

A vibrant crab with blue, orange, and red markings is positioned on a dark, mossy rock. The background is a blurred view of a beach with light-colored sand and small pebbles. The title 'COMPENDIO' is written in large, white, bold, sans-serif capital letters, centered over the image. The word is split across three lines: 'COM' on the first, 'PEN' on the second, and 'DIO' on the third. Two thin white horizontal lines are placed above and below the word.

COM PEN DIO

Compendio de
Contenidos
Esenciales sobre
**BIODIVERSIDAD
MARINA Y
TERRESTRE**
para la
Contextualización
Curricular con
enfoque de
Sostenibilidad para
Galápagos

CONTENIDOS



Franklin Vega
Diego Añazco
Mishell Dillon

REVISIÓN DE TEXTOS

Eliecer Cruz
Mónica Calvopiña
Martín Narváez
Sofía M. Green

VALIDACIÓN TÉCNICA-CIENTÍFICA

Worldwide Wildlife Fund Ecuador
Fundación Charles Darwin
Galápagos Conservation Trust
Galápagos Conservancy
Dirección del Parque Nacional Galápagos
Universidad San Francisco de Quito -
Galápagos Science Center
Galápagos Whale Shark Project

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Carolina Lara

COORDINACIÓN GENERAL

Ana María Loose Barboza
EPI-Ecuador

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

Para citar este documento:

EPI-Ecuador (2022).

“Compendio de Contenidos Esenciales sobre Biodiversidad Marina y Terrestre para la Contextualización Curricular con enfoque de Sostenibilidad para Galápagos”.

Puerto Ayora, Galápagos

Contenido

Presentación	1
CONTENIDOS	3
¿Qué es la vida?	4
Tipos de organismos	5
La célula	8
Material genético (ARN y ADN)	9
Funciones de la célula	10
La nutrición celular	10
Transporte molecular	10
Reproducción celular	11
Reproducción asexual	12
Reproducción sexual	12
Procesos biológicos de los seres vivos	13
¿Qué es la ecodiversidad y biodiversidad?	14
Diversidad genética	14
Diversidad de especies	14
Diversidad de ecosistemas	15
Distribución de la biodiversidad	16
Biodiversidad mundial	16
Biodiversidad Ecuador	17
Biodiversidad de Galápagos	19
Ecosistemas de Galápagos	20
Biodiversidad terrestre	22
Biodiversidad marina	22
Amenazas a la biodiversidad	27
Amenazas en Galápagos	27
Comercio y tráfico de vida silvestre	29
Especies introducidas	30
Importancia de la biodiversidad	31
Servicios de regulación	31
Servicios de provisión	32
Servicios culturales	33
Importancia de la biodiversidad de Galápagos a nivel local, regional y mundial	33
Conservación de la biodiversidad	35
Medidas de conservación	35
Conservación en Galápagos	36
Relación naturaleza - ser humano	37
Reserva Marina Hermandad	39
Hermandad y los tiburones	40
Hermandad y los montes submarinos	41
La cronología de la Reserva Marina Hermandad	42
Salud de los ecosistemas (ONE HEALTH)	44
Enlaces bibliográficos y otros recursos	45



Presentación

La “Contextualización Curricular con enfoque de Sostenibilidad para Galápagos” fue expedida el 30 de marzo de 2021 mediante Acuerdo Ministerial MINEDUC-MINEDUC-2021-00016-A, para todo el sistema educativo nacional de las islas Galápagos, y es de aplicación obligatoria en todas las instituciones educativas públicas, fiscomisionales y particulares de la provincia a partir del año lectivo 2021- 2022.

El currículo de Galápagos alinea las destrezas de aprendizaje del currículo nacional a catorce temas y problemáticas de sostenibilidad para Galápagos, organizados en categorías transversales, sobre las nociones generales de: economía, ambiente y sociedad, junto a una articulación de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.

El tema Biodiversidad Marina y Terrestre consta en el currículo como un subtema dentro del Eje “Interdependencia y Co-existencia armónica en la Naturaleza” y del tema esencial No. 5: “Cosmos, Biodiversidad y Territorio”. (Figura 1)

Ecology Project International suma esfuerzos al Ministerio de Educación y el Programa de Formación Docente implementado por Galapagos Conservancy y Fundación Scalesia, para apoyar a los 400+ docentes de toda la provincia, en el desarrollo de recursos educativos sobre los temas de sostenibilidad para la implementación del Currículo Contextualizado.

