

UNIVERSIDAD ESPÍRITU SANTO



FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

Título: Análisis de distribución de la especie invasora *Tubastraea coccinea*, su abundancia y posibles impactos en las costas de Ecuador y Galápagos.

Proyecto de Integración curricular presentado como requisito parcial para optar al título de:

INGENIERO(A) AMBIENTAL

Autor: Valentina Carola Illingworth Lam

Docente: Rene Rodríguez Grimón

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a mi papá Antonio y a mi mamá Carola por nunca dudar de mí, por haber estado siempre a mi lado y mucho más en los momentos difíciles a lo largo de mi carrera. Gracias por confiar en mí y siempre impulsarme a crecer como hija, como hermana, como nieta y como persona, a nivel sentimental, profesional y actitudinal. Le agradezco también a mi hermana y abuela por siempre haber estado pendientes, a mi tío Max por ayudarme a hacer posible mi sueño y a todos los que siempre me impulsaron a creer en mí y que lo podía lograr. Por último a mis profesores, los cuales con sus conocimientos no solo académicos si no también de la vida que me apoyaron y aconsejaron hasta el final.

RESUMEN

Debido al potencial perjudicial e invasor de la especie exótica *Tubastraea coccinea* tanto en el ámbito ambiental y económico, se ha investigado su distribución, determinando la abundancia y los posibles impactos potenciales de este coral invasor en Ecuador. El estudio realizado fue el análisis de datos de documentos e investigaciones existentes de reportes de esta especie, longitudinal no experimental de evolución de grupo en las costas de Ecuador continental y Galápagos. Para lo cual se utilizaron herramientas como QGIS, Inaturalist, Microsoft Excel y GBIF. Mediante estos instrumentos se dio a conocer el aumento de la especie invasora eventualmente en los años comprendidos 2004 al 2021, dando como resultado la mayoría de los registros en las islas Galápagos. Gracias a estos avistamientos se encontró que una gran cantidad de registros de este coral se encuentra en un estado naturalizado, aumentando su presencia paulatinamente. Se observó que se pueden generar mayores impactos a largo plazo, producto del aumento en la abundancia de la misma, ya que cuando el coral empieza a competir con otras especies, ha conseguido desplazarlas dejando sin hogar y alimento a diferentes peces que vivían en estas especies afectadas. Por lo que es esencial conocer más sobre este animal marino, exótico e invasor.

Palabras clave: *Tubastraea coccinea*, Ecuador, Galápagos, coral invasor, posibles potenciales

ABSTRACT

Due to the harmful and invasive potential of the exotic species *Tubastraea coccinea* both in the environmental and economic, its distribution has been investigated, determining the abundance and the possible potential impacts of this individual in Ecuador. The study carried out was the analysis of data from documents and existing investigations of reports of this species, longitudinal non-experimental on the coasts of continental Ecuador and Galapagos. For which tools such as QGIS, Inaturalist, Microsoft Excel and GBIF were used. Through these instruments, the increase in the invasive species eventually became known in the years 2004 to 2021, resulting in most of the records in the Galapagos Islands. Thanks to these sightings, it was found that a lot of records of this coral is in a naturalized state, gradually increasing its presence. It was observed that greater long-term impacts can be generated, as a result of the increase in its abundance, since when the coral begins to compete with other species, it has managed to displace them, leaving different fish that lived in these species without a home and food. affected. So, it is essential to know more about this marine, exotic and invasive animal.

Keywords: *Tubastraea coccinea*, Galápagos, Ecuador, invasive coral, possible impacts

INTRODUCCIÓN

Como efecto del incremento de la movilidad humana, la redistribución de la biodiversidad en el mundo y la introducción de especies se han vuelto más esporádicas (Macreadie et al., 2011). Se considera a la invasión biológica como uno de los mecanismos más importantes de pérdida de biodiversidad (Sax et al., 2007). Debido a los efectos de las interacciones de las especies y cambios en la estructura de la comunidad (Shiganova, 1998; Levine et al., 2004; Vilà et al., 2011). Y el desempeño del ecosistema (Vitousek et al., 1997; Stachowicz et al., 2002). Efectos económicos negativos pueden verse evidenciados relacionados a estos cambios (Pimentel et al., 2001). Por lo que es de gran valor tener la capacidad de predecir con precisión el potencial de propagación de una especie invasora, ya que se pueden preparar iniciativas de gestión (como el seguimiento, control y registro de la población) óptimas para mitigar los efectos negativos de las invasiones biológicas (Pimentel et al., 2001).

La introducción de especies e invasiones biológicas se origina por distintas circunstancias, Navarro (2008) indica que “una de ellas es el cambio climático, el mismo que facilita la expansión de especies exóticas de zonas cálidas, seguido de la presencia antrópica, la cual favorece a especies oportunistas y de acelerado crecimiento” (p.168). Logrando el establecimiento de un organismo en un hábitat diferente al suyo, estas se encuentran en ecosistemas dónde no son originarias, presentes fuera de su distribución natural, en los cuales la mayoría de veces se han logrado establecer, reproducirse y expandirse exitosamente, llegando a ser perjudicial para la biodiversidad existente, como también a actividades económicas de la zona, su sola presencia puede llegar a competir estrechamente por espacio y comida con otras especies presentes en este ecosistema marino (Iberdrola, 2020).

Tubastraea coccinea originalmente descrita en una de las cien islas del pacífico sur (Polinesia Francesa) hoy en día es acreedora de una distribución circumtropical y fue el primer coral registrado en invadir el oeste del atlántico (Cairns, 2000). Actualmente está establecida en las Bahamas, el caribe, Venezuela, los cayos de Florida y el golfo de México (Cairns ,1994; Cairns, 2000; Fenner, 2001; Fenner & Banks, 2004; Sammarco et al. 2012). La especie en mención se encuentra en costas rocosas, rocas subterráneas, así como en cascos de barcos y plataformas petrolíferas (Castro & Pires, 2001; Ferreira 2003; Lopes, 2009; Mantelatto et al., 2011; Sampaio et al., 2012).

