



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y  
Red Académica Iberoamericana Local-Global  
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la  
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la  
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 10. N° 29  
Junio 2017  
[www.eumed.net/rev/delos/29](http://www.eumed.net/rev/delos/29)

## **PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD MARINA COMO CONSECUENCIA DE LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS**

María Elena Godoy Zúñiga<sup>1</sup>  
[mariaegodoy@uees.edu.ec](mailto:mariaegodoy@uees.edu.ec)

Raisa Sánchez Benavides<sup>2</sup>  
[raisasanchez@uees.edu.ec](mailto:raisasanchez@uees.edu.ec)

Ecuador

### **CONTENIDO**

Resumen .....	2
Abstract .....	2
1. Introducción.....	3
2. Marco teórico .....	4
2.1. La temperatura como factor de acidificación de los océanos.....	4
2.2. Mecanismos presentes en el intercambio de CO <sub>2</sub> .....	5
2.3. El pH ácido debido a la falta de oxígeno disuelto (OD) .....	5
2.4. El incremento de CO <sub>2</sub> en los océanos y sus consecuencias .....	6
3. Metodología .....	7
4. Resultados .....	7
5. Análisis o discusión.....	10
6. Conclusión, limitación y trabajos futuros.....	11
Bibliografía.....	11

<sup>1</sup> Profesora en Ciencias de la Educación. Magister en evaluación y diseño de modelos educativos. Doctoranda de la Universidad Politécnica de Valencia (2017-2020). Docente de la Facultad de Comunicación. Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Ecuador.

<sup>2</sup> Estudiante de la Escuela de Ciencias Ambientales. Facultad de Artes Liberales. Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Ecuador.

## **RESUMEN**

La biodiversidad marina es uno de los principales atractivos ecuatorianos. Su preservación es vital para el equilibrio de los ecosistemas marinos. Sin embargo, las personas no han tomado las debidas precauciones para no contaminarlos. Es así, como a través de la industrialización y de sucesos antropológicos, se ha ido destruyendo los recursos naturales y con ellos la diversidad de especies marinas. Se empleó el método estadístico, aplicando un cuestionario digital a ingenieros ambientales acerca del tema y cuál sería la solución para dicha contaminación y solucionar aquellos factores que inciden en la acidificación del océano. Estas respuestas evidenciaron las estrategias que se pueden aplicar para contrarrestar el incremento de CO<sub>2</sub> en el agua. Se obtuvo como resultado que la acidificación del océano se da por factores antrópicos principalmente. Siendo el objetivo primordial el análisis de los efectos de la acidificación del océano en la pérdida de biodiversidad marina. Lo que permite concluir que la aplicación de medidas ambientales favorece la biodiversidad marina.

**Palabras claves:** pH, Acidificación, Biodiversidad, Sucesos antropológicos, Medidas ambientales, Incremento de CO<sub>2</sub>.

## **ABSTRACT**

Marine biodiversity is one of Ecuador's main attractions, and for this reason, its preservation is vital for the balance of marine ecosystems. However, people have not taken the necessary precautions to avoid contamination. Thus, as through industrialization and anthropological events, natural resources have been destroyed and with them the diversity of marine species. That is why preventive environmental measures should be applied that allow the sustenance and restoration of marine spaces by human beings, maintaining a respectful coexistence between "nature-man." The statistical method will be used to interpret data about the factors that affect ocean acidification and how the CO<sub>2</sub> increase in water can be countered by using the survey as an assessment tool to know what environmental engineers think about this issue and what would be the solution for such pollution. Obtaining favorable results in which it is verified that the acidification of the ocean is mainly due to anthropic factors. The primary objective is the analysis of the effects of ocean acidification on the loss of marine biodiversity. It is possible to conclude that the application of environmental measures favors marine biodiversity.

**Key words:** pH, Acidification, Biodiversity, Anthropological events, Environmental measures, CO<sub>2</sub> increase.

## **1 INTRODUCCIÓN.**

Desde el comienzo de la vida en el Planeta Tierra, el estudio de los océanos y sus costas ha sido un tema relevante para el desarrollo sustentable de los espacios marinos y su biodiversidad, siendo el océano uno de los principales motores de la supervivencia de diversas comunidades de especies marinas alrededor del mundo de gran importancia ecológica, socioeconómica y cultural, sin embargo, se han presentado varias afectaciones hacia estas zonas marinas a causa del cambio climático, lo que ocasiona que haya acumulación de CO<sub>2</sub> acidificando los océanos y perjudicando gravemente a especies marinas y microorganismos presentes en el agua, presentándose un desfase en su estructura y composición (Rojas, 2015, p20).

