



ACTIVO FIJO 148509

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceanográficas y Recursos Naturales
Centro de Información Bibliotecaria
INVENTARIO: D-76556
VALOR: 4,00
CLASIFICACION: 581/CAM
FECHA DE INGRESO: 31/10/2017
CEDENCIA:
ADQUIRIDO POR:



FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA, CIENCIAS
BIOLÓGICAS, OCEÁNICAS Y RECURSOS NATURALES

**"VARIABILIDAD DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA
ALFA EN EL CORAL *Pocilloporadamicornis*(Linneaus, 1758) DEL
ISLOTE EL PELADO, SANTA ELENA"**

PROYECTO INTEGRADOR

Previa a la obtención del Título de:

BIOLOGOS

Presentado por:

RONALD GABRIEL CAMACHO JIMÉNEZ

KATHERINE PAMELA STAY BRIONES

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2015

D-76556

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por ser nuestra inspiración y luz que ilumina nuestro camino en nuestra etapa de estudiantes. Él ha sido fiel en mostrarnos a su Hijo Jesucristo, cuyo conocimiento excede a cualquier otro conocimiento.

Agradecemos especialmente a nuestros padres por todo el apoyo incondicional brindado; por su comprensión y entrega genuina a fin de que culminemos nuestras carreras. Con cada ladrillo construyeron en nosotros una gran fortaleza.

Agradecemos a todos los profesores que han sido más que eso, amigos siempre dispuestos a colaborar con sus enseñanzas en nuestra etapa de estudiantes de ESPOL.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Wellington Camacho (+) y Denisse Jiménez por sus palabras de ánimo y constante entrega. A Dios, principio y fin de todo lo que soy y de lo que hago. A mis hermanos, Wellington y Génesis. Y a todos mis amigos, hermanos y compañeros de la gran familia *SPOUDE*. - *Ronald Camacho*

Se lo dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña siempre. A mis padres y a mis hermanas por su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos. Al resto de mi familia y amigos quienes me han llenado de sabiduría para ser mejor persona. - *Katherine Stay*

TRIBUNAL DE EVALUACION



EVALUADOR

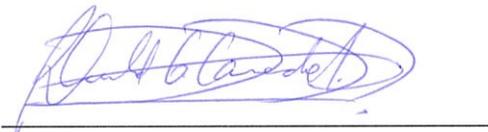


EVALUADOR

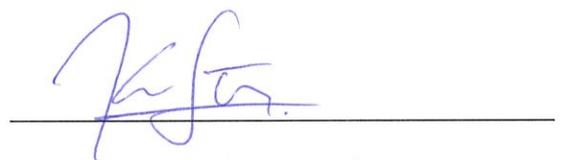
DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este proyecto integrador nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Ronald Gabriel Camacho Jiménez



Katherine Pamela Stay Briones

RESUMEN

En la REMAPE (Reserva Marina El Pelado), ubicada en Ayangue, provincia de Santa Elena; se han registrado especies de corales hermatípicos constructores de arrecifes de la familia *Pocilloporidaetales* como *Pocilloporadamicornis*, más específicamente, en el islote El Pelado.

La interacción simbiótica alga-coral que *P. damicornis* posee con algas del género *Symbiodinium* (Zooxantelas); permitirá evaluar las condiciones en las que se encuentra dicho coral a partir de la concentración de clorofila alfa (*chl a*) tanto en época seca como en época lluviosa. Dicho pigmento se encuentra presente en la membrana tilacoides de las zooxantelas y resulta ser un indicador biológico efectivo de su estado.

Además, con respecto a la estación seca y lluviosa, se buscará determinar de qué manera las variaciones ambientales respectivas a cada temporada, influyen en la relación clorofila-zooxantela y por ende en el coral. Relaciones tales como la cantidad de pigmento (*chl a*) por unidad de área y la concentración de *chl a* por zooxantela, ambas en función de la densidad poblacional, serán analizadas por medio de los datos que se obtengan a partir de los muestreos correspondientes a cada temporada.

Se categorizará el estado del coral según su concentración de clorofila alfa en normal, decolorado o blanqueado. Finalmente, aunque el presente estudio busca sentar y

registrar información detallada acerca del estado de *P. damicornis* en REMAPE, es necesario que se realicen más investigaciones en este lugar para tener una noción mucho más cercana del estado de conservación en un sentido global.

Esto permitirá implementar medidas efectivas para la restauración de las especies más afectadas, y como resultado, la dotación de vías sustentables de desarrollo, mejorando la salud pública de las comunidades aledañas a través del manejo adecuado de sus recursos naturales.

Palabras claves:

Hermatípicos, *Pocilloporadamicornis*, clorofila alfa, zooxantela.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VIII
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE ANEXOS.....	XII
INDICE DE ABREVIATURAS	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1	6
1. PRIMEROS ACERCAMIENTOS AL ESTUDIO DE LOS CORALES EN ECUADOR.	6
1.1. <i>Pocillopora damicornis</i> : Características generales.	7
1.2. Clasificación Taxonómica	8
1.3. Registros de <i>Pocillopora damicornis</i> en Ecuador: REMAPE.....	9
1.4. Simbiosis zooxantelar alga-coral.....	10
CAPITULO 2	11
2. REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS.	11
2.1. Relación entre la clorofila alfa y la densidad de zooxantelas en un coral hermatípico.	11
2.2. Variación de la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de un coral hermatípico.	12
2.3. “Caracterización bioecológica de siete sitios de buceo situados alrededor del islote El Pelado en Ayangue”.....	13
CAPITULO 3	15
3. METODOLOGÍA APLICADA.....	15
3.1. Área de estudio.....	15
3.2. Muestreo	17
3.2.1. Frecuencia de muestreo.....	17
3.2.2. Metodología de muestreo	18

3.2.3. Análisis en laboratorio	19
3.3. Densidad de zooxantelas	19
3.4. Determinación de clorofila <i>a</i> (chl <i>a</i>)	20
3.4.1. Categorización del coral.....	21
3.5. Variables ambientales.....	21
3.5.1. Temperatura	21
3.5.2. Salinidad.....	22
3.5.3. Oxígeno disuelto	22
3.5.4. Irradiancia	22
3.6. Análisis de datos.....	23
RESULTADOS ESPERADOS.....	26
CONCLUSIONES	28
ANEXOS	29
BIBLIOGRAFÍA	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Islote El Pelado, Ayangue.	7
Figura 2.- Distribución de <i>P. damicornis</i> en América.	8
Figura 3.- Algunos lugares de registro de <i>P. damicornis</i> en Ecuador con sus respectivas coordenadas.	9
Figura 4.- <i>Pocillopora damicornis</i> en el Pelado.	10
Figura 5.- Imagen satelital de las estaciones EL PLANCHÓN y EL BAJO EL CUARENTA.	16
Figura 6.- Reloj de buceo Suunto DX.	21
Figura 7.- Software Suunto DM5.	22
Figura 8.- Concentración de clorofila a por unidad de área (ClaA) y por zooxantela (ClaZ), en función de la densidad poblacional de zooxantelas (DZ) en época seca (a)	25

INDICE DE TABLAS

Tabla I.- Coordenadas de los sitios de muestreo.....	16
---	----

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A.- Áreas protegidas del Ecuador	30
ANEXO B.- Cronograma de actividades de trabajo.....	31
ANEXO C.- Cronograma de actividades por estación.....	32

INDICE DE ABREVIATURAS

°C	Grados Celsius.
µg	Microgramo.
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres.
Chla	Clorofila alfa.
ChlaA	Clorofila alfa por unidad de área (cm ²)
ChlaZ	Clorofila alfa por unidad algal (zooxantela)
DZ	Densidad de zooxantelas.
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral.
ENSO	El Niño Southern Oscillation.
ha.	Hectárea.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change.
MAE	Ministerio de Ambiente del Ecuador.
m²	Metros cuadrados.
REMAPE	Reserva Marina “El Pelado”.
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
SCUBA	Self-Contained Underwater Breathing Apparatus.
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
Ups	Unidades Prácticas de Salinidad.
UTM	Universal Transverse Mercator.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Santa Elena se encuentra ubicada la Reserva Marina El Pelado (REMAPE), más específicamente a la altura de Ayangue, comunidad perteneciente a la parroquia Colonche y de gran potencial turístico ⁽¹⁾. Esta reserva marino costera forma parte de las 50 áreas protegidas del SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) distribuidas en la zona continental e insular, y que en conjunto representan aproximadamente el 19,93% del territorio nacional destinado a la conservación y protección de la biodiversidad ⁽²⁾.