Tubastraea coccinea es una especie invasora exótica, la cual crece muy fácilmente en lugares con sombra, también en agua en donde hay diferentes tipos de corrientes y alta presencia de nutrientes. Lo sugestivo sobre esta especie es que tiene muy buena adaptación a cualquier tipo de circunstancias, puede resistir a aguas con altas y bajas temperaturas. Esta especie invasora puede acoplarse rápidamente a diferentes tipos de superficies y lugares con turbidez en el agua. Es un azooxantelados colonial circular, con coralitos de color naranja y amarillo que miden hasta 12 cm de diámetro, los mismos que derivan de una base común. Finalmente se alimenta de zooplancton. Investigaciones indican que esta especie contribuye al cambio en las estructuras bentónicas de las costas con el paso del tiempo, invadiendo estas zonas, haciendo que se conviertan en comunidades diferentes a las naturalmente existentes en el lugar (Riul et al., 2013).

Estudios nos resaltan las características que dotan de la particularidad invasora de esta especie de coral; poseen una alta capacidad de producir larvas planctónicas con grandes posibilidades de dispersión mediante la reproducción asexual, existe la probabilidad de que el calentamiento del mar en la región beneficie y facilite su expansión, el descenso del ph no influye negativamente al crecimiento de estas, lo que les otorga una ventaja sobre otros corales frente a la acidificación oceánica (Precht & col, 2014; Margolin, 2012).

Esta especie invasora se presenta comúnmente en formaciones de arrecifes, teniendo una distribución desde ambientes someros cerca de 0 m hasta más de 200 m de profundidad, formando colonias. Se desconoce en su totalidad la forma de introducción, pero se cree que es por medio de los cascos de barco. Tiene una gran capacidad de crecimiento ya que produce larvas planctónicas y se reproduce asexualmente. Y tiene ventaja ante otros corales al exponerse a la edificación ya que el pH no afecta su crecimiento (Creed, 2006; Silva et al., 2011; Creed et al., 2017).

Esta especie tiene mayor presencia en zonas tropicales y en algunas aguas un poco frías con excepción de la Antártida, misma es considerada una especie de alto riesgo, uno de los países que ya han presentado bastantes problemas ante este individuo invasor es Brasil, ya que está afectando directamente a la pesca, al ámbito económico de ese país, debido a su rápida reproducción en todas sus costas y a la biodiversidad local (Mantelatto, 2011).

Este coral está ganando un significativo espacio que puede terminar excluyendo a otros corales que sirven como suministro de alimento de diferentes tipos de animales. Por lo tanto, es de gran importancia conocer más sobre la misma. Por lo que el déficit de información en la distribución de la *Tubastraea coccinea* en Ecuador continental e insular, tanto como en sus posibles impactos, es un gran motor que impulsa el presente estudio.

OBJETIVOS

General:

-Describir registros existentes sobre la distribución, determinando la abundancia y los posibles impactos potenciales del coral exótico *Tubastrea coccinea* en Ecuador.

Específicos:

-Analizar la distribución espacial y temporal de los registros de la especie invasora *Tubastrea coccinea*.

-Determinar la abundancia de la especie *Tubastrea coccinea* en las costas ecuatorianas y Galápagos.

-Describir los posibles impactos de la especie *Tubastrea coccinea*.

METODOLOGÍA

- *Área de estudio*

El presente estudio se realizó tomando en cuenta cada avistamiento registrado de la especie *Tubastrea coccinea* desde el año 2004 al 2021, enfocándose en el área del mar territorial, representado en la carta didáctica del territorio marítimo del Ecuador (Figura #1).

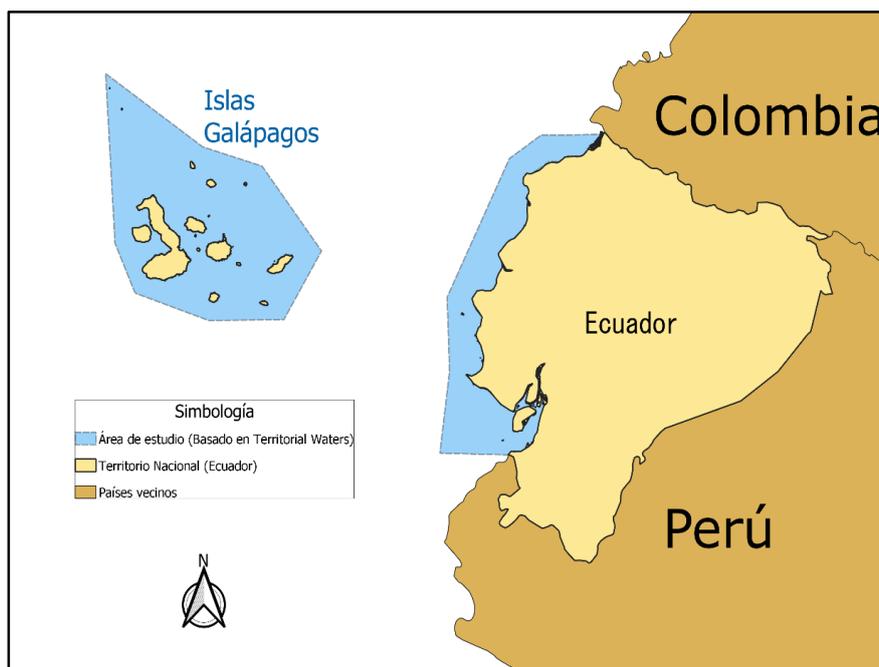


Figura #1: Mapa basado en "Carta didáctica del territorio marítimo del Ecuador" (DIGEIM, 2017)

Autor: Elaboración propia

El área de estudio comprende las zonas costeras de Ecuador continental e insular. La costa del Ecuador se extiende hasta 200 millas, desde la parte más saliente a lo largo de la costa continental, y un polígono que envuelve a las islas Galápagos, hasta 200 millas de las costas de las islas más extensas. La superficie total del mar territorial alcanza a 1 '006.826 km², de los cuales 189.434 corresponden al mar territorial continental y 817.392 al mar territorial insular. Cuenta con la presencia de la corriente del Niño y la corriente de Humboldt, las cuales hacen que la biodiversidad de las especies en el lugar sea bastante amplia, especialmente en Galápagos (Inocar, 2021; Ecuador Galápagos Info, 2021).