Es así, como aproximadamente el 25% de CO<sub>2</sub> se combina con el aire de la atmósfera anualmente, causando el efecto invernadero y lluvias ácidas que producen un impacto significativo en el medio ambiente. Cuando este CO<sub>2</sub> entra en contacto con el agua del océano, se realiza un intercambio de moléculas transformándose en ácido carbónico perjudicial para la vida marítima, ya que el agua se vuelve corrosiva afectando a conchas y esqueletos de muchos organismos, percutiendo en su fisiología y reproducción (UNESCO, 2014, p36).

Este fenómeno se debe principalmente a la producción de gases de efecto invernadero que provocan que se den cambios climáticos y geomorfológicos, entre los cuales, se podría decir, que el más perjudicial para el océano y sus costas es el dióxido de carbono, un gas que retiene y refleja la energía calórica emitida por la corteza terrestre, permitiendo que la Tierra no se enfríe y sea apta para la vida, sin embargo, el aumento de la producción de este gas ha ocasionado que su aspecto beneficioso se vuelva negativo y se propicie un ambiente fatal para la biodiversidad de especies de sus profundidades y microorganismos de la superficie, agotándose los recursos naturales y especies únicas (Benavides, 2015, p.30).

El aumento de la acidez del océano está vinculada primordialmente a la continua contaminación con desechos tóxicos, ocasionando que los niveles normales de CO<sub>2</sub> presentes en el océano para su perfecto funcionamiento, se alteren causando cambios morfológicos en las especies marinas y en la composición del agua. Estas irregularidades en la composición del agua, provoca cambios en los ecosistemas marinos y su biodiversidad biológica, limitando la captación de CO<sub>2</sub> del océano para su beneficio, causando grandes pérdidas de especies invaluable para la cadena trófica de los animales, no permitiendo su desarrollo saludable y que la recuperación del mismo sea lenta y en ciertas ocasiones irrecuperables. Puesto que los sucesos antropológicos han sido el punto de partida para la contaminación de los espacios marítimos, gracias a la utilización constante de los recursos naturales, los cuales necesitan ser renovados de manera continua para no destruirlos, no obstante, el ser humano no ha tomado conciencia del daño realizado a la naturaleza a través de la construcción de fábricas, del humo de los autos y de la destrucción del suelo, por lo que ocurren cambios climatológicos dañinos para las especies marinas y el medio ambiente en sí. De esta forma, es necesaria la utilización de medidas preventivas que permitan un

equilibrio entre las personas y el medio ambiente. Para lograr dicho equilibrio, se debe concientizar a las personas del daño que causa la contaminación antrópica al lecho marino, para de esta forma se reduzca la producción desmesurada de CO<sub>2</sub>, mediante monitoreos constantes de calidad de agua. Dicho esto, se puede manifestar que la contaminación de los océanos a causa del aumento de CO<sub>2</sub> en el agua, posibilita la acidez de los océanos.

El estudio de los océanos es de importancia científica, ya que, a través de los sucesos antrópicos se ha ido afectando su composición, volviéndolos ácidos por la concentración continua de CO<sub>2</sub>. Uno de los causantes del desfase del medio marino es el cambio climático el cual ocasiona que desaparezca la biodiversidad de especies por falta de oxígeno.

El objetivo de este estudio es el de analizar los efectos de la acidificación de los océanos en la pérdida de la biodiversidad marina, mediante el estudio de los componentes del agua a través de análisis de laboratorio y su continuo monitoreo para la conservación de las especies marinas presentes en el océano.

## **2. MARCO TEÓRICO**

A inicios de la historia, los océanos componen el 96% del espacio en donde existe vida, siendo de gran utilidad para mantener el equilibrio en la Tierra. Se ha comprobado que el océano ocupa casi las tres cuartas partes de la superficie de la Tierra, proporcionando alrededor de la mitad del oxígeno necesario para los seres vivos, proveyendo proteínas necesarias para el rápido crecimiento de una población. Sin embargo, las continuas actividades antrópicas están ejerciendo una tensión en el medio ambiente y sus recursos naturales, llegando a producirse impactos irreversibles en el océano en torno al aumento del pH ácido dañino para la vida marina (Carrion, 2013, p.25).

