(4):575–84.
 11. Li J, Amaya E. Investigating the Cellular and Molecular Mechanisms of Wound Healing in *Xenopus* Oocytes and Embryos. Cold Spring Harbor protocols [Internet]. 2019;(4). Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&DbFrom=pubmed&Cmd=Link&LinkName=pubmed_pubmed&LinkReadableName=RelatedArticles&IdsFromResult=29895564&ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
 12. Lessios H, Garrido M, Kessing B. Demographic history of *Diadema antillarum*, a keystone herbivore on Caribbean reefs. The Royal Society Publishing [Internet]. 2001; Available from: <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspb.2001.1806>

13. Roldán G. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP Col. 1st ed. Medellín; 2003.
14. Rogers-Bennett L, Rogers DW, Bennett WA, Ebert TA. Modeling red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) growth using six growth functions. *Fish Bull* [Internet]. 2003;101(3):614–26. Available from: <https://escholarship.org/content/qt8gn2v2xn/qt8gn2v2xn.pdf>
15. Tuya F, P Sánchez-Jerez, & . Relaciones entre las agrupaciones de peces de arrecife rocoso, el erizo de mar *Diadema antillarum* y las macroalgas en todo el archipiélago canario. *Mar Ecol Prog Ser* Recuper el 20 diciembre del fileCUsersJESKYN_PCDownloadsRelationships_between_rockyreef_fish_assemblages_pdf. 2019;278 SRC-:157–69.
16. Toro F. Estimación de la intensidad bioerosionadora de los erizos (Echinodermata) en un arrecife coralino de la isla Gorgona-Pacífico colombiano. Tesis Pregr Dep Biol Fac Ciencias Univ del Val. 1998;
17. Maluf L, California E, Mair J. Informes técnicos composición y distribución de la central Equinodermos del Pacífico Oriental. *Mus Hist Nat Los Angeles Los Angeles* E Mora y M Cruz Man campo los invertebrados bentnicos *Mar Moluscos Crustceos y equinodermos la Zo litoral ecuatoriana Univ Guayaquil Pp.* 2002;2 SRC-B:1–105.
18. Ojeda P. Distribution Patterns of *Tetrapygus Niger* (Echinodermata: Echinoidea) Off the Central Chilean Coast. *Marine Ecol Ser* [Internet]. 1993;101:157–62. Available from: <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/19260>
19. Mite G, Gonzabay P. Elaboración del Catálogo de Invertebrados Marinos Bentónicos Macroscópicos (Equinodermos, Moluscos y Crustáceos) de la Zona Intermareal Rocosa Norte del Balneario “Ballenita” Desde el mes de Junio a Diciembre [Internet]. Universidad EStatal; 2009. Available from: https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/839/1/MITE_DEFAZ_Y_GONZABAY_MUÑOZ-2009.pdf
20. Tuya F, Boyra A, Sanchez-Jerez P, Barbera C, Haroun RJ. Relationships between rocky-reef fish assemblages, the sea urchin *Diadema antillarum* and macroalgae