Las islas Galápagos tiene dos estaciones: La seca con temperaturas entre 18 y 20 grados centígrados donde existen pocas precipitaciones tipo garúa (esta estación se extiende desde junio a diciembre). Y la estación caliente, de enero a mayo con un clima entre los 24 y 29 grados. La precipitación promedio en el área es de 289 mm por año, y hay una variación muy alta a lo largo del año, el mes más húmedo recibe un promedio de 58 mm y el mes más seco

recibe 4 mm (Geofolio, 2021). La temperatura del mar en Ecuador continental es de 20 grados en adelante en todo el año (Inocar, 2021).

DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico utilizado en el presente estudio es longitudinal, más no experimental.

- *Población de estudio*

La población de estudio corresponde a colonias de *Tubastraea coccinea* presentes en los bajos situados en las aguas de Ecuador continental e insular, registradas por usuarios en la plataforma de Inaturalist (<https://www.inaturalist.org>) y GBIF (<https://www.gbif.org/species/2259549>).



Figura #2: La especie exótica invasora *Tubastrae coccinea*.
Fuente: Inaturalist.org

- *Distribución*

Para la obtención de la distribución de la especie *Tubastraea coccinea* se revisó la información proporcionada por registros en Inaturalist y datos de la página GBIF. Creando un filtro en el cual, por cada registro se tomó en cuenta: bggifID, occurrenceID, provincia, lugar, latitud, longitud, año, día, mes. Para los registros duplicados de GBIF e Inaturalist se hizo nuevamente un filtro en el cual se eliminaron los datos repetidos por las 2 fuentes. Luego en la tabla obtenida, se agregó estado de la especie, presencia en área protegida y el nombre del área protegida.

- *Abundancia*

La abundancia se conoció gracias al estado de la especie en cada registro y la cantidad de ellos. Para lo cual se analizó cada imagen de los registros de la especie existentes en el área de estudio, se seleccionaron las imágenes que tenían un buen rango de visibilidad para identificar si esta se encuentra en estado naturalizado, casual o incierto. Una especie en estado naturalizado puede reproducirse regularmente y mantener su población haciendo que ésta aumente. Por otro lado, una especie en estado casual eventualmente no forma poblaciones muy estables (Regalado et al., 2012). Para lo cual se basó en los siguientes rangos:

→ Casual: ≤ 2 colonias de *Tubastarea coccinea*

→ Naturalizado: ≥ 3 colonias de *Tubastraea coccinea*

→ Incierto: La imagen no permite apreciar el número de colonias

Luego identificó la cantidad de estados (casual, naturalizado, incierto) por especie en cada provincia y se utilizó una gráfica de Excel para presentar los resultados. Por último, se sumó la cantidad de registros totales de la especie a lo largo de los años.

- *Análisis de posibles impactos*

Se realizó investigación bibliográfica para analizar impactos ya existentes en otras zonas por esta especie de coral invasora. Se compararon las características ambientales de otras zonas con las de Ecuador continental y Galápagos, para identificar los posibles impactos ambientales y económicos que la especie *Tubastraea coccinea* pueda generar en Ecuador con el paso del tiempo.

- *Análisis de datos*

Para el análisis de los datos Inaturalist y GBIF se utilizó la aplicación QGIS para poder realizar el mapa de distribución de la especie en el Ecuador, descargando las coordenadas donde están ubicados los avistamientos y también para ver la acumulación de registros de la especie en ese territorio tomando en cuenta los avistamientos desde el año 2004 al 2021. Con la ayuda del mapa interactivo del ministerio del ambiente, agua y transición ecológica, en la sección de demarcación se descargó la capa de “Sistema Nacional de Áreas Protegidas” y se lo aplicó como una capa vectorial en QGIS luego de haber ingresado los puntos de coordenadas de los registros de este organismo se pudo observar si la misma fue encontrada en un área protegida o no. Por medio de investigación bibliográfica, se pudieron mostrar algunos datos importantes sobre los posibles impactos ambientales, económicos y de salud humana relacionados con la mencionada *Tubastraea coccinea*. Finalmente se utilizó Microsoft Excel para realizar gráficas de distribución de estados de la especie, registros por provincia, registros por año, número de registros por área protegida que se presentarán a continuación, mismos que facilitaron conocer datos de gran valor e importancia sobre la especie.

RESULTADOS

a.- Distribución temporal y espacial de la especie *Tubastraea coccinea*.