Si el problema persiste en torno a varios años de forma continua, habrá un momento en el que la salud del océano va a decaer gravemente, produciéndose cambios climatológicos, morfológicos y meteorológicos impredecibles a causa de la fuerte contaminación oceánica producida por la mano del hombre. Por otro lado, si se toman las medidas necesarias ante el problema, se puede realizar medidas preventivas adecuadas para la preservación de las especies marinas, evitando la pérdida de poblaciones acuáticas (Salazar, 2014, p.22).

### **2.1. La temperatura como factor de acidificación de los océanos**

El aumento en la temperatura del océano, es una de las principales causas para que se dé el aumento de pH en los océanos, alterando su composición, haciendo que se efectúen cambios bruscos en la vida marina y las especies sufran los estragos de la contaminación y las especies empiecen a estar en peligro de extinción, y la cadena trófica se pierda con el tiempo (Medrano, 2014, p.60).

A pesar de los incontables estudios realizados acerca de cuál es el principal contaminante del océano, no se ha llegado a un acuerdo razonable de cuál es la mejor manera de tratar la contaminación oceánica, es por esta razón, que es de vital importancia que los responsables del cuidado y desarrollo del medio ambiente a nivel nacional e internacional, comprendan la magnitud del problema, y busquen soluciones efectivas para minimizarlo y contrarrestarlo, evitando pérdidas de especies marinas (Farias, 2015, p.35).

Aunque la contaminación oceánica no sea de gran relevancia para las personas, su mal uso ha sido devastador para el medio ambiente, ocasionando que dicho calentamiento afecte el intercambio de gases entre la superficie oceánica y la atmósfera, causando que estos gases se transporten a través del aire almacenándose en las profundidades de los océanos, alterando la cantidad de oxígeno necesario para las especies y su supervivencia, por falta de nutrientes y minerales apto para la vida en el mar (Alava, 2015, p.75).

## **2.2. Mecanismos presentes en el intercambio de CO<sub>2</sub>**

Para que se efectúe el intercambio neto de CO<sub>2</sub> entre la atmósfera y el océano, deben interactuar dos mecanismos principales: la “bomba biológica” y la “bomba física”. La combinación de estos dos mecanismos, permite que haya un correcto intercambio de gases necesarios para la vida en el océano, si uno de los dos llega a tener una alteración, el proceso no tendría los mismos beneficios y podría llegar a ser perjudicial para la vida marina, por el aumento de temperatura (Cardenas, 2013, p.20).

Estos mecanismos son necesarios para el ciclo de los componentes del agua, debido a que el primero la “bomba biológica” consiste en la captación de CO<sub>2</sub> desde la superficie del océano gracias a la actividad fotosintética del fitoplancton que realiza el intercambio de carbono inorgánico a carbono orgánico particulado, el cual se sedimenta y permite el paso del segundo proceso la “bomba física” que se encarga de acoplar equilibradamente la solubilidad del CO<sub>2</sub> en el mar y la circulación termohalina (Medranda, 2013, p.66).

De acuerdo con Sierra (2013) “El efecto combinado de estos dos mecanismos provoca un transporte hacia zonas profundas de masas de agua enriquecidas en CO<sub>2</sub> y, por tanto, con una alta concentración de carbono inorgánico disuelto. Cuando estas aguas enriquecidas en CO<sub>2</sub> afloran en latitudes ecuatoriales, el aumento de la temperatura provoca una disminución de la solubilidad, que hace que estas zonas se comporten como fuentes de CO<sub>2</sub> a la atmósfera”. (p.40)

## **2.3. El pH ácido debido a la falta de oxígeno disuelto (OD)**

Otro factor que acarrea el fenómeno de pH ácido, es la desoxigenación del océano por falta de minerales y nutrientes, el cual imposibilita la interacción de las especies marinas, beneficiando a los animales más grandes, mientras que los pequeños y débiles van desapareciendo. Es ahí, donde se puede observar como el cambio climático percute de manera directa en la alteración del oxígeno

disuelto beneficioso para la vida de especies y vegetación marina, causando la pérdida biodiversidad marina (Fuentes, 2014, p.20).