La Reserva Marina El Pelado (REMAPE) existe como tal desde el 24 de Agosto del 2012, decretada así según Registro Oficial #802, el 3 de Octubre del mismo año. Su extensión aproximada es de 13.101,35 ha; 13.004,75 ha de área marina, 96,60 ha de área terrestre y un islote de 200 m² conocido como “El Pelado”, de donde toma el nombre la reserva ⁽³⁾. La creación de esta reserva marina se da en el contexto de una creciente preocupación por la conservación de los ecosistemas marino costeros, cuyos componentes fundamentales se ven considerablemente amenazados por la acción del hombre.

El islote el Pelado posee un suelo estéril y en su punto más alto alcanza los 22 m de altura. A pesar de que carece de flora en su totalidad, este islote alberga una cantidad considerable de fauna (peces, mamíferos e invertebrados marinos). En lo que respecta a macroinvertebrados se han registrado 8 fila; entre los que destacan: *Cnidaria*,

Echinodermata, Mollusca y Chordata. Del filum Cnidaria, resalta en abundancia la familia *Pocilloporidae*; de la cual se detallan las especies *P. damicornis*, *P. capitata*, *P. elegans* y *P. spp*⁽⁴⁾.

Pocilloporadamicornis es una especie perteneciente al orden *Scleractinia* y tiene la particularidad de ser formador de arrecifes⁽⁵⁾, de ahí la importancia de conocer su estado y generar información acerca de los factores que pudieran intervenir en su normal desarrollo. Aunque *P. damicornis* está actualmente clasificado en el apéndice II (no necesariamente amenazada de extinción pero que podría llegar a estarlo) del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres) y como de “Preocupación menor” (taxón abundante, no amenazado) según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza); debido al constante estrés antropogénico, a la sedimentación y al cambio climático, el riesgo de que sus colonias se vean afectadas significativamente es cada vez mayor⁽⁶⁾.

Fenómenos antropogénicos como la industrialización, principal fuente emisora de dióxido de carbono, han causado un cambio drástico en las condiciones ambientales⁽⁷⁾. Como resultado, los océanos han venido experimentado marcadas alteraciones en sus características físicas durante los últimos 50 años. Su temperatura promedio se ha incrementado en aproximadamente 0,11⁰C por década los últimos 40 años y se estima que aumente entre 1,4 y 5,8⁰C hasta el 2100⁽⁸⁾⁽⁹⁾.

La absorción de CO₂ en los océanos da paso a que aumente su nivel de acidez y disminuya su pH. Como consecuencia, decrece la concentración de carbonato y así, organismos calcificadores como los corales se ven impedidos de construir sus esqueletos^{(10) (11)}. A este fenómeno se lo conoce como acidificación de los océanos y es capaz de afectar seriamente a las comunidades coralinas.

El aumento de la temperatura superficial marina ha provocado masivos eventos de blanqueamientos coralinos alrededor del mundo^{(12) (13)}, los cuales resultan de la pérdida de color producida por la ruptura de la simbiosis entre los corales y dinoflagelados del género *Symbiodinium*. Se estima que la frecuencia de dichos blanqueamientos sea de al menos, uno por año en los próximos 30 – 50 años⁽¹⁴⁾.

De igual manera, eventos naturales de índole océano-atmosféricos asociados con alteraciones en el clima, tales como ENSO (“El Niño” Southern Oscillation), son capaces de afectar significativamente el equilibrio natural de los ecosistemas coralinos⁽¹⁵⁾.

Para evaluar el grado de afectación sufrido por las comunidades coralinas como resultado del cambio climático, se han usado diagnósticos cualitativos y cuantitativos direccionados a medir la mortalidad, blanqueamiento y prevalencia de colonias enfermas del coral⁽¹⁶⁾. Para lo cual, es necesario establecer definiciones específicas de la apariencia física de los corales; tales como “normal”, “decolorado” o

“blanqueado” a partir de las concentraciones de clorofila alfa detectadas. Las evaluaciones que se realicen a partir de primeras observaciones bien delimitadas son claves para una categorización efectiva ⁽¹⁷⁾.

La identificación de vacíos de información en lo que respecta a biodiversidad de la plataforma marina del Ecuador continental motiva la presente investigación. Por lo cual, conocer el estado actual de *P. damicornis* se vuelve crucial para tener una idea más precisa de las variables que ejercen presión sobre este ecosistema coralino y así, proponer acciones y proyectos de conservación efectivos.

Debido a la simbiosis alga-coral que existe entre algas del género *Symbiodinium* (zooxantelas) y *P. damicornis*, es posible determinar el grado de afectación del coral a partir de la medición de pigmentos tales como clorofila alfa (*chl a*). También se podrá conocer la densidad de zooxantelas y su relación con los distintos factores ambientales presentes en el islote El Pelado, que varían tanto en época seca como en época lluviosa.

La presente investigación pretende solucionar la carencia de información en lo que respecta a ecosistemas coralinos en el territorio continental. Al ejecutarse, se podrá tener una noción clara no sólo del estado actual detallado de *P. damicornis* y de la influencia directa de parámetros físicos condicionados a las estaciones (seca y lluviosa), sino que también permitirá ser la base para el planteamiento de hipótesis un

tanto más cercanas acerca del comportamiento de la relación *chl a*-zooxantelas y alga-coral en esta zona, para otros corales en futuras investigaciones.

El objetivo principal del presente estudio es determinar el estado de *P. damicornis* en el islote el Pelado.

Los objetivos específicos son:

- Medirlas concentraciones de *chl a* en época seca y época lluviosa
- Determinarla relación de *chl a* con la densidad poblacional de zooxantelas.
- Determinar la relación que existe entre la *chl a* por unidad de área (ChlaA) y entre *chl a* por zooxantelas (ChlaZ), tomando en cuenta su densidad poblacional (DZ).
- Determinar la relación que existe entre *chl a* por zooxantelas (ChlaZ), con respecto a factores ambientales como oxígeno, temperatura, irradiancia y salinidad en época seca y lluviosa.
- Determinar la relación existente entre la densidad poblacional de zooxantelas (DZ) y factores ambientales como oxígeno, temperatura, irradiancia y salinidad en época seca y lluviosa.