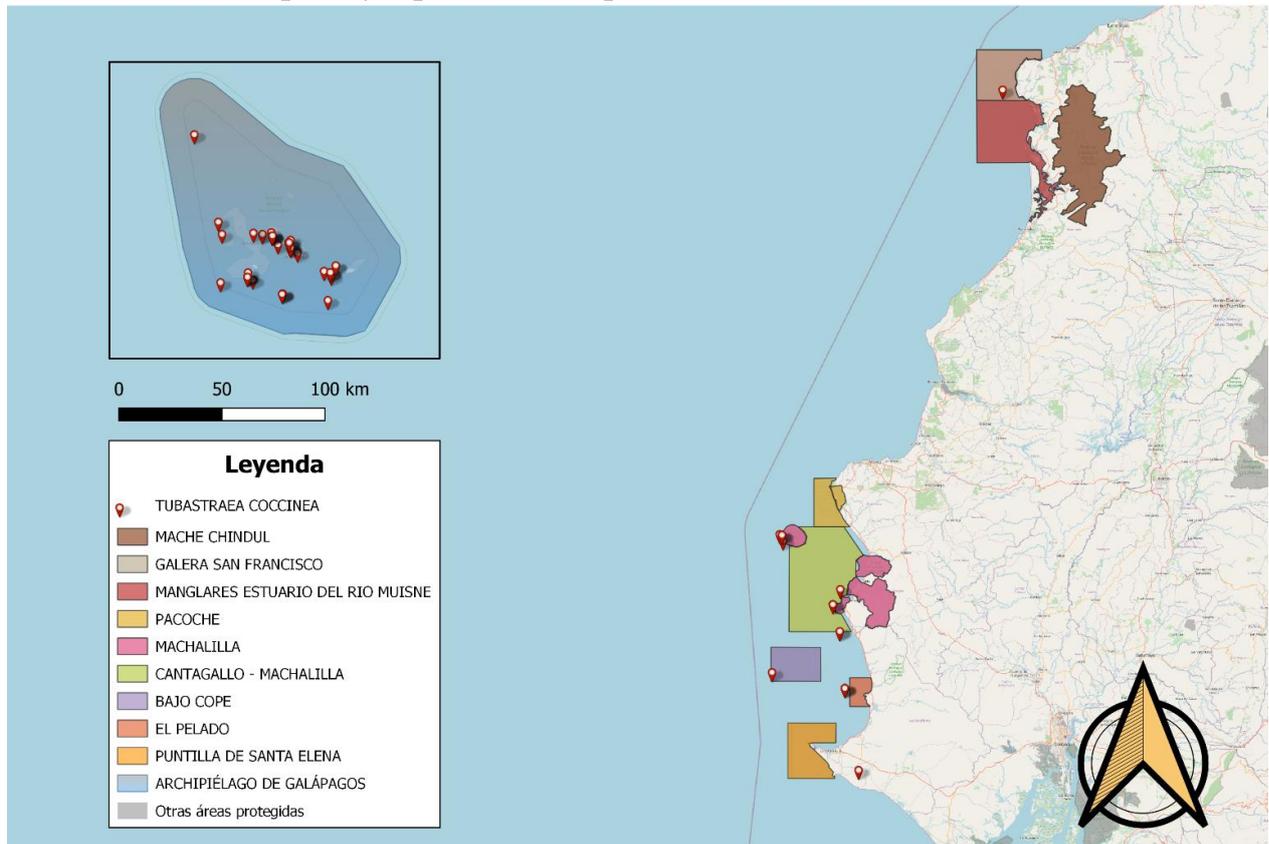


Figura #3: Mapa de reportes de la especie *Tubastraea coccinea* en las costas ecuatorianas y Galápagos con influencia en áreas protegidas, desde el año 2004 hasta septiembre del 2021. Los puntos rojos representan cada registro obtenido por la aplicación GBIF e Inaturalist. Las capas de cada área protegida se presentan con diferentes colores en el mapa.

Autor: Elaboración propia

La mayoría de los registros Figura 3 corresponden a las Islas Galápagos, en comparación con los reflejados en Ecuador continental. Se puede observar que los puntos están ubicados casi en su totalidad dentro de áreas protegidas y reservas marinas del Ecuador. Existen puntos en la capa de Machalilla, en la capa de Galera San Francisco, El Pelado y archipiélago de Galápagos.

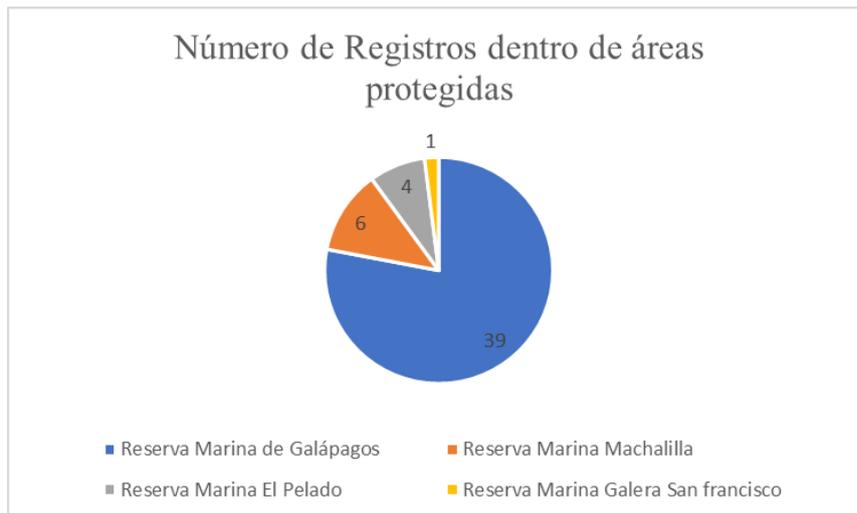


Figura #4: Cantidad de registros dentro de áreas protegidas
Autor: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 4 muestra 39 registros en la Reserva Marina Galápagos, obteniendo la mayor cantidad de reportes. Existen seis registros en la Reserva Marina Machalilla, cuatro en la Reserva Marina El Pelado y un solo registro ubicado en la Reserva Marina Galera San Francisco.