Aparte del calentamiento global, la acidificación de los océanos se puede presentar de muchas formas, algunas veces, de forma natural; sin embargo, aun así pueden ser dañinas para el ambiente marino, por lo que hay que tomar medidas ambientales. Una de las causas más frecuentes, es la escorrentía de nutrientes procedente de ríos y arroyos aledaños al océano, los cuales incrementan la desoxigenación del mar (Cortés, 2015, p.54).

Laboratorio Marino de Plymouth (2013), indica que, si existe poco oxígeno disuelto en el océano, se podría llegar a la desaparición de organismos que no resistan la tensión presente en el mismo, ocasionando que otros organismos resistentes y tolerantes a bajos niveles de concentración de oxígeno, más comúnmente los microorganismos, puedan proliferarse exaltadamente, al no haber sus depredadores naturales, ocurriendo un desequilibrio en los ecosistemas marinos. (p.55)

#### **2.4. El incremento de CO<sub>2</sub> en los océanos y sus consecuencias**

Ahora bien, a pesar de que en la mayoría de los casos el intercambio de CO<sub>2</sub> en el ciclo de los componentes oceánicos es beneficioso, el exceso de este gas limita la vida marina de forma casi permanente, puesto que solo los organismos con un alto fitness podrán sobrevivir. No obstante, su reproducción será anormal por la ingesta de sustancias tóxicas debido a la contaminación del océano (Sánchez, 2016, p.30).

Además, en la actualidad se han tomado muestras de agua, en donde, se puede visualizar que la acidificación del agua es un proceso causado por el aumento de emisiones humanas tóxicas de dióxido de carbono, el cual al momento de entrar en contacto con el agua, se acidifica produciéndose ácido carbónico, aumentando el pH del agua (Costa, 2015, p.49).

El aumento de emisiones de este gas (CO<sub>2</sub>) se debe primordialmente a la quema de combustibles fósiles para la obtención de energía eléctrica, ocasionando un incremento del 30% de la acidez del mar, en comparación con la época pre-industrial, donde los niveles de pH en el océanos eran mínimos y fácilmente manejables (OCEANA, 2013, p.44).

De acuerdo con IGBP, COI, SCOR (2013), si los índices de acidificación de los océanos siguen aumentando a causa de la producción desmesurada de CO<sub>2</sub>, podría dar lugar a consecuencias de largo alcance en sus características biogeoquímicas, como la creación de zonas muertas y desnitrificadas. Este problema, aunque no ha sido objeto de estudio, puede ser un gran indicador de la mala salud del ecosistema marino por causa de la mano del hombre.

Para mantener un control de la producción exagerada de CO<sub>2</sub>, se debe crear un plan de manejo ambiental que permita la revisión continua de los componentes del agua a través de monitoreos constantes para la preservación de especies marinas y la vegetación que allí se encuentran, disminuyendo la producción de gases de efecto invernadero (Cuestas, 2013, p.40).

### 3. METODOLOGÍA

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo, puesto que a través de investigaciones bibliográficas se recopilarán datos estadísticos cuantificables, para la respectiva comparación y comprobación de la hipótesis propuesta. El diseño de investigación es no experimental. El método empleado es el método estadístico, porque se interpretarán datos estadísticos acerca de la acidificación del océano, observando cuál es el factor que afecta la biodiversidad de las especies marinas.

El instrumento de evaluación utilizado fue la encuesta y se aplicó un cuestionario digital, cuya muestra fue de 23 ingenieros ambientales de la ciudad de Guayaquil, escogidos por conveniencia y de manera aleatoria, ya que todos presentan características comunes en tipos de estudios ambientales, esto es, con la finalidad de percibir de manera real, los principales causantes de la acidificación del océano, ocasionando la migración de aves o la pérdida de la biodiversidad, característica de la zona.

La recopilación de información se realizó mediante investigación bibliográfica acerca científicos que presentan resultados sobre la acidez de los océanos, determinando cuál es el principal contaminante para que se efectúe el fenómeno de pH alto en los océanos.