- throughout the Canarian Archipelago. *Mar Ecol Prog Ser* [Internet]. 2004;278:157–69. Available from: [http://www.bioges.ulpgc.es/bioges/ufiles/Relationships between rocky-reef fish assemblages,.pdf](http://www.bioges.ulpgc.es/bioges/ufiles/Relationships%20between%20rocky-reef%20fish%20assemblages,.pdf)
21. Sonnenholzner J, Brandt M, Francisco V, Hearn A, Luzuriaga M, Guarderas P, et al. y Investigación de Equinodermos en Ecuador in Ecuador. Captulo 6 183232 Recuper el 20 diciembre del fileCUsersJESKYN_PCDownloadschap6SonnenholzneretalEcuador1pdf. 2019;1 SRC-B.
 22. González J. CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DEL ERIZO DE lividus (LAMARCK, EN EL MAR CANTÁBRICO: CICLO GONADAL Y DINÁMICA DE POBLACIONES. Univ Cantab rea Ecol Tesis Dr Recuper el 14 11 fileCUsersJESKYN_PCMusicHellen20Tesiserizos20de20marpdf. 2005;2019 SRC.
 23. Borrero-Perez GH, Benavides-Serrato M, Diaz-Sanchez CM. Equinodermos del Caribe colombiano II: Echinoidea y Holothuroidea [Internet]. Series de Publicaciones ESpeciales de INVEMAR. 2012. 30 p. Available from: http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/10454EQII__web.pdf
 24. Ramírez G. Estructura comunitaria comparativa de los erizos de mar (Echinoidea: Regularia) en arrecifes del Pacífico Mexicano [Internet]. Vol. 53, Área de conocimiento de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Baja California Sur; 2010. Available from: <http://rediberoamericanaequinodermos.com/wp-content/uploads/2015/09/Ramirez-Ortiz-2010-Estructura-erizos-de-mae-Pac-Mex-UABCS.pdf>
 25. Vázquez H, Ramírez T. Aspects of Growth in the Terrestrial Crab *Cardisoma crassum* Smith, 1870 (Crustacea: Brachyura: Gecarcinidae) from El Salado Estuary, Puerto Vallarta, Jalisco, México. *Mitteilungen Klosterneubg.* 2015;65(2):82–99.
 26. Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. Constitución del Ecuador. Regist Of [Internet]. 2008;(20 de Octubre):173. Available from:

<https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>

27. Congreso Nacional del Ecuador. Ley De Pesca Y Desarrollo Pesquero 2005-007. Magap [Internet]. 2015;1–11. Available from: <http://www.institutopesca.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/Ley-de-Pesca-y-Desarrollo-Pesquero.pdf>
28. Bossano M, Torres C. Propuesta de Ordenamiento Territorial Ecológico en el recinto Estero de Plátano utilizando técnicas de geo-información [Internet]. Pontificia Universidad Católica Sede Esmeraldas; 2015. Available from: [http://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/378/1/BOSSANO CLAVIJO MARTHA CRISTINA.pdf](http://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/378/1/BOSSANO%20CLAVIJO%20MARTHA%20CRISTINA.pdf)
29. Fisher W, Krup F, Schneider W, Sommer C, Carpenter K, Niem V. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico Centro-oriental. Vertebrados Parte 1. Organ las Nac Unidas para la Agric y Aliment [Internet]. 1995;2. Available from: <http://www.fao.org/3/t0852s/t0852s00.htm>
30. Mislolavich P, Díaz J, Klein E, Alvarado J, Díaz C, Gobin J, et al. Marine Biodiversity in the Caribbean: Regional Estimates and distribution patterns. PLoS One [Internet]. 2010;5. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0011916>
31. Mair J, Mora E, Cruz M, Calles A, Arroyo M, Merino D. Guía de campo para la recolección y preservación de invertebrados marinos. Guayaquil - Ecuador [Internet]. 2000. 41–62 p. Available from: [https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/839/1/MITE DEFAZ Y GONZABAY MUÑOZ-2009.pdf](https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/839/1/MITE%20DEFAZ%20Y%20GONZABAY%20MUÑOZ-2009.pdf)
32. Milton M. Mínimos Cuadrados – Modelos de regresión Lineal y Cuadrática. Tec Super en Equipos Viales Mineros y Agric [Internet]. 2012;1–2. Available from: <http://web.archive.org/web/20120813054215/http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r71988.PDF>
33. Zarco-espínosa V, Valdez-Hernández J, Ángeles-Pérez G, Castillo-Acosta O. Estructura Y Diversidad De La Vegetación Arbórea Del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. Univ y Cienc [Internet]. 2010;26(1):1–17. Available