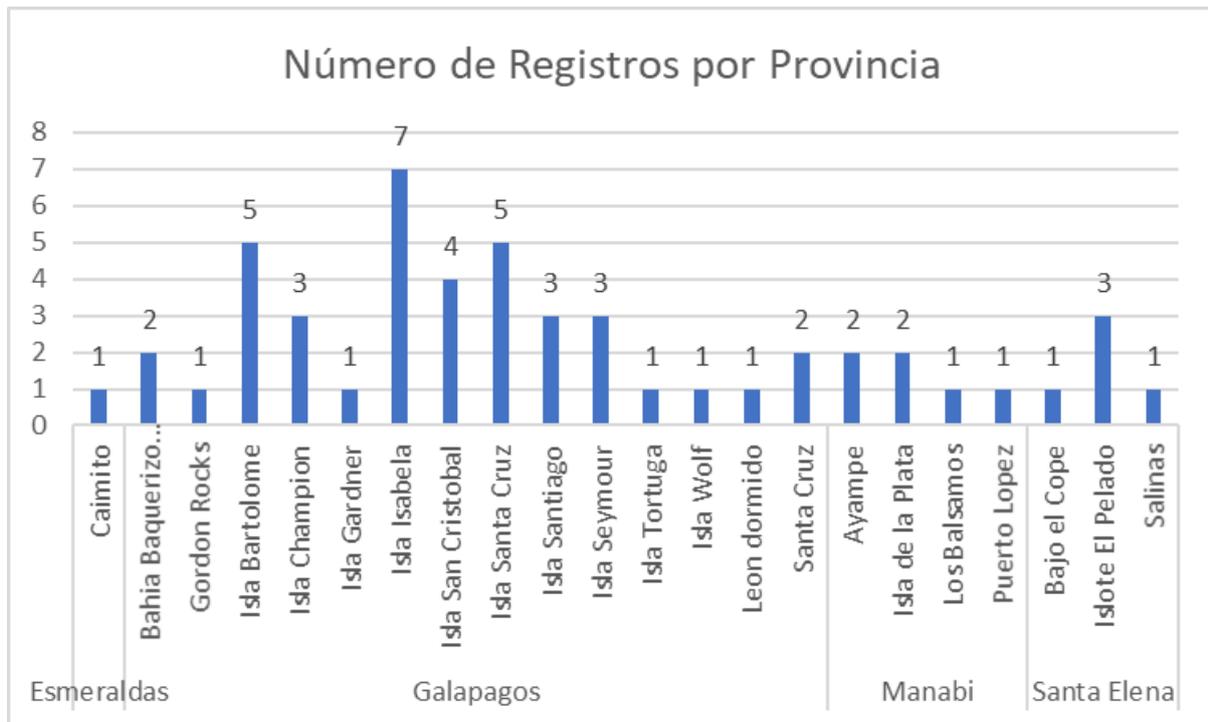


Figura #5: Número de registros por provincia
 Autor: Elaboración propia

En la figura #5 se puede observar que solo hubo registros en cuatro provincias, de las cuales Galápagos fue en la que mayor número de registros se presentaron y en la provincia de Esmeraldas fue la de menores registros, solo con uno. En Santa Elena se presenciaron registros en tres lugares diferentes, Manabí en cuatro lugares y en Galápagos en catorce lugares diferentes. En Galápagos se registró en bastantes lugares diferentes a diferencia de las otras tres provincias. La Isla Isabela con más registros y le sigue la Isla Santa Cruz con cinco registros al igual que la Isla Bartolomé.

b.- Abundancia de la especie *Tubastraea coccinea* en las costas de Ecuador y Galápagos.

Tabla #1: Registros por provincia desde el año 2004 hasta el 2021.

Provincia	2004	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Esmeraldas		1														1
Galápagos	2	2		1	1	1	3	1	1	1	5	1	12	6	2	39
Manabí			1										2		3	6
Santa Elena													3	2		5
Total	2	3	1	1	1	1	3	1	1	1	5	1	17	8	5	51

Autor: Elaboración propia

En la tabla presentada se visibilizan los registros por provincia en cada año desde el 2004 hasta septiembre del 2021. Claramente se puede apreciar que la mayoría de los registros fueron en las islas Galápagos, especialmente el 2019, donde se reportó 12 veces la especie exótica invasora *Tubastraea coccinea*. Con un total de 39 registros en las Galápagos, seis registros en las costas de la provincia de Manabí, cinco en Santa Elena y uno en la provincia de Esmeraldas. Dando una suma de 51 registros de la especie *Tubastraea coccinea* en los últimos 15 años.

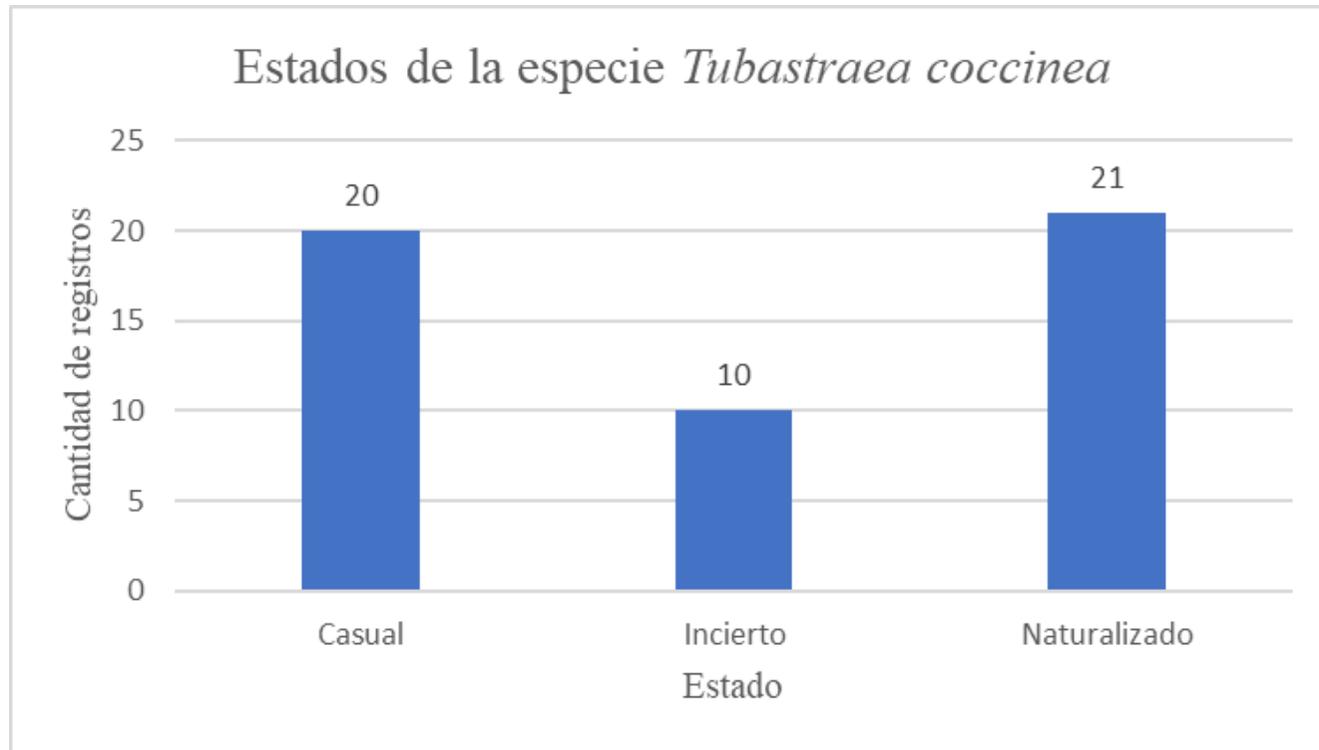


Figura #6: Estado de la especie *Tubastraea Coccinea* registradas en las costas de Ecuador y Galápagos.
 Autor: Elaboración propia

En el gráfico se puede ver como en 21 registros, la especie ya está naturalizada. Hay que tomar en cuenta que la especie en estado casual también tiene valores altos, por lo tanto, se puede llegar a naturalizar con el paso del tiempo. En 18 registros la especie se presentó de forma casual, en 10 zonas como incierto y en dos registros con un estado invasor.