### 4. RESULTADOS

**Gráfico N°1 Aumento de CO2 perjudicial para la biodiversidad marina**

¿El aumento de CO2 en el océano es perjudicial para la biodiversidad marina?

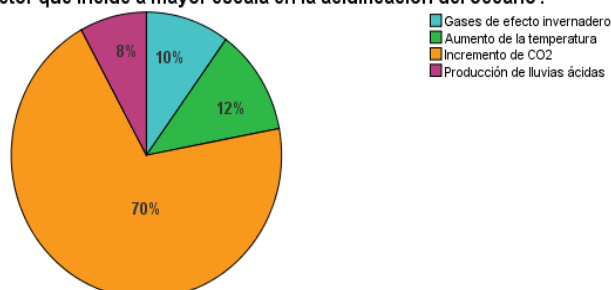


**Fuente:** Datos obtenidos de los ingenieros ambientales encuestados de la ciudad de Guayaquil.  
**Elaboración:** Las autoras

**Análisis:** La menor frecuencia 12% de encuestados respondió que el aumento de CO2 en el océano no es perjudicial para la biodiversidad marina. La mayor frecuencia 88% de encuestados respondió que el aumento de CO2 en el océano sí es perjudicial para la biodiversidad marina.

**Gráfico N°2 Factor que incide en la acidificación del océano**

¿Qué factor que incide a mayor escala en la acidificación del océano?

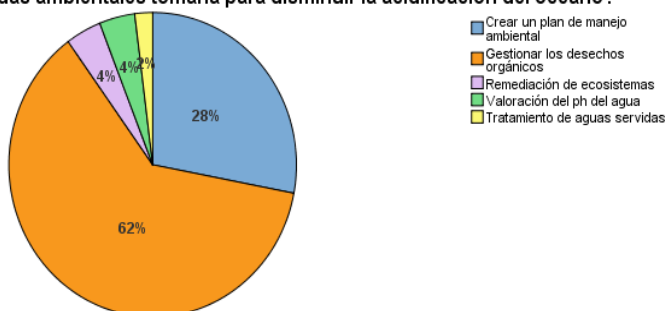


**Fuente:** Datos obtenidos de los ingenieros ambientales encuestados de la ciudad de Guayaquil.  
**Elaboración:** las autoras

**Análisis:** La menor frecuencia 8% de encuestados respondió que el factor que incide a mayor escala en la acidificación del océano es la producción de lluvias ácidas. La mayor frecuencia 70% de encuestados respondió que es el incremento de CO2. Se puede observar que el 22% de encuestados respondió que el factor que incide a mayor escala en la acidificación del océano es el incremento de CO2 y el aumento de la temperatura.

**Gráfico N°3 Medidas Ambientales para la disminución de la acidificación del océano**

¿Qué medidas ambientales tomaría para disminuir la acidificación del océano?



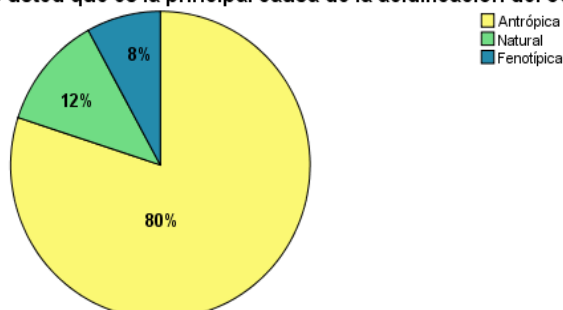
**Fuente:** Datos obtenidos de los ingenieros ambientales encuestados de la ciudad de Guayaquil.  
**Elaboración:** Las autoras

**Análisis:** La menor frecuencia 2% de encuestados respondió que la medida ambiental para disminuir la acidificación del océano es el tratamiento de aguas servidas, mientras que un 62%, manifestó que la medida ambiental para disminuir la acidificación del océano es gestionar los desechos orgánicos. Por otro lado, el 90% de encuestados respondió que la medida ambiental es gestionar y crear un plan de manejo ambiental.