CAPITULO 1

1. PRIMEROS ACERCAMIENTOS AL ESTUDIO DE LOS CORALES EN ECUADOR.

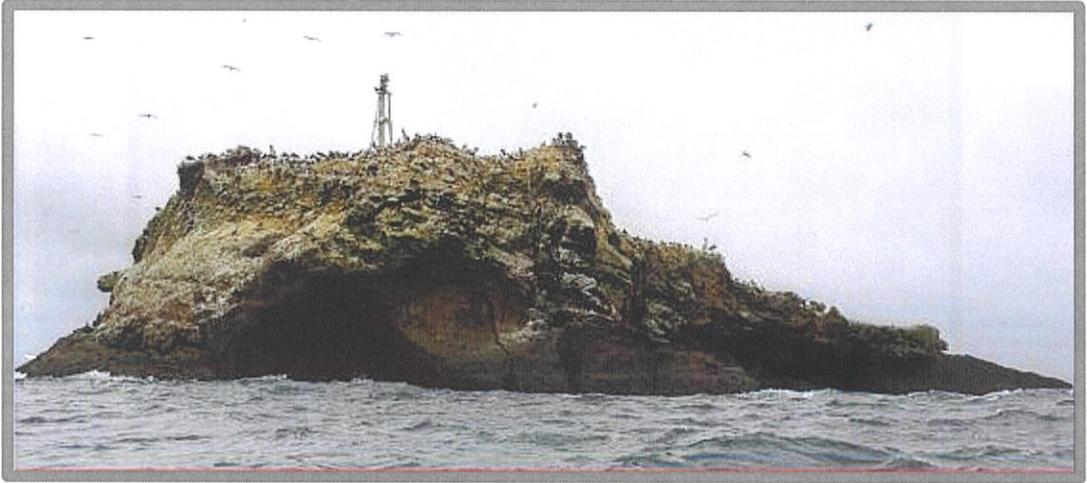
Los acercamientos iniciales al estudio de los corales en Ecuador datan de inicios del siglo XX, con las primeras conclusiones acerca de su distribución, emitidas por Cyril Crossland a bordo del HMS *St George*. Pero no fue sino hasta hace tres décadas aproximadamente que se empezaron a registrar datos más certeros acerca del grado de desarrollo, interacciones bióticas e impactos perjudiciales que cambios drásticos en el clima provocan sobre las comunidades coralinas a nivel insular⁽¹⁸⁾.

El islote el Pelado se encuentra ubicado en la parte noroccidental de Ayangue (Fig. 1) y por sus características, se constituye en sitio óptimo para bucear. Pero aún hay vacíos de conocimiento con respecto a la interacción biológica y ecológica, así como el estado actual de las especies del lugar.

En la comunidad de Ayangue se han realizado estudios con el fin de establecer una línea base en lo que respecta a biodiversidad de macroinvertebrados y peces

(4). En estos, se han podido identificar corales hermatípicos, que particularmente poseen requerimientos muy específicos de temperatura, salinidad, profundidad y claridad⁽¹⁹⁾.

Figura 1.- Islote El Pelado, Ayangue.



Fuente: www.andes.info.ec

Agencia Pública del Ecuador y Suramérica - ANDES
15 de Septiembre del 2015

1.1. *Pocilloporadamicornis*: Características generales.

Pocilloporadamicornis es una de las especies más dominantes en los sistemas arrecifales en el Pacífico oriental⁽²⁰⁾, diferenciándose porque presenta modificaciones geográficas referente a su método de reproducción⁽²¹⁾. Como miembro de la familia *Pocilloporidae*, *P. damicornis* es hermafrodita⁽²²⁾; y su distribución es desde el Mar Rojo y la costa este de África hasta el lado occidental de América (Fig. 2). En lo que respecta a nuestro continente, su distribución es desde México (Golfo de California) hasta Ecuador, incluyendo las islas oceánicas^{(23) (24)}.

En la zona que va desde la isla del Caño (Costa Rica), hasta las Islas Galápagos, *P. damicornis* produce gametos a través de desoves sincrónicos que son capaces de madurar todo el año, tanto en luna nueva como en luna llena⁽²¹⁾.

Figura 2.- Distribución de *P. damicornis* en América.



Fuente: www.maps.iucnredlist.org

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN
15 de Septiembre del 2015

1.2. Clasificación Taxonómica

REINO: *Animalia*

FILUM: *Cnidaria*

CLASE: *Anthozoa*

ORDEN: *Scleractinia*

FAMILIA: *Pocilloporidae*

GÉNERO: *Pocillopora*

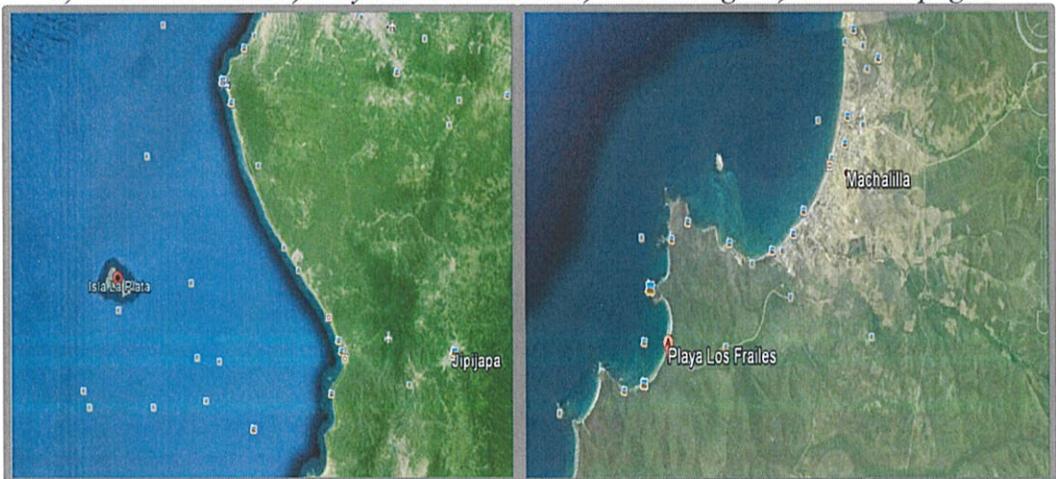
ESPECIE: *Pocilloporadamicornis*

1.3. Registros de *Pocilloporadamicornis* en Ecuador: REMAPE.

En nuestro país, *P. damicornis* ha sido registrada a nivel continental en la provincia de Manabí; en locaciones como: Isla Salango, Los Frailes, Isla Sucre (Fig. 3) y la Isla de la Plata; y a nivel insular en las Islas Galápagos ^{(25) (26) (27)}.

Figura 3.- Algunos lugares de registro de *P. damicornis* en Ecuador con sus respectivas coordenadas.

a) Isla de la Plata. b) Playa de Los Frailes. c) Isla Salango. d) Islas Galápagos.



a) $1^{\circ} 16' 35.63''$ S - $81^{\circ} 04' 01.87''$ O

b) $1^{\circ} 29' 38.74''$ S - $80^{\circ} 47' 33.88''$ O



c) $1^{\circ} 35' 46.25''$ S - $80^{\circ} 52' 00.72''$ O

d) $0^{\circ} 52' 50.98''$ S - $90^{\circ} 58' 29.92''$ O

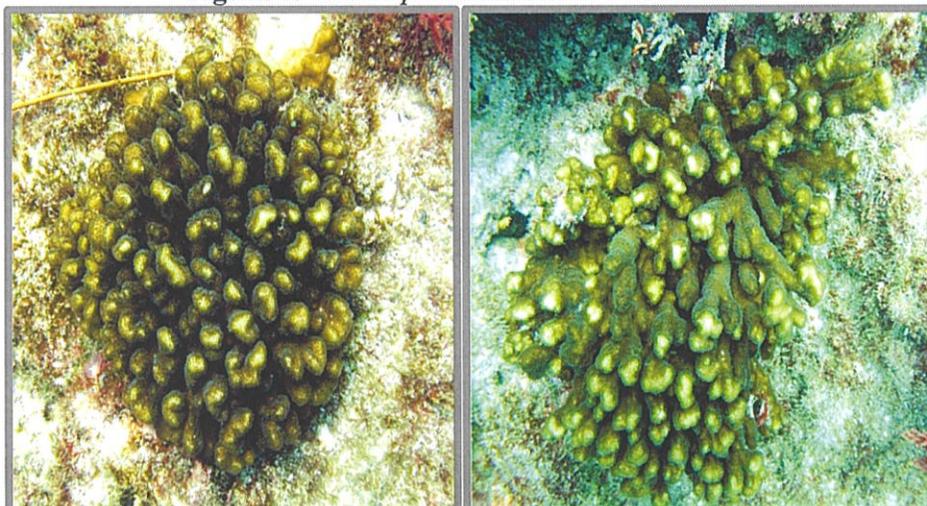
Fuente: www.googleearth.com

Google Earth

15 de Septiembre del 2015

Fernando Rivera, investigador del Instituto Nazca, junto a los biólogos Maritza Cárdenas y Miguel Triviño, representantes de BIOELITE, han descrito *P. damicornis* en el islote el Pelado.