Tabla #2: Estados de la especie invasora en cada provincia

Provincia	Casual	Incierto	Naturalizado	Total
Esmeraldas	1			1
Galápagos	15	7	17	39
Manabí	2	2	2	6
Santa Elena	2	1	2	5
Total	20	10	21	51

Autor: Elaboración propia

En la tabla 2 se puede observar que la especie *Tubastraea coccinea* ya está naturalizada en todas las provincias de la costa en donde hubo reportes con excepción de Esmeraldas. En Galápagos, Manabí y Santa Elena existe un total de 10 registros con un estado incierto. Por último, recalcar que en todas las provincias donde se registró la especie, está estado casual, reflejando una suma de 20 registros con este estado.



Figura #7: Especie
Tubastraea coccinea en
estado incierto.
Fuente: Inaturalist org

Figura #7: Especie
Tubastraea coccinea en
estado incierto.
Fuente: Inaturalist org

Figura #9: Especie
Tubastraea coccinea en
estado naturalizado.
Fuente: Inaturalist org

Ver la (Figura 7) la cual se identificó como incierta ya que la imagen no permite apreciar el número de colonias. La Figura 8 está clasificada como “estado casual” por contar con la presencia de dos colonias de *Tubastraea coccinea*. Por último, la Figura 9 se encuentra en estado naturalizado, con una presencia de más de tres colonias.

c.- Posibles impactos de la especie exótica invasora *Tubastraea coccinea*.

Tabla #3: Posibles impactos ambientales, económicos y para la salud de la especie *Tubastraea coccinea* en las costas de Ecuador y Galápagos.

ESPECIE	IMPACTOS	REFERENCIA
---------	----------	------------

	AMBIENTALES	ECONÓMICOS	
<i>Tubastraea coccinea</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Provoca deformación y necrosis de especies de coral formadores de arrecifes. - Compite por espacio con otros invertebrados bentónicos. - Pone en riesgo a especies nativas de esponjas y corales. 	<p>-No existe una estimación exacta de los daños económicos causados por esta especie, pero están estrechamente relacionados con la competencia que representa esta especie ante otros corales, dejándolos sin hábitat, debilitando los recursos pesqueros,</p>	<p>(Hernández-Zanuy, 2018; Gracia, 2011; De Paula et al., 2014; Lages et al., 2010 a y b; Creed et al., 2017; Fine et al., 2001)</p>

Autor: Elaboración propia

La tabla presentada indica impactos que pueden darse con el aumento de la especie exótica *Tubastraea coccinea* en las costas de Ecuador y Galápagos. Impactos que afectarían la economía del país y la naturaleza del mar en esas zonas.

DISCUSIÓN

La especie invasora *Tubastraea coccinea* no tiene una cantidad muy grande de registros a nivel de Ecuador continental y Galápagos, hay que recalcar que los datos utilizados son de ciudadanos que han estado buceando, hacen registro de este coral mediante fotografías. Por lo tanto, justifica el hecho de que la mayoría de los registros están en las Galápagos, ya que es una zona en la que se practica bastante el buceo, contando con aguas muy cristalinas, las cuales facilitan al buzo en sus inmersiones y así poder registrar la especie con mayor facilidad, a diferencia de otras provincias que tienen aguas más turbias. La distribución espacial de la especie está registrada en cuatro provincias las cuales son Esmeraldas, Galápagos, Santa Elena y Manabí, con 51 registros en total. El coral aparece con registros en todas las provincias con salida al mar, excepto en la provincia del Guayas. Esto se debe a que esa zona cuenta con muchos manglares y el agua es mucho más turbia, por lo tanto, no es común el buceo en esas zonas (The Global Biodiversity Information Facility, 2021; Inaturalist, 2021). La mayoría de los registros aparecieron en áreas protegidas donde normalmente se hacen actividades de buceo, por lo tanto, no hay que descartar que la especie también esté en zonas aledañas a estos sectores y tal vez hasta en mayor cantidad (Ministerio de ambiente, agua y transición ecológica, 2021).

Falcón (2015) menciona en sus estudios en las Islas Canarias que “la especie *T. coccinea* ha reflejado un incremento en la abundancia influenciado por el constante movimiento del tráfico marítimo hacia sus puertos, expandiendo exponencialmente sus poblaciones en gran parte procedentes de zonas del Atlántico”.

En cuanto a Ecuador, la abundancia de la especie fue aumentando mediante diferentes registros con el paso de los años, y esto debido a las condiciones climáticas favorables para su desarrollo. Hay que tomar en cuenta que con relación a la tabla #1 obtenida, hubo años en los que no hubo registros de la especie invasora. Esto puede ser debido a que no hubo muchos

buceos en esos años o las condiciones ambientales en los momentos que las personas estaban buceando no fueron las mejores para su avistamiento. También, 21 registros de los 51, ya están en un estado naturalizado, es decir que la especie ya está aumentando constantemente en esa zona y ganando espacio, por lo tanto, es probable que en un futuro si se toman nuevos registros de las especies que tienen un estado casual o invasor, mismas que ya hayan ganado mucho más territorio, desplazando a comunidades nativas de coral. Por último, hay que rescatar que los registros bajaron en el 2020 y 2021 posiblemente atribuido a la pandemia mundial existente en estos años. Por lo tanto, es esencial para poder contener el crecimiento de la especie, entenderla completamente (The Global Biodiversity Information Facility, 2021; Inaturalist, 2021).

Los impactos que esta especie invasora exótica puede generar son negativos, ya que al momento en que el coral empieza a competir con otras especies provocando un desplazamiento de las mismas, como efecto empieza a dejar sin hogar y alimento a diferentes peces pequeños que viven de ellos. Generando un cambio en la biología y estructura del lugar (Iberdrola, 2020). Aunque no hay registros exactos de los impactos que puede generar la especie *Tubastraea coccinea* en la economía de un país, se han reportado pérdidas económicas en el sector pesquero debido a que las especies nativas desaparecen, haciendo que los peces que se alimentaban y vivían de ellas, se desplacen o a su vez reflejan una significativa ausencia en estas zonas, perjudicando seriamente a la economía del pescador (Hernández, 2018; Gracia, 2011; Mantelatto, 2011).