**Gráfico N°4 Principal causa de la acidificación del océano**

**¿Cuál cree usted que es la principal causa de la acidificación del océano?**

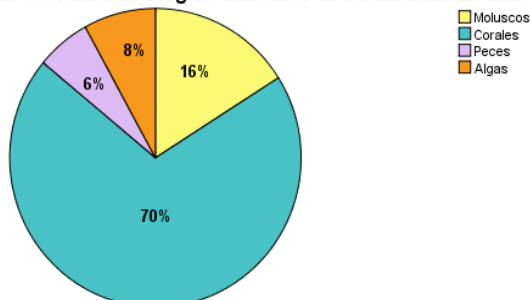


**Fuente:** Datos obtenidos de los ingenieros ambientales encuestados de la ciudad de Guayaquil.  
**Elaboración:** Las autoras

**Análisis:** La menor frecuencia 8% de encuestados respondió que la principal causa de acidificación del océano es fenotípica. La mayor frecuencia 80% de encuestados respondió que la principal causa de acidificación del océano es antrópica, mientras que el 92% de encuestados respondió que la principal causa de acidificación del océano es antrópica y natural.

**Gráfico N°5 Especies marinas como bio-indicadores de contaminación ambiental**

**¿Qué especie marina es un gran indicador de contaminación ambiental?**



**Fuente:** Datos obtenidos de los ingenieros ambientales encuestados de la ciudad de Guayaquil.  
**Elaboración:** La autora

**Análisis:** La menor frecuencia 6% de encuestados respondió que la especie marina de los peces son un gran indicador de contaminación ambiental, mientras que la mayor frecuencia 70% de encuestados respondió que la especie marina de los corales son un gran indicador de contaminación ambiental.

## **5. ANÁLISIS O DISCUSIÓN**

La acidificación de los océanos es ocasionado por un conjunto de factores que afectan la composición normal del agua, provocando su alteración. Así se puede observar que existe una similitud en los datos obtenidos a través de las personas encuestadas y las teorías sobre el perjuicio del aumento de CO<sub>2</sub> para la biodiversidad marina; obteniendo que el 70% de los encuestados afirmaron que la acidificación de los océanos incide en la biodiversidad de especies marinas.

El intercambio de CO<sub>2</sub> en los componentes del agua es de gran beneficio para la vida marina, sin embargo, el aumento excesivo del mismo puede ocasionar que los organismos con un bajo fitness desaparezcan, al encontrarse indefensos ante sus depredadores, causando un desfase en sus componentes y en las estructuras de los animales.

Los océanos componen gran parte de la Tierra, permitiendo la vida de muchos organismos gracias a la producción de oxígeno necesario para el desarrollo de las especies marinas, no obstante, la actividad antrópica ha ejercido tensión en el recurso hídrico, causando un grave impacto al aumentar la acidificación del océano. Además, la actividad antrópica es la principal causa de la acidificación de los océanos, ocasionando la pérdida de especies marinas y la generación de desechos sólidos.

No obstante, si los índices de contaminación siguen aumentando, podrían dar lugar a la muerte de las zonas de vida para varias especies, dañando ecosistemas y causando la pérdida de la biodiversidad animal del planeta, además, la utilización del grupo de los corales como bio-indicador, es de gran ayuda para observar los índices de acidez en el océano.

El aumento de pH en los océanos se debe a una infinidad de problemas medio ambientales ocasionados por la mano del hombre, lo que significa que para poder erradicar o bien disminuir la contaminación antrópica hacia los océanos, se debe tomar concientización del daño que se le está ocasionando a la naturaleza a través de medidas ambientales que permitan la restauración de los ecosistemas, recuperando parte de ellos.

Es necesario tomar medidas ambientales necesarias para disminuir la producción de factores perjudiciales para el océano, puesto que si dicha contaminación prevalece en el tiempo, habrá un momento en el que la salud del océano decaiga gravemente y afecte a las especies marinas que allí se encuentran, lo que significa que la acidificación de los océanos se disminuirá con la gestión adecuada de los desechos orgánicos.

## **6. CONCLUSIÓN, LIMITACIÓN Y TRABAJOS FUTUROS**

A través de la investigación realizada, se pudo concluir, que el estudio y la aplicación de medidas ambientales favorecen la preservación de la biodiversidad marina. Mediante análisis estadístico, se pudo identificar cuáles son los principales factores que afectan el equilibrio marino, siendo éstos el incremento de CO<sub>2</sub> y el aumento de la temperatura, los cuales provocan la acidificación del océano.