Figura 4.- *Pocilloporadamicornis* en el Pelado.



Fuente: Cortesía Fernando Rivera
Instituto Nazca de Investigaciones
17 de Agosto del 2015

1.4. Simbiosis zooxantelar alga-coral.

Debido a su importancia ecológica y a su valor como sistemas de modelación para la comprensión del mutualismo, la simbiosis alga-coral ha sido estudiada intensivamente por décadas⁽²⁸⁾. Estas simbiosis integran la fototropíaalgal con la heterotrofia animal y de este modo, prospera en mares tropicales superficiales a menudo, pobres en nutrientes.

Algunas especies de coral no transmiten zooxantelas a su descendencia, mientras que otras sí ⁽²⁹⁾. Al formarse, las plánulas larvales del coral carentes de zooxantelas dependen de reservas almacenadas para su nutrición; al ir creciendo, las plánulas zooxanteladas podrían beneficiarse energéticamente de los simbios⁽³⁰⁾.

CAPITULO 2

2. REVISIÓN DE TRABAJOS PREVIOS.

2.1. Relación entre la clorofila alfa y la densidad de zooxantelas en un coral hermatípico.

Carricart-Ganivet y Beltrán ⁽³¹⁾, recolectaron 167 muestras de *Montastrea cavernosa*, coral hermatípico de la isla verde en Veracruz, México. Determinaron la densidad de zooxantelas(DZ) y la concentración de *chl a* por cm^2 (ChlaA) y *chl a* por célula algal (ChlaZ) usando regresiones lineales de *chl a* por unidad de área y *chl a* por zooxantela, en función de la densidad algal; siendo positiva y negativa respectivamente. Este estudio dio a conocer que la concentración de pigmento por

cm² aumentó junto con la DZ; mientras que la concentración de *chl a* por célula disminuyó con el aumento de la densidad algal.

Los valores de ChlaA presentaron una correlación baja con la densidad algal, lo que señala la influencia del autosombreo (impedimento del alcance de la luz a causa de las propias estructuras) causado por las mismas células simbiotes.

Mientras que la correlación obtenida entre DZ y ChlaZ también fue baja, lo cual señala que los dos parámetros son indicadores de una disminución en la disponibilidad de nitrógeno inorgánico, causada por el aumento en el número de células por cm². Estos resultados dieron a entender que los cambios en las poblaciones de zooxantelas de este coral, en condiciones naturales, están probablemente controladas por factores tales como el autosombreo y la disponibilidad de nitrógeno.

2.2. Variación de la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de un coral hermatípico.

Sergio Guendulain García⁽³²⁾, en su tesis para obtener el grado de Biólogo marino de la Universidad del Mar en México, determinó la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos (clorofilas alfa, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de *Pavona gigantea* en cuatro localidades de la Bahía de Huatulco).

Se evidenció que existen diferencias significativas entre los sitios de muestreo por su composición ambiental y densidad de zooxantelas. Asimismo, se encontraron

diferencias en función de la temporada estacional; la irradiancia, la temperatura y la precipitación, son las variables más importantes para explicar la variación de la densidad de zooxantelas y concentración de pigmentos.

Para determinar el grado de interrelación de las variables ambientales con la concentración de pigmentos, densidad de zooxantelas, biomasa y porcentaje de lípidos se realizó un análisis de correlación canónica (ACC) basado en la obtención de la máxima correlación de dos conjuntos de variables.

2.3. “Caracterización bioecológica de siete sitios de buceo situados alrededor del islote El Pelado en Ayangue”.

Cárdenas y Triviño ⁽⁴⁾ recopilaron información técnica referente a la fauna marina existente en siete sitios de buceo pertenecientes al Pelado, a citar: El Planchón, El Cuarenta, Cabeza del Viejo, La Pared, El Cristo, el Barco hundido y Zona Protegida.

Este informe es uno de los primeros en proveer información biológica descriptiva de los recursos bentónicos y coralinos que al ser ecosistemas sensibles, se vuelven partes claves para la conservación de la biodiversidad.

Lograron también identificar la presencia de especies ecológicamente sensibles, vulnerables o amenazadas para poder diseñar a corto plazo estrategias de manejo que impidan su desaparición, tales como: *Isostichopus fuscus* (amenazada) y

Pocilloporaelegans (vulnerable). La fauna que describieron comprendió macroinvertebrados (sésiles y móviles) y peces.

El 90% de las especies de peces que registraron correspondieron a peces ornamentales, mientras que el 10% a especies comerciales de las familias *Haemulidae*, *Serranidae* y *Lutjanidae*. De macroinvertebrados, se registraron 64 especies; entre los principales grupos taxonómicos se encontraron los *Cnidarios*, *Poríferos*, *Bryozoos*, *Echinodermos*, *Molluscos*, *Arthropodos*, *Annelidos* y *Cordados*.

Los sitios rocosos fueron los más diversos, mientras que los sustratos arenosos presentaron menor abundancia. El lugar con mayor riqueza de especies de macroinvertebrados sésiles fue en el Bajo el Cuarenta, la Pared y el Planchón. Los sitios con menor riqueza fueron la Zona Protegida, el Cristo, la Cabeza del Viejo y el Barco Hundido. Aunque en este último se observaron los primeros organismos colonizadores.

CAPITULO 3

3. METODOLOGÍA APLICADA

3.1. Área de estudio.

Se estableció como área de estudio el islote El Pelado, en Ayangue que es una comuna ubicada en la provincia de Santa Elena; delimitado al norte con la comuna de San Pedro, al sur con la comuna Palmar, al este por la parroquia de Colonche y al oeste por el océano Pacífico.

El islote el Pelado está localizado frente a la playa de Ayangue (ANEXO A), consta de una gran cantidad de peces e invertebrados en sus ambientes rocosos, este fue el principal motivo para que fuera declarado reserva marina en el 2012⁽²⁾.

Figura 5.- Imagen satelital de las estaciones EL PLANCHÓN y EL BAJO EL CUARENTA.



Fuente: <https://www.google.com/earth/>

Google Earth

16 de Septiembre del 2015

Comprende 13.005 hectáreas marinas y 96 hectáreas terrestres⁽²⁾. En la reserva marina El Pelado se registran dos áreas de buceo: El cuarenta y el Planchón, delimitadas con coordenadas geográficas UTM, en las que se registró *P.damicornis* (Fig.5, Tabla 1).

Tabla I.- Coordenadas de los sitios de muestreo.

ESTACION #	SITIO	COORDENADA GEOGRAFICA UTM	
		LATITUD	LONGITUD
1	EL CUARENTA	1°56'19.54" S	80°47'11.52" O
2	EL PLANCHON	2°39'28.21" S	80°47'31.96" O

Fuente: Elaboración propia.

3 de Septiembre del 2015

Para la medición de concentraciones de clorofila *a* (época seca y lluviosa) se utilizarán procedimientos de laboratorio, posteriormente descritos, que permitirán calcular la densidad óptica con el uso de un espectrofotómetro.

Una vez obtenidos los datos de densidad poblacional de zooxantelas mediante el conteo de submuestras en el hematocitómetro y teniendo los resultados de las concentraciones de clorofila *a*, se evaluará la relación entre ambas variables por medio de análisis estadísticos de regresión.