Por lo tanto, es recomendable tomar acción, trabajando en conjunto con las autoridades competentes del país, con la finalidad de encontrar soluciones para mitigar los efectos adversos que refleja esta especie en presencia de otras. Identificar más a fondo que tan maligno puede llegar a ser el coral, para de esta forma ver si es necesario controlar su incremento. Ya que es una especie que resiste al blanqueamiento, consecuencia que afecta a los corales nativos de la

zona. También con estos datos, se recomienda un seguimiento, para así saber si la colonias han aumentado con el paso del tiempo (Precht & col, 2014; Margolin, 2012).

CONCLUSIÓN

Tras el análisis bibliográfico, y gracias a los registros proporcionados por las plataformas Inaturalist y GBIF, se pudo concluir que la especie invasora exótica *Tubastraea coccinea*, ya ha sido identificada en toda la costa del Ecuador y Galápagos de forma casual y naturalizada en diferentes zonas, esta sí representa un riesgo tanto para la biodiversidad marina como para la economía del sector pesquero. El coral refleja una distribución en las aguas de Galápagos, Esmeraldas, Manabí y Santa Elena, contando con un total de 51 registros analizados obtenidos en los últimos 15 años, de los cuales 50 están dentro de áreas protegidas como: la Reserva Marina Machalilla, la Reserva Marina El Pelado, La Reserva Marina Galera San Francisco y La Reserva Marina Galápagos con la mayor cantidad de registros en la zona, debido a la práctica común del buceo en el área. Por lo tanto, los datos están influenciados por aquello. Es importante tener en cuenta los posibles impactos tanto ambientales como económicos de esta especie, los cuales pueden ir desde presentar un riesgo para especies nativas del lugar, hasta la debilitación de los recursos pesqueros y naturales. Hay que tomar en cuenta el déficit de información que en Ecuador se evidencia sobre esta especie en particular.

Bibliografía

- Autores. Capítulo. (2018). Capítulo. En: Hernández-Zanuy A. C. (Ed.). Adaptación basada en Ecosistemas: alternativa para la gestión sostenible de los recursos marinos y costeros del Caribe. Red CYTED 410RT0396. (E. Book). Editorial Instituto de Oceanología, La Habana. 171 pp. ISBN: 978-959-298-043-3.
- Castro CB, Pires DO (2001) Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. Bull Mar Sci 69: 357–371
- Cairns S (2000) A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the Western Atlantic. Stud Nat Hist Carib Reg 75:1–240
- Cairns S (1994) Scleractinia of the temperate North Pacific. Smithsonian Contrib Zool 557:1–150
- Creed, J. C. (2006, 17 marzo). *Two invasive alien azooxanthellate corals, Tubastraea coccinea and Tubastraea tagusensis, dominate the native zooxanthellate Mussismilia hispida in Brazil.* Coral Reefs. https://link.springer.com/article/10.1007/s00338-006-0105-x?error=cookies_not_supported&code=d1be5ec8-17fe-41bb-a2cd-7f6a2628398b
- CREED, J.C., D. FENNER, P. SAMMARCO, S. CAIRNS, K. CAPEL, K., A.O.R. JUNQUEIRA, I. CRUZ, R.J. MIRANDA, L. CARLOS-JUNIOR, M.CH. MANTELATTO & S. OIGMAN-PSZCZOL (2017). The invasion of the azooxanthellate coral Tubastraea (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. Biol. Invasions, 19: 283-305.
- DE PAULA, A.F., D. O. PIRES & J. C. CREED (2014). Reproductive strategies of two invasive sun corals (Tubastraea spp.) in the southwestern Atlantic. J.Mar. Biol. Ass. UK, 94(3): 481-492.

DIGEIM. (2017). Carta Didáctica del Territorio Marítimo Ecuatoriano. Quito, Pichincha, Ecuador.

Entorno biogeográfico, Reserva Marina «El Pelado» LA REMAPE | CENAIM. (2021). Centro Nacional de Acuicultura e investigaciones marinas. [http://www.cenaim.espol.edu.ec/ent_bio#:~:text=Entorno%20biogeogr%C3%A1fico%2C%20Reserva%20Marina%20%22El%20Pelado%22%20LA%20REMAPE,-La%20REMAPE%20forma&text=Esta%20zona%20conocida%20como%20el,Ecuador%20\(corriente%20del%20Ni%C3%B1o\).](http://www.cenaim.espol.edu.ec/ent_bio#:~:text=Entorno%20biogeogr%C3%A1fico%2C%20Reserva%20Marina%20%22El%20Pelado%22%20LA%20REMAPE,-La%20REMAPE%20forma&text=Esta%20zona%20conocida%20como%20el,Ecuador%20(corriente%20del%20Ni%C3%B1o).)

Ecuador Galápagos Info (2021). *La reserva marina de Galápagos, un santuario natural para conocer.* (2021, 16 mayo). Ecuador Galápagos Info. <https://ecuadorgalapagosinfo.com/reserva-marina-galapagos/>

Fenner D (2001) Biogeography of 3 Caribbean corals (Scleractinia) and the invasion of *Tubastraea coccinea* into the Gulf of Mexico. *Bull Mar Sci* 69:1175–1189

Fenner D, Banks K (2004). Orange cup coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of Mexico. *Coral Reefs* 23: 505–507

Ferreira CEL (2003) Non-indigenous corals at marginal sites. *Coral Reefs* 22:498

FINE, M., H. ZIBROWIUS & Y. LOYA (2001). *Oculina patagonica*: a non-lessepsian scleractinian coral invading the Mediterranean. *Marine Biology*, 138: 1195-1203.

Fundación Charles Darwin. (s.f) *Lista de Especies de Galápagos*. Recuperado 4 de agosto de 2021, de <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=7918>

GBIF: The Global Biodiversity Information Facility (2021). ¿Qué es GBIF?. Disponible en <https://www.gbif.org/what-is-gbif> [13 de enero de 2020].