Se puede determinar que la especie marina más perjudicada por dichos cambios en el mar son los corales, presentando decoloraciones en sus estructuras; siendo el principal causante de la contaminación el ser humano.

Las limitantes encontradas en la elaboración de la investigación, fueron la falta de presupuesto y la facilidad en la toma de muestras, lo cual hubiera permitido un estudio detallado de los componentes del agua en el laboratorio, para observar con mayor detenimiento los factores ambientales que ocasionan que el océano se acidifique.

Como parte adicional, el estudio bibliográfico realizado para la elaboración de la investigación, incremento el interés de buscar y proponer alternativas para erradicar la acidificación del océano. Es por esto que se deben aplicar medidas ambientales preventivas que permitan el sustento y restauración de los espacios marinos por parte de los seres humanos, manteniendo una convivencia respetuosa entre “naturaleza-hombre”

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Alava, M. (2015). El pH del océano. En M. Alava, El océano y su composición física (pág. 75). Caracas: Akal.
- Benavides, M. (2015). Ventajas y desventajas del exceso de CO<sub>2</sub>. En M. Benavides, Exceso de Dióxido de carbono en la atmósfera y las plantas: Amigo o enemigo? (pág. 30). Colombia: Almadía.
- Cárdenas, M. (2013). Maneras en que el océano capta CO<sub>2</sub>. En M. Cárdenas, Mecanismos necesarios para la captación de CO<sub>2</sub> (pág. 20). Guatemala: Almadía.
- Carrión, F. (2013). Principales contaminantes del océano. En F. Carrión, Efectos de la contaminación oceánica (pág. 25). Paraguay: Aguilar.
- Cortés, A. (2015). Temperatura, pH del océano. En Factores ambientales que ayudan a la acidificación de los océanos (pág. 54). Guayaquil: Critica.
- Costa, E. (2015). En Acidificación de los océanos por medio de la producción de CO<sub>2</sub> (pág. 49). Guatemala: Aguilar.
- Cuestas, e. (2013). En intercambio de carbono en el océano (pág. 40). Guatemala: Akal.

- Farías, K. (2015). Especies marinas más importantes. En F. Karla, Contaminación Oceánica, pérdida de biodiversidad en la actualidad (pág. 35). Montecristi: Aguilar.
- Fuentes, C. (2014). Función del océano en los ecosistemas. En El océano y su funcionamiento ante el cambio climático (pág. 20). Guatemala: Aguilar.
- IGBP, COI, SCOR. (2013). La acidificación del océano: El océano en un mundo con altos niveles de CO. Estocolmo (Suecia).
- Laboratorio Marino de Plymouth. (2013). Estrés en el océano. En Caliente, ácido y sin aire: el océano bajo estrés (pág. 55). Gran Bretaña: Akal.
- Medranda, M. (2013). ¿Cómo maneja el CO<sub>2</sub> el océano? En Mecanismos del intercambio de CO<sub>2</sub> en el océano (pág. 66). México: Crítica.
- Medrano, C. (2014). Beneficios del océano. En C. Medrano, El Océano, fuente vital para la vida en la Tierra (pág. 60). Lima: Crítica.
- OCEANA. (2 de Abril de 2013). Acidificación de los océanos. pág. 44.
- Rojas, P. (2015). ¿Porque se acidifican los océanos? En P. Rojas, Sobre el calentamiento y la acidificación del océano mundial Colombiano (pág. 20). Colombia: Alianza.
- Salazar, E. (2014). Causas de la Pérdidas de especies marinas. En E. Salazar, Preservación de especies marítimas (pág. 22). Quito: Alba.
- Sánchez. (2016). En El CO<sub>2</sub> y sus limitaciones para el funcionamiento normal del océano (pág. 30). Guayaquil: Crítica.
- Sánchez, A. (2014). Calentamiento Oceánico y sus consecuencias. Perú.
- Sierra, A. ((2013)). Flujos costeros y su contaminación. En flujos de CO<sub>2</sub> agua-atmósfera en sistemas costeros (pág. 40). Puerto Real: Crítica.
- UNESCO. (2014). Diversidad marina y componentes del océano. En UNESCO, El océano en un mundo con altos niveles de CO<sub>2</sub> (pág. 36). Guatemala: Alianza.