De la misma manera, se usarán análisis de regresión para determinar la relación que existe entre clorofila *a* por unidad de área y entre clorofila *a* por zooxantelas, tomando en cuenta en ambos casos, la densidad poblacional (DZ). Así como sus respectivas relaciones con variables ambientales como irradiancia, oxígeno, temperatura y salinidad.

3.2. Muestreo

3.2.1. Frecuencia de muestreo

Se establecieron dos zonas de estudio en la reserva marina El Pelado en donde *P. damicornis* ha sido registrado anteriormente ⁽⁴⁾, conocidas como “el Cuarenta” y “el Planchón”, previamente descritas (Tabla 1).

Para llegar a la obtención de los datos necesarios para la medición y análisis de las concentraciones estacionales de *Chla*, se realizarán muestreos cada treinta días durante un año en las zonas de buceo delimitadas y así conocer sus variaciones, tanto en época seca como lluviosa.

3.2.2. Metodología de muestreo

Las estaciones de muestreo estarán ubicadas a distintas profundidades: En la zona del “Planchón” hasta los 12 metros y; en la zona del Bajo “El Cuarenta” hasta los 40 metros de profundidad.

Para la recolección se utilizarán equipos de buceo autónomo (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus, SCUBA).

Las muestras (fragmentos) serán escogidas aleatoriamente de diferentes colonias de *P. damicornis*. Por cada muestra extraída habrá un duplicado. La muestra y su duplicado tendrán aproximadamente 3 cm^2 cada una.

La recolección de fragmentos será manual con la ayuda de una pinza cortadora de alambre. Una vez completada la recolección, cada fragmento será trasladado a la superficie en bolsas de polietileno bien selladas y previamente rotuladas de acuerdo a la profundidad y lugar en el que se recolectaron. Estas serán colocadas en agua marina de la zona dentro de cubetas térmicas con tapa.

Para el transporte de los corales al laboratorio, el agua de las cubetas se mantendrá a temperatura ambiente, sin permitir el contacto directo con los rayos solares, para evitar la explosión de las zooxantelas.

Se colectarán cuatro muestras de agua por cada inmersión, dos de cada estación, para medición de salinidad.

3.2.3. Análisis en laboratorio

Dentro del laboratorio, los fragmentos de coral deberán colocarse en acuarios que se llenarán con la misma agua de mar con la que fueron transportados, para su posterior procesamiento. Para cada fragmento se homogenizará y medirá el volumen total de tejidos.

Las muestras (fragmentos) de 3cm^2 serán divididos en fragmentos más pequeños de 1cm^2 cada uno, para los análisis propuestos a continuación.

3.3. Densidad de zooxantelas

Se tomarán fragmentos de 1cm^2 de cada colonia muestreada y se separará el tejido vivo de la matriz inorgánica CaCO_3 , con ayuda de un irrigador bucal (waterpik) comúnmente utilizado para limpieza dental⁽³³⁾, este residuo será fijado con formol al 4% preparado con agua de mar. Para el conteo de zooxantelas, se tomará del

sobrenadante tres submuestras utilizando una pipeta para su posterior conteo en un hematocitómetro.

3.4. Determinación de clorofila *a* (chl_a)

Para determinar la concentración de clorofilas, se utilizará la fórmula tricrométrica explicada por Jeffrey y Humphrey⁽³⁴⁾.

Para esto debemos tomar un fragmento de 1 cm², triturarlo y suspenderlo en acetona al 90% (5-10 ml) como disolvente, para extraer los respectivos pigmentos. Se debe agitar y dejar reposar en la oscuridad a 4 °C durante 24 horas. Una vez cumplido este periodo se debe dejar a temperatura ambiente, se repone el disolvente que pudo evaporarse y se centrifuga a 2700xg durante 5 minutos.

Luego se mide la densidad óptica del sobrenadante a 664, 647 y 630 nm en un espectrofotómetro, comprobando que no exista turbidez ni partículas en suspensión. Como blanco se utiliza el propio disolvente.

Cálculos:

Para la cuantificación se utilizará la siguiente ecuación propuesta:

$$\text{Chl}_a \text{ (mg/L)} = 11,85 (\text{Abs } 664) - 1,54(\text{Abs } 647) - 0,08(\text{Abs } 630)$$

Donde Chl_a, es la concentraciones de clorofila *a* y Abs es la Absorbancia medida a longitudes de onda especificadas⁽³⁵⁾.

3.4.1. Categorización del coral

Para categorizar a *P. damicornis* como normal, decolorado o blanqueado a partir de su concentración de clorofila alfa, se utilizarán los valores propuestos por Feingold, detallados en estudios previos ⁽³⁶⁾.

NORMAL: *Chl a* ($>3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

DECOLORADO: *Chl a* ($1,5 - 3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

BLANQUEADO: *Chl a* ($0 - 1,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)

3.5. Variables ambientales

3.5.1. Temperatura

La temperatura será monitoreada durante cada muestreo con computadoras de buceo autónomo en grados Celsius.

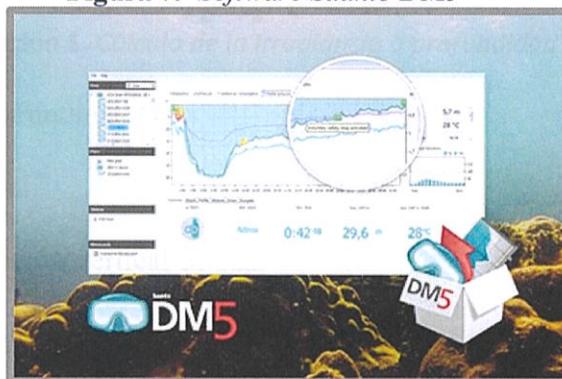
Para medir la temperatura se utilizará un reloj de buceo, Suunto DX (Fig. 6). Este nos permite registrar en su memoria los datos obtenidos durante todo el recorrido de cada inmersión. Dichos datos serán descargados a una computadora por medio de Suunto DM5 software. (Fig. 7).

Figura 6.- Reloj de buceo Suunto DX.



Fuente: www.suunto.com
15 de septiembre del 2015

Figura 7.- Software Suunto DM5



Fuente: www.suunto.com

15 de septiembre del 2015

3.5.2. Salinidad

La salinidad es una estimación de la concentración de sales que se encuentran en el agua de mar, expresada en ups.

La salinidad se medirá con un refractómetro.

3.5.3. Oxígeno disuelto

La concentración de oxígeno (mg/l) disuelto en el agua será medido in situ, mediante una sonda multiparamétrica.

3.5.4. Irradiancia

Los valores de irradiancia de superficie (W/m^2) serán tomados con un piranómetro digital portátil LP02 Sensovant. La radiación solar que pasa debajo de las profundidades (Z) en un cuerpo de agua es clásicamente descrita con la siguiente ecuación:

$$I_z = I_s * e^{-Kz}$$

Ecuación 1. *Cálculo de la Irradiancia a profundidad Z*

I_z: Irradiancia a una profundidad (z)

I_s: Irradiancia superficial.

K: Coeficiente de extinción vertical de luz.

Z: Profundidad en la que se encuentra la muestra.

El valor de **K** es obtenido por la fórmula según la Ecuación 2 ⁽³⁷⁾. Para esto es necesario medir la transparencia de agua con la ayuda de un disco Secchi de 30 cm de diámetro.

$$K = 1.45 / D_s$$

Ecuación 2. *Cálculo del coeficiente de extinción vertical de luz.*

K: coeficiente de extinción de luz vertical.

D_s: profundidad en metros a la que se deja el disco.

1.45: constante resultante de medición de factores específicos del lugar.