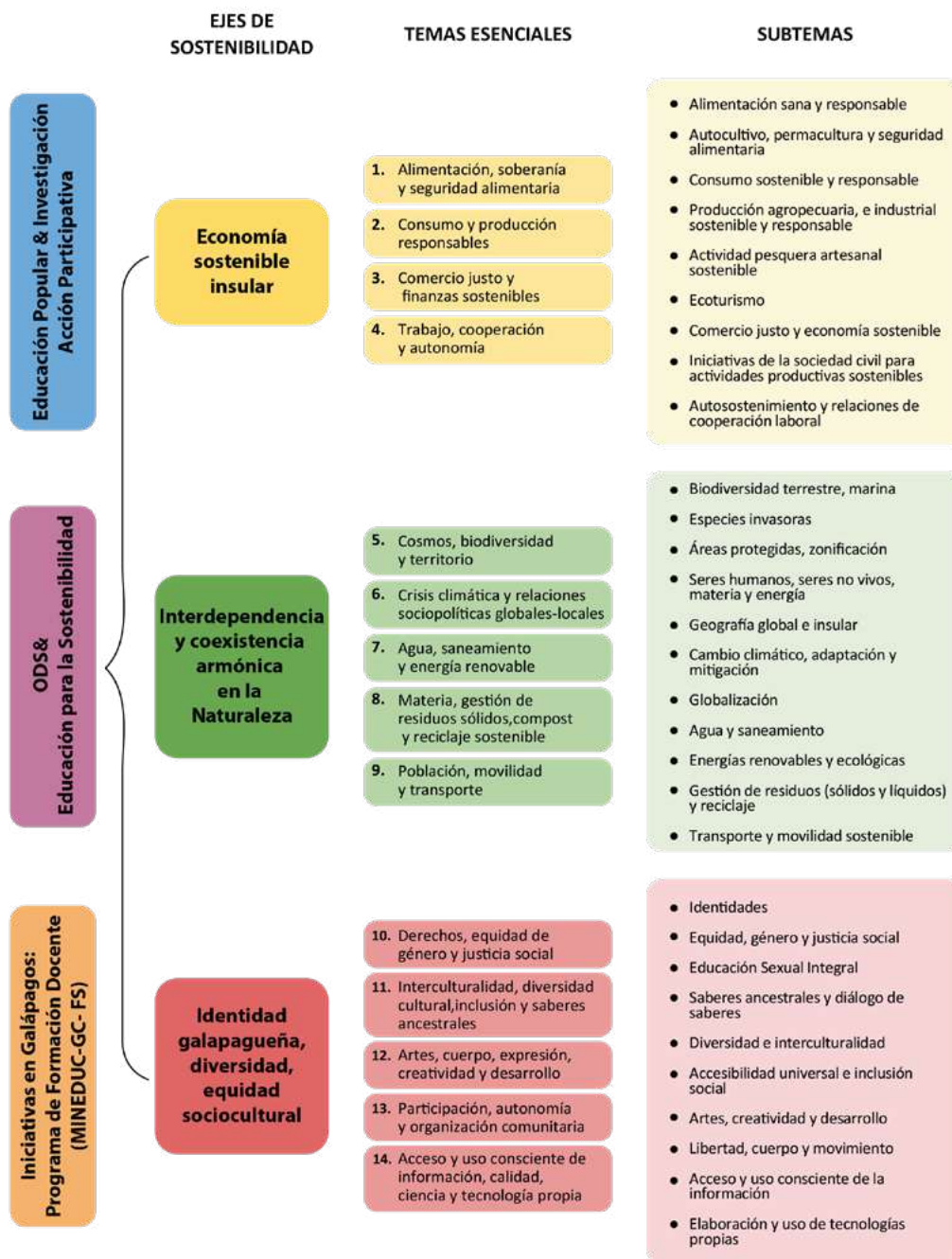
El “Compendio de Contenidos Esenciales sobre Biodiversidad Marina y Terrestre”, es parte de un conjunto de recursos educativos sobre este sub-tema del Currículo de gran importancia para la sostenibilidad de Galápagos y ha sido desarrollado como un recurso de consulta para docentes que deseen diseñar actividades pedagógicas con sus estudiantes para cualquier subnivel de educación formal y también puede ser usado como un documento de consulta para el ámbito de la educación no formal.

Se realizó un trabajo colaborativo con instituciones y organizaciones de Galápagos vinculadas a la conservación de la biodiversidad. Se llevó a cabo una validación estratégica de las temáticas esenciales con 7 instituciones en el territorio a través de una encuesta y reuniones de trabajo.

Este compendio lo integran los siguientes elementos:

- Un resumen de contenidos esenciales sobre Biodiversidad Marina y Terrestre y su relevancia en Galápagos.
- Enlaces bibliográficos y otros Recursos.

Figura 1 :Ejes, Temas Esenciales y Subtemas de Sostenibilidad



Nota: Información co-construida de forma participativa, con actores locales de Galápagos.



Hitoshi Namura

CONTENIDOS

¿Qué es la vida?

Hay tantas formas de definir la vida como seres humanos en el planeta. A partir de la ciencia, existen tres formas de definir la vida:

Desde la **filosofía**, se considera que la vida es un conjunto de experiencias, lo que ocurre a los seres vivos; otros la definen como un conjunto de experiencias que se acumulan.