Gracia, A., Medellín-Mora, J., GilAgudelo, D.L. y V. Puentes (eds.). 2011. Guía de las especies introducidas marinas y costeras de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 23. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 136 p

GEOFOLIO. (30 de 12 de 2021). Geofolio. Obtenido de Geofolio: <https://geofolio.org/>

Iberdrola. (2020, 5 junio). *Especies Invasoras*. Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/especies-invasoras>

Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada. (2021). Temperatura Superficial del Mar. Inocar. Recuperado 22 de septiembre de 2021, de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/productos/temperatura-superficial-del-mar>

¡Naturalis, 2021. Coral Sol **Tubastraea Coccinea**. Consultado el 30 de Noviembre, <http://www.inaturalist.org/taxa/51802-Tubastraea-coccinea>

LAGES, B.G., B.G. FLEURY, A.C. PINTO & J.C. CREED (2010a). Chemical defenses against generalist fish predators and fouling organisms in two invasive ahermatypic corals in the genus *Tubastraea*. *Mar. Ecol.*, 31: 473-482.

LAGES, B.G., B.G. FLEURY, C.M. REZENDE, A.C. PINTO & J.C. CREED (2010b). Chemical composition and release in situ due to injury of the invasive coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia). *Braz. J. Oceanogr.*, 58: 47-56.

Levine JM, Adler PB, Yelenik SG (2004) A meta-analysis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecol Lett* 7:975–989

Lopes RM (2009) Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Curitiba

- Mantelatto, M.C., Creed, J.C., Mourão, G.G. *et al.* Range expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* in the Southwest Atlantic. *Coral Reefs* 30, 397 (2011). <https://doi.org/10.1007/s00338-011-0720-z>
- Macreadie P, Bishop MJ, Booth DJ (2011) Implications of climate change for macrophytic rafts and their hitchhikers. *Mar Ecol Prog Ser* 443:285–292
- Margolin CL (2012). Interactive effects of water flow and light levels with decreasing pH on the growth and survival of tropical cnidarians. Open access diss., paper 919. Univ. of Miami, Miami, FL. http://scholarlyrepository.miami.edu/oa_dissertations/919.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (s. f.). *REFUGIO DE VIDA SILVESTRE PACOCHE* - Recuperado 7 de julio de 2021, de <https://www.ambiente.gob.ec/refugio-de-vida-silvestre-pacoché/>
- Ministerio del Ambiente, agua y transición ecológica. (2021). *Mapa Interactivo del Sistema Único de Información Ambiental*. Obtenido de: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- NCBI - WWW Error Blocked Diagnostic. (2020). NCBI. Riul P, Targino CH, Júnior LAC, Creed JC, Horta PA, Costa GC (2013) Invasive potential of the coral *Tubastraea coccinea* in the southwest Atlantic. *Mar Ecol Prog Ser* 480:73-81. <https://doi.org/10.3354/meps10200>
- Navarro, L., Castro, S., & Garbiñe, A. (2008). *Invasiones biológicas. Proyectos y Producciones Editoriales, S.A., 7.*
- Precht WF, Hickerson EL, Schmahl GP & Aronson RB (2014). The invasive coral *Tubastraea coccinea* (Lesson, 1829): implications for natural habitats in the Gulf of Mexico and the Florida Keys. *Gulf Mex Sc* (1–2): 55–59.

- Pimentel D, Mcnair S, Janecka J, Wightman J and others (2001) Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agric Ecosyst Environ* 84:1–20
- Regalado, L., González, L., Fuentes Lisa., & Oviedo, R. (2012). LAS PLANTAS INVASORAS. INTRODUCCIÓN A LOS CONCEPTOS BÁSICOS. *Revista del jardín botánico nacional BISSEA*.
- Sax DF, Stachowicz JJ, Brown JH Bruno JF and others (2007) Ecological and evolutionary insights from species invasions. *Trends Ecol Evol* 22:465–471
- Sammarco PW, Brazeau DA, Sinclair J (2012) Genetic connectivity in Scleractinian corals across the northern Gulf of Mexico: oil/gas platforms, and relationship to the Flower Garden Banks. *PLoS ONE* 7:e30144
- Sampaio CLS, Miranda RJ, Maia-Nogueira R, Nunes JAC (2012) New occurrences of the nonindigenous orange cup corals *Tubastrea coccinea* and *T. tagusensis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) in Southwestern Atlantic. *Check List* 8:528–530
- SILVA, A.G., R.P. LIMA, A.N. GOMES, B.G. FLEURY & J.C. CREED (2011). Expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* into the Tamoios Ecological Station Marine Protected Area, Brazil. *Aquatic Invasions*, 6 (1): S105-S110.
- Shiganova TA (1998) Invasion of the black sea by the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* and recent changes in pelagic community structure. *Fish Oceanogr* 7:305–310
- Stachowicz JJ, Fried H, Osman RW, Whitlatch RB (2002) Biodiversity, invasion resistance, and marine ecosystem function: reconciling pattern and process. *Ecology* 83: 2575–2590

Temperatura actual del agua del mar en Ecuador. (s. f.). SeaTemperature.info. Recuperado 7 de julio de 2021, de [https://seatemperature.info/es/ecuador-temperatura-del-agua-del-mar.html#:~:text=Temperatura%20del%20agua%20en%20Ecuador&text=La%20temperatura%20del%20agua%20de,23.2%C2%BC%20\(Salinas\)](https://seatemperature.info/es/ecuador-temperatura-del-agua-del-mar.html#:~:text=Temperatura%20del%20agua%20en%20Ecuador&text=La%20temperatura%20del%20agua%20de,23.2%C2%BC%20(Salinas)).

Tubastraea coccinea (orange-cup coral). (2021). Invasive Species Compendium. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/10921https://misuse.ncbi.nlm.nih.gov/error/abuse.shtml>

Tubastraea coccinea Lesson, 1830 in GBIF Secretariat (2021). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2021-11-30.

Vilà M, Espinar JL, Hejda M, Hulme, PE and others (2011) Ecological impacts of invasive alien plants: a metaanalysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecol Lett* 14:702–708

Vitousek PM, Dantonio CM, Loope LL, Rejmanek M, Westbrooks R (1997) Introduced species: a significant component of human-caused global change. *NZ J Ecol* 21: 1–16