3.6. Análisis de datos.

En total se recolectarán 48 fragmentos de coral *P. damicornis* del arrecife del islote El Pelado. Los datos serán tabulados en una hoja de cálculos en Excel por separado, relativos a época seca y lluviosa para realizar sus respectivas comparaciones.

Se presentarán los datos obtenidos de las medias, con sus desviaciones estándar, valores mínimos y máximos de la densidad poblacional de zooxantelas (DZ), las concentraciones de clorofila *a* por unidad de área ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) (ChlaA) y por zooxantela ($\text{zoo} \times 10^6/\text{cm}^2$) (ChlaZ) ⁽³¹⁾.

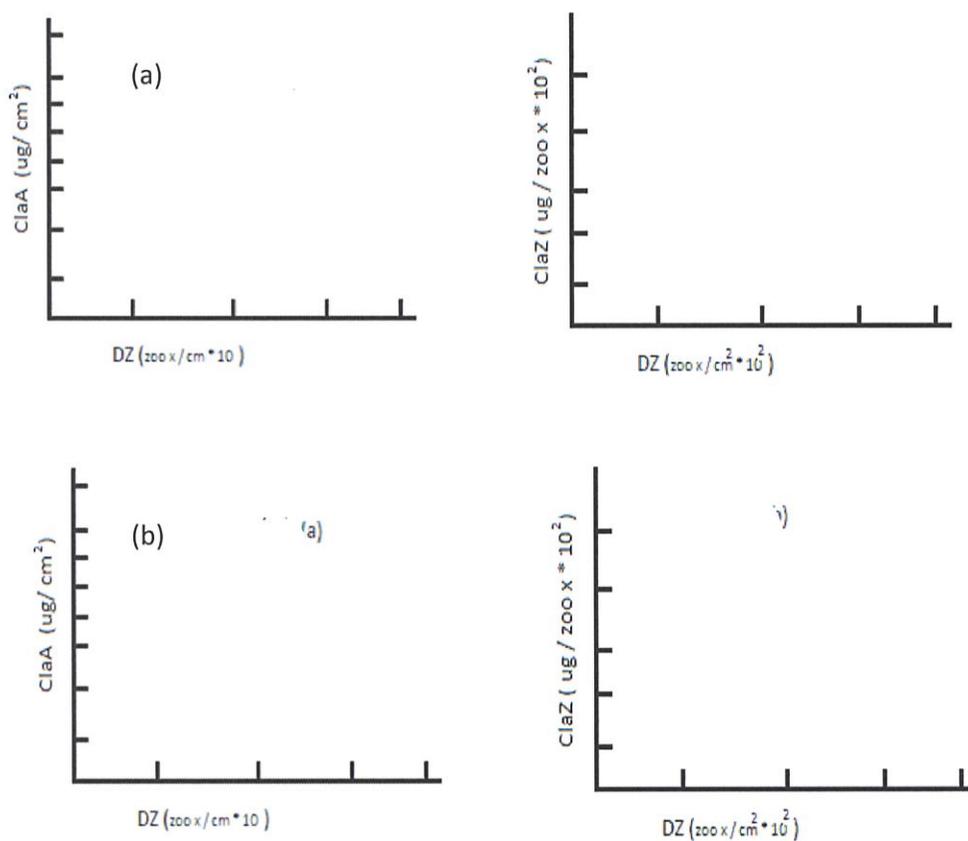
Así mismo, se efectuarán los análisis de regresión entre la concentración de clorofila *a* por unidad de área en relación a la densidad de zooxantelas, y la concentración de clorofila *a* por zooxantela, también en relación de la densidad algal (Fig. 8).

De igual manera, se presentarán análisis de regresión entre la densidad algal y la concentración de clorofila *a* en relación al oxígeno disuelto (mg/l), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), irradiancia (W/m^2), salinidad (ups), respectivamente. Esto con el fin de conocer de qué manera influyen cada uno de ellos.

A partir de estos datos obtendremos la concentración de dicho pigmento por unidad de área (cm^2) con sus respectivas variaciones en cuanto a la densidad algal presente.

Los análisis se llevarán a cabo con la ayuda del software SATGRAPHICS (StatisticalGraphicSystem, versión 3.0). Los coeficientes de correlación y determinación se harán con un intervalo de confianza del 95%, así como los valores mínimo, máximo, desviación estándar y Media aritmética.

Figura 8. - Concentración de clorofila *a* por unidad de área (ClaA) y por zooxantela (ClaZ), en función de la densidad poblacional de zooxantelas (DZ) en época seca (a) Y en época lluviosa (b).



Fuente: Elaboración propia.
25 de Septiembre del 2015

RESULTADOS ESPERADOS

Determinar si existe relación entre las concentraciones de clorofila *a* por unidad de área, con la densidad algalyClorofila *a* por zooxantela con la densidad de zooxantela en relación a los parámetros ambientales referidos.

Los datos obtenidos en el siguiente muestreo permitirán posteriormente, con ayuda de futuros proyectos que incluyan otros enfoques, conocer el estado del coral *P. damicornis* y las posibles causas del blanqueamiento del mismo en el islote el Pelado.

CONCLUSIONES

Se obtendrá información relevante para entender la función de la clorofila *a* en condiciones naturales, presente en el coral *P. damicornis* existente en el islote El Pelado.

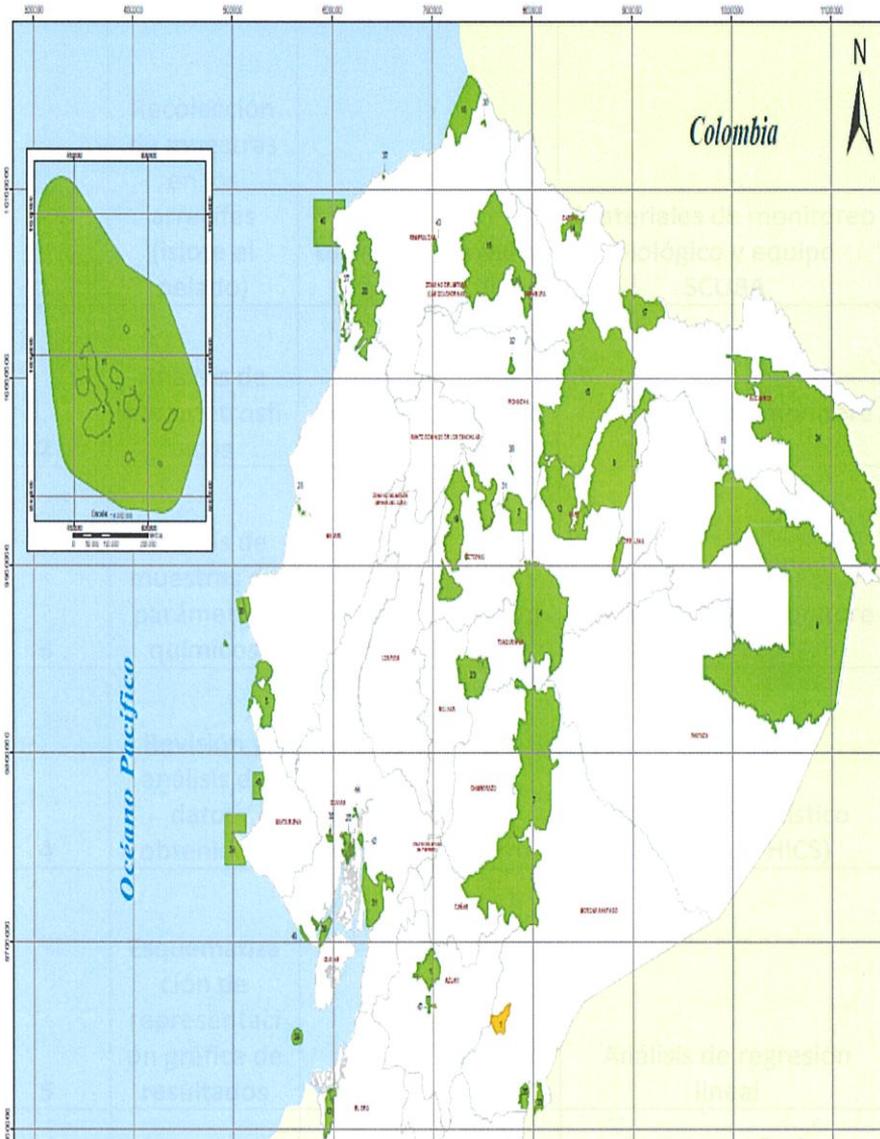
Existiría relación entre el promedio anual de *chl_a* y la densidad poblacional de zooxantelas presente en *P. damicornis* en el islote el Pelado.