from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n1/v26n1a1.pdf>

34. Barreto C. Introducción a la estadística no paramétrica (Parte II): Prueba de correlación de Spearman [Internet]. Universidad Los Ángeles de Chimbote; 2011. Available from: <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/Coeficiente-de-correlaci%C3%B3n-de-Spearman-.pdf>
35. Amaya-Vallejo V. Relaciones ecológicas entre *Echinometra vanbrunti* y la macrofauna asociada a sus cavidades de habitación, en el acantilado Verde de la Isla de Palma, Bahía de Málaga, Pacífico Colombiano [Internet]. Universidad del Valle; 2004. Available from: <http://rediberoamericanaequinodermos.com/wp-content/uploads/2015/09/Amaya-Vallejo-2004-Relaciones-entre-Echinometra-vanbrunti-y-la-macrofauna-UV-Lic.pdf>
36. Ríos-Jara E, Galván-Villa C, Rodríguez-Zaragoza FA, López-Uriarte E, Bastida-Izaguirre D, Solís-Marín F. Los equinodermos (Echinodermata) de bahía Chamela, Jalisco, México. *Rev Mex Biodivers* [Internet]. 2013;84(1):263–79. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v84n1/v84n1a17.pdf>
37. Alvarado J, Guzman H, Breedy O. Distribution and diversity of echinoderms (Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea) in the islands of the gulf of chiriqui, panama [Distribución y diversidad de equinodermos (Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea) en las islas del golfo de chiriquí, panamá]. *Rev Biol Mar Oceanogr* [Internet]. 2012;47(1):13–22. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84861147210&partnerID=40&md5=242621139dcca380572be903e1135064>
38. González-Peláez S. Biología poblacional del erizo *Echinometra vanbrunti* (Echinodermata: Echinoidea), en el sur del golfo de California, México. Centro de investigaciones Biológicas del noroeste, S C [Internet]. 2004 Jul;116. Available from: http://dspace.cibnor.mx:8080/bitstream/handle/123456789/60/gonzalez_s.pdf?sequence=1&isAllowed=y
39. Alvarado JJ, Chiriboga Á. Distribución y abundancia de equinodermos en las aguas someras de la Isla del Coco, Costa Rica (Pacífico Oriental). *Rev Biol Trop*.

2008;56(2):99–111.

40. León A, Salvador M. Distribución espacial de macroinvertebrados bentónicos móviles en el intermareal rocoso de San Lorenzo, Ecuador. *La Técnica Rev las Agrociencias* ISSN 2477-8982 [Internet]. 2019;(21):17–30. Available from: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/1549>
41. Valencia-Hidalgo V. Variables físicas, químicas y microbiológicas en relación a la presencia de macroinvertebrados en zonas rocosas de Santa Elena, Ecuador [Internet]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo; 2016. Available from: http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2106/1/Valencia_Vicky_Paper_FINAL.pdf
42. Galarza-Verkovitch D. Modularidad y heterocronía en dos eventos del desarrollo embrionario de dos especies de erizos de mar (Familia: Echinometridae) con desarrollo planctotrófico y diferente tamaño de huevo. [Internet]. Vol. 2019 SRC. Pontificia Universidad Católica del Ecuador; 2014. Available from: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11807/Denisse_Galarza_2014.pdf?sequence=4&isAllowed=y
43. Amaya Vallejo V. *Echinometra vanbrunti* como hospedero de relaciones comensalistas en el pacífico colombiano. *Acta biol colomb* [Internet]. 2007;12(1):57–66. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v12n1/v12n1a5.pdf>
44. Navarrete O, Zambrano A. Propuesta de un modelo de sostenibilidad medioambiental del impacto del turismo en el cantón Playas, Provincia Guayas, Ecuador [Internet]. Escuela Superior Politécnica del Litoral; 2014. Available from: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/88919/D-64993.pdf>
45. Coello S, Macías R. Situación de la basura marina en Ecuador. United Nations Environ Program [Internet]. 2005;8–63. Available from: http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/biblioteca/pordinario/002.Basura_Marina_en_Ecuador.pdf