A partir de la **física**, la vida puede definirse como el tiempo que permanecen las cosas tal como el ciclo de vida de las estrellas.

Mientras que, desde la **biología**, se entiende la vida como la capacidad de cumplir un ciclo vital y todos sus procesos: nacer, respirar, desarrollarse, procrear y morir. Estos procesos vitales (nutrición, crecimiento y reproducción) se realizan mediante un intercambio de materia y energía. Este conjunto de transformaciones que ejecutan los seres vivos se conoce como metabolismo y su objetivo es mantener su medio interno relativamente estable a pesar de las variaciones que pueden existir en el medio externo.

Según el tipo de organismo, el metabolismo cambia. Por ejemplo, los organismos ectotermos (como los reptiles) dependen de la temperatura externa para sus procesos metabólicos; mientras que los organismos endotérmicos (como los mamíferos) pueden regular su temperatura internamente. Un ejemplo de organismos ectotermos son las iguanas marinas, únicas en el mundo, que antes de iniciar su día se calientan en el sol para “activarse”.

El sol brinda la energía a las iguanas para incrementar su metabolismo y empezar a alimentarse. Al comer, ya no intercambian energía si no que toman materia (algas) y las convierten en energía. Así, los elementos químicos son transferidos entre los seres vivos (las iguanas y algas que comen) y el propio medio físico, en este caso el ecosistema marino.

Este intercambio de materia y energía con el ambiente les permite a todos los seres vivos obtener agua, sales minerales, y otros elementos básicos para la vida.



Tipos de organismos

El primero que distribuyó a los seres vivos en cinco grandes reinos fue el ecólogo norteamericano Robert Whittaker. Este investigador comprobó en 1959 que los hongos no eran organismos vegetales —hasta entonces se creía que sí— y una década después propuso la creación del reino Fungi para diferenciarlos de las plantas. La teoría de Whittaker tuvo gran aceptación y la comunidad científica sumó así un nuevo grupo al sistema anterior de cuatro reinos, establecido por el biólogo estadounidense Herbert Copeland.

Para hablar de organismos, primero hay que definir que las células se dividen en dos grupos: eucariotas y procariotas. Las células de los animales, las plantas y los hongos son eucariotas, que es una palabra griega que significa núcleo verdadero. Las células de las bacterias, las archaea y las algas azul verdosas son procariotas que es una palabra griega que significa núcleo primitivo.

Los organismos procariotas pertenecen a los dominios Archaea y Bacteria, no tienen un núcleo definido y ni organelos rodeados por membrana, su ADN está en la molécula circular. Los procariotas se encuentran en todos los lugares de la Tierra, incluso en lugares en condiciones extremas donde otras formas de vida no se han detectado como fosas submarinas o cerca de volcanes submarinos.

Mientras avanza en el conocimiento y comprensión de los seres vivos, la clasificación de los organismos también cambia. En la actualidad se habla de seis reinos y tres dominios:

Dominios	Reinos
Bacterias	Eubacterias
Arquea	Arqueobacterias
Eucariontes	Protistas
	Hongos
	Plantas
	Animales

FUENTE: Woese et al. 1997

En la siguiente tabla se pueden comparar sus características principales:

LOS TRES DOMINIOS DE LA VIDA			
Características	Dominio		
	Bacteria	Prokaryotic Archaea	Eukarya
Núcleo encerrado en una membrana	Ausente	Ausente	Presente
Organelos encerradas en membrana	Algunos	Ausente	Pocos
Peptidoglicano en la pared celular	Presente	Ausente	Ausente
Lípidos de membrana	Enlazado No ramificado	Vinculado a éter Ramificado	Enlazado No ramificado
Ribosomas°	70S	70S	80S
ARNt iniciador	Formilmetionina	Metionina	Metionina
Operones	Si	Si	Raro

LOS TRES DOMINIOS DE LA VIDA

Características	Dominio		
	Bacteria	Prokaryotic Archaea	Eukarya
Plásmidos	Si	Si	Raro
Número de ARN polimerasas	Uno	Uno	Tres
Ribosomas sensibles a cloranfenicol y estreptomicina	Si	No	No
Ribosomas sensibles a toxina de dioteria	No	Si	Si

Los ribosomas a 70S son más pequeños que los ribosomas 80S.
La estructura de la ARN polimerasa de arqueas procarióticas es similar a la de las polimerasas eucarióticas.

FUENTE: LIFE: THE SCIENCE OF BIOLOGY 11e, Tabla 25.1

Una de las primeras cosas que debemos considerar es que todos los seres vivos estamos relacionados, desde las bacterias hasta las ballenas. La taxonomía es la ciencia que se encarga de clasificar los seres vivos utilizando la secuencia de ácido desoxirribonucleico (ADN) que brinda información confiable sobre el parentesco entre distintas especies. Un ejemplo es el trabajo que realizan algunos investigadores en Galápagos