El presente estudio diagnostica de manera sencilla el estado de *P. damicornis* a partir de la medición de la concentración de *chl_a*. *P. damicornis* podría ser un indicador biológico efectivo de los ecosistemas en la zona del Pelado, ya que sería sensible a las variables ambientales.

La información generada permitirá categorizar el estado de *P. damicornis* como normal, decolorado o blanqueado a partir de la concentración de clorofila alfa en la REMAPE. A su vez, esto servirá para tomar medidas de conservación para *P. damicornis* debido a su importancia biológica; generando vías de desarrollo sustentable para las comunidades aledañas, mejorando su salud y aumentando su bienestar, a través del manejo adecuado de los recursos naturales disponibles.

ANEXOS

ANEXO A.-Áreas protegidas del Ecuador SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ECUADOR



LEYENDA

PATRIMONIO DE ÁREAS NATURALES DEL ESTADO

01 Parque Nacional Cajas	15 Reserva de Producción de Fauna Mariposa El Cajas
02 Parque Nacional Cotacachi	16 Refugio de Vida Silvestre Paucotambo
03 Parque Nacional Galapagos	17 Refugio de Vida Silvestre Muejales Estero del Rio Macho
04 Parque Nacional Llanganates	18 Refugio de Vida Silvestre Nasa Conacha y Fingal
05 Parque Nacional Machalilla	19 Refugio de Vida Silvestre Nasa Santa Clara
06 Parque Nacional Podocarpus	20 Refugio de Vida Silvestre La Chiquita
07 Parque Nacional Saraguro	21 Área Nacional de Recreación El Balcón Nasa-Cuena
08 Parque Nacional Sumaco	22 Área Nacional de Recreación Parque Lago
09 Parque Nacional Yasuni	23 Reserva Biológica El Cajas
10 Reserva Biológica Limoncillo	24 Refugio de Vida Silvestre El Dorado
11 Reserva Biológica Galapagos	25 Reserva Biológica El Guano
12 Reserva Ecológica Andana	26 Refugio de Vida Silvestre Mariposa El Morro
13 Reserva Ecológica Amaluza	27 Refugio de Vida Silvestre Mariposa Escalero del Rio Comacinas
14 Reserva Ecológica El Angel	28 Refugio de Vida Silvestre Paucotambo
15 Parque Nacional Cayambe Coca	29 Reserva de Producción de Fauna Pájaros de Santa Elena
16 Reserva Ecológica Mariposa Cayambe Maita	30 Reserva Marina Galera San Francisco
17 Reserva Ecológica Cajas Bermejo	31 Parque Nacional Yasuni
18 Reserva Ecológica Cajas Chacabamba	32 Área Nacional de Recreación Isla Santa Fe
19 Reserva Ecológica Los Cajas	33 Refugio de Vida Silvestre El Pájarito
20 Reserva Ecológica Macho Chiriquí	34 Área Nacional de Recreación Los Sembrados
21 Reserva Ecológica Mariposa Chorde	35 Reserva Biológica Cerro Pacheco
22 Reserva Geobotánica Pululahua	36 Área Nacional de Recreación Playas de Villani
23 Reserva de Producción de Fauna Chimborazo	37 Área Nacional de Recreación Quimsacocha
24 Reserva de Producción de Fauna Cuyabeno	38 Reserva Marina El Paludo
25 Reserva de Producción de Fauna Morona	
26 Reserva de Producción de Fauna Napo	
27 Reserva de Producción de Fauna Napo	
28 Reserva de Producción de Fauna Napo	
29 Reserva de Producción de Fauna Napo	
30 Reserva de Producción de Fauna Napo	
31 Reserva de Producción de Fauna Napo	
32 Reserva de Producción de Fauna Napo	
33 Reserva de Producción de Fauna Napo	
34 Reserva de Producción de Fauna Napo	
35 Reserva de Producción de Fauna Napo	
36 Reserva de Producción de Fauna Napo	
37 Reserva de Producción de Fauna Napo	
38 Reserva de Producción de Fauna Napo	
39 Reserva de Producción de Fauna Napo	
40 Reserva de Producción de Fauna Napo	
41 Reserva de Producción de Fauna Napo	
42 Reserva de Producción de Fauna Napo	
43 Reserva de Producción de Fauna Napo	
44 Reserva de Producción de Fauna Napo	
45 Reserva de Producción de Fauna Napo	
46 Reserva de Producción de Fauna Napo	
47 Reserva de Producción de Fauna Napo	
48 Reserva de Producción de Fauna Napo	

SUBSISTEMA AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO

01 Área Ecológica de Conservación Municipal Balaigosa

Fuente: www.ambiente.gob.ec
Ministerio de Ambiente
12 de septiembre del 2015

ANEXO B.- Cronograma de actividades de trabajo

N	Actividad	Fecha Inicio	Fecha de Fin	Recursos Materiales	Recursos Humanos
1	Recolección de muestras en los arrecifes (islote el pelado)	Diciembre	Noviembre	Materiales de monitoreo biológico y equipo SCUBA	Buzos (Licencia: OPEN WATER)
2	Análisis de parámetros físicos	Diciembre	Noviembre	Materiales para monitoreo físico	Personal con conocimientos previos
3	Análisis de muestras de parámetros químicos	Diciembre	Noviembre	Materiales para monitoreo químico	Personal especializado de laboratorios ESPOL
4	Revisión y análisis de datos obtenidos.	Noviembre	Enero	Programa estadístico (STAT GRAPHICS)	Personal a cargo de la ejecución del proyecto
5	Esquematización de representación gráfica de resultados	Mayo	Noviembre	Análisis de regresión lineal	Personal a cargo de la ejecución del proyecto
6	Revisión de informe final del proyecto	Octubre	Noviembre		Personal a cargo de la ejecución del proyecto

Fuente: Elaboración propia.
16 de septiembre del 2015.