ANEXOS

Toma de parámetros fisicoquímicos



Distribución de cuadrantes en el área de estudio



Conteo de erizos dentro del cuadrante



Medición del diámetro de erizos in situ



Recolección de erizos para su identificación



Identificación de especies de erizos en el laboratorio de la PUCESE





Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

SEDE
ESMERALDAS

ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL

ENTREVISTA PARA EL PRESIDENTE DEL RECINTO ESTERO DE PLÁTANO DEL CANTÓN MUISNE

CARACTERIZACIÓN DEL ERIZO NEGRO EN LA ZONA INTERMAREAL ROCOSA DE ESTERO DE PLÁTANO

ENTREVISTA PARA EL PRESIDENTE DEL RECINTO ESTERO DE PLÁTANO DEL CANTÓN MUISNE

- 1. Como presidente del recinto Estero de Plátano ¿Cuáles considera usted que son los principales problemas que enfrenta la playa Estero de Plátano respecto a la cantidad de gente que visita la playa?**

Uno de los principales problemas es el retraso de los recolectores de basura, lo que hace que esta se acumule por semanas ocasionando malos olores que traen consigo un sinnúmero de enfermedades, por lo general se recolecta la basura cada ocho días.

- 2. ¿Cada cuánto se procede a hacer la limpieza de la playa?**

La limpieza de la playa se realiza cada mes con las autoridades competentes y los moradores del sector.

- 3. ¿Los asentamientos poblacionales cercanos a la playa cuentan con red de alcantarillado?**

No, el recinto no cuenta con un debido sistema de alcantarillado.

- 4. En temas ambientales ¿Qué actividades se han realizado dentro de la playa para conservar el ecosistema?**

Las actividades encaminadas a la conservación del ecosistema han sido las limpiezas de playas promovidas por el Municipio de Muisne y la Prefectura de Esmeraldas.

5. ¿Existen programas o proyectos de carácter ambiental que vinculen el manejo sostenible de la playa Estero de Plátano?

No existe ningún tipo de proyecto donde esté incluido el recinto Estero de Plátano, pero la Reserva Marina Galera Cabo San Francisco ha colocado algunos rótulos que especifican no botar ni dejar basura en los alrededores del ecosistema.

6. ¿Las personas que tienen negocios cercanos a la playa le dan una disposición final a los residuos que se generan dentro del balneario?

Según lo que manifestó el presidente de la Parroquia Galera y mismo Presidente de Recinto Estero de Plátano es que todos los asentamientos cuentan con su respectivo pozo séptico y guardan la basura en sus casas hasta que el carro recolector pase por el sector.

7. ¿Considera usted que la playa presenta alteraciones ambientales? Si su respuesta es sí ¿Según su criterio qué área de la playa requiere mayor intervención?

Siempre que hay la visita de residentes y turistas en el sector la parte más afectada por la basura que estos dejan en el lugar es la del estero.

8. ¿Qué proyectos de carácter ambiental se deberían implementar en el balneario para disminuir los impactos ambientales generados por la visita de turistas?

Se deberían implementar capacitaciones a los propietarios de negocios y a los moradores del sector con el fin de que estos logren instruir a los turistas también sobre el principal problema; la disposición final de los residuos que estos dejan, al igual que se deberían instalar más rótulos como los implementados por la Reserva Marina.

9. ¿Según su estimación qué cantidad de turistas llegan a la playa Estero de Plátano en temporadas festivas y después de las temporadas de feriado?

En la temporada alta se está al tope, es decir en un 100% por lo que se estima que llegan alrededor de 300 personas a diario, ya en temporada baja es un 50% aproximadamente unas 100 personas (resaltando que la afluencia de personas es notable los fines de semana).

10. ¿Conoce los erizos de mar? ¿En Estero de Plátano el erizo es una especie consumida por la población?

Claro todos lo conocen en el sector, la población no consume ni comercializa el erizo de mar.

11. ¿Utilizan los erizos de mar para algún fin específico?

Para ninguno