ANEXO C.- Cronograma de actividades por estación.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
	MUESTREO ESTACION LLUVIOSA						MUESTREO ESTACION SECA					
	Mes 1 DIC.	Mes 2 ENE.	Mes 3 FEB.	Mes 4 MAR.	mes 5 ABR.	Mes 6 MAY.	Mes 7 JUN.	Mes 8 JUL	MES 9 AGO.	Mes 10 SEPT.	Mes 11 OCT.	Mes 12 NOV.
Recolección de muestras en los arrecifes islote el pelado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis de muestras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Recolección de datos de parámetros físico - químicos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Análisis de datos						X						X
Revisión de datos						X						X

Fuente:Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

1. MUÑOZ, E. Normas técnicas para el ordenamiento de las actividades turísticas de Buceo Recreativo, Observación de Ballenas y Delfines, y Pesca Vivencial en la faja costera continental del Ecuador. *Programa de Manejo de Recursos Costeros. Ecuador*, 2006.
2. MAE. Boletín informativo del Proyecto de Sostenibilidad Financiera de Areas Protegidas, *Somos SNAP*, 2014, vol. 13.
3. ZARATE, K. Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas de Ecuador, *Imprenta Mariscal, MAE Ecuador*, 2013.
4. CARDENAS, M. ; TRIVIÑO, M. Caracterización Bioecológica de siete sitios de buceo situados alrededor del islote El Pelado en Ayangue, *Biocomercio Andino BIOELITE*, 2014, p. 108.
5. CORTÉS, J. Biology and geology of coral reefs of the eastern Pacific. *Coral Reefs*, 1997, vol. 16, no 5, p. S39-S46.
6. MCCLANAHAN, T. R., ATEWEBERHAN, M., GRAHAM, N. A. J., WILSON, S. K., SEBASTIÁN, C. R., GUILLAUME, M. M., & BRUGGEMANN, J. H. Western Indian Ocean coral communities: bleaching responses and susceptibility to extinction. *Marine Ecology Progress Series*, 2007, vol. 337, p. 1-13.
7. GITAY, H., SUÁREZ, A., WATSON, R., & DOKKEN, T. J. Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC, 2002.
8. CHOLLETT, I, MUMBY, P. J., MÜLLER-KARGER, F. E., & HU, C. Physical environments of the Caribbean Sea. *Limnology and Oceanography*, 2012, vol. 57, no 4, p. 1233-1244.
9. STOCKER, T. F., QIN, D., PLATTNER, G. K., TIGNOR, M., ALLEN, S. K., BOSCHUNG, J., NAUELS, A. & MIDGLEY, P. M. IPCC: climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. 2013.
10. MUMBY, P. J., WOLFF, N. H., BOZEC, Y. M., CHOLLETT, I., & HALLORAN, P. Operationalizing the resilience of coral reefs in an era of climate change. *Conservation Letters*, 2014, vol. 7, no 3, p. 176-187.

11. DONEY, S. C., FABRY, V. J., FEELY, R. A., & KLEYPAS, J. A. Ocean acidification: the other CO₂ problem. *Marine Science*, 2009, vol. 1.
12. GLYNN, P. & W. WIDESPREAD coral mortality and the 1982–83 El Niño warming event. *Environmental Conservation*, 1984, vol. 11, no 02, p. 133-146.
13. GLYNN, P. W. & D'CROZ, L. Experimental evidence for high temperature stress as the cause of El Niño-coincident coral mortality. *Coral reefs*, 1990, vol. 8, no 4, p. 181-191.
14. DONNER, S. D., W. J., LITTLE, C. M., OPPENHEIMER, M., & HOEGH-GULDBERG, O. V. E. Global assessment of coral bleaching and required rates of adaptation under climate change. *Global Change Biology*, 2005, vol. 11, no 12, p. 2251-2265.
15. JIMÉNEZ, C., CORTÉS, J., LEÓN, A., & RUÍZ, E. Coral bleaching and mortality associated with the 1997–98 El Niño in an upwelling environment in the eastern Pacific (Gulf of Papagayo, Costa Rica). *Bulletin of Marine Science*, 2001, vol. 69, no 1, p. 151-169.
16. WEEMS, J. D. Assessment of mortality, bleaching, and disease among stony corals and fire corals of Dominican reefs: post-2005 Caribbean bleaching event. *Bios*, 2011, vol. 82, no 1, p. 1-9
17. HUMANN, P.; DELOACH, N.; WILK, L. *Reef Creature Identification: Florida, Caribbean, Bahamas*. Jacksonville (FL): New World Publications, 2002.
18. GLYNN, P. W.; WELLINGTON, G. M. Corals and coral reefs of the Galápagos Islands. *Univ of California Press*, 1983.
19. MUMBY, P. J., SKIRVING, W., STRONG, A. E., HARDY, J. T., LEDREW, E. F., HOCHBERG, E. J. & DAVID, L. T. Remote sensing of coral reefs and their physical environment. *Marine Pollution Bulletin*, 2004, vol. 48, no 3, p. 219-228.
20. GLYNN, P. W. High complexity food webs in low-diversity Eastern Pacific reef–coral communities. *Ecosystems*, 2004, vol. 7, no 4, p. 358-367.

21. CHÁVEZ-ROMO, H. E. & REYES-BONILLA, H. Sexual reproduction of the coral *Pocilloporadamicornis* in the southern Gulf of California, *Ciencias Marinas*, México, 2007, p. 495-501.
22. RICHMOND, R. H. & HUNTER, C. L. Reproduction and recruitment of corals: comparisons among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red Sea. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 1990, vol. 60, no 1, p. 185-203.
23. GLYNN, P. W.; AULT, J. S. A biogeographic analysis and review of the far eastern Pacific coral reef region. *Coral reefs*, 2000, vol. 19, no 1, p. 1-23.
24. PÉREZ-VIVAR, T. L.; REYES-BONILLA, H.; PADILLA, C. Corales pétreos (Scleractinia) de las islas Marías, Pacífico de México. *Ciencias Marinas*, 2006, vol. 32, no 2, p. 259-270.
25. GLYNN, P. W., MATÉ, J. L., BAKER, A. C., & CALDERÓN, M. O. Coral bleaching and mortality in Panama and Ecuador during the 1997–1998 El Niño–Southern Oscillation event: spatial/temporal patterns and comparisons with the 1982–1983 event. *Bulletin of Marine Science*, 2001, vol. 69, no 1, p. 79-109.
26. GLYNN, P. W. Coral communities and coral reefs of Ecuador. *Latin American Coral Reefs. Elsevier, Amsterdam*, 2003, p. 449-472.
27. HICKMAN JR, C. P.; CHIRIBOGA, A.; OBER, W. C. A field guide to corals of Galápagos. *Lexington, USA*, 2005.
28. GAITHER, M. R.; ROWAN, R. Zooxanthellar symbiosis in planula larvae of the coral *Pocilloporadamicornis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 2010, vol. 386 (1-2), p. 45-53.
29. HARRISON, P. L.; WALLACE, C. C. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. *Ecosystems of the world*, 1990, vol. 25, p. 133-207.
30. STIMSON, J. The annual cycle of density of zooxanthellae in the tissues of field and laboratory-held *Pocilloporadamicornis* (Linnaeus). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1997, vol. 214, p. 35-48.

31. CARRICART-GANIVET, J.P; BELTRÁN-TORRES, A. U. Relación entre la clorofila y la densidad de zooxantelas en *Montastrea cavernosa* en el Arrecife de la Isla Verde, Veracruz, *Rev. Inv. Mar, México*, 1994, p.191-196.
32. GUENDULAIN, S. Variación de la densidad de zooxantelas, concentración de pigmentos, biomasa y porcentaje de lípidos en tejidos de *Pavona gigantea*, (Verril 1896) en Bahías de Huatulco, *Universidad del Mar*, México, 1896.
33. JOHANNES, R. E.; WIEBE, W. J. Method for determination of coral tissue biomass and composition1. *Limnology and Oceanography*, 1970, vol. 15, no 5, p. 822-824.
34. JEFFREY, SW T; HUMPHREY, G. F. New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c₁ and c₂ in higher plants, algae and natural phytoplankton. *Biochem Physiol Pflanz BPP*, 1975.
35. ARAR, E. J. *In Vitro* Determination of Chlorophylls a, b, c₁ + c₂ and Pheopigments Marine And Freshwater Algae by Visible Spectrophotometry: Method 446.0. *National Exposure Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency*. Cincinnati, Ohio, 1997.
36. FEINGOLD, J. S. Effects of elevated water temperature on Coral Bleaching and Survival during EL NIÑO Disturbance events: A Dissertation. *University of Miami, Florida*, 1995, p. 236.
37. POOLE, H. H.; ATKINS, W. R. G. Photo-electric measurements of submarine illumination throughout the year. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (New Series)*, 1929, vol. 16, no 01, p. 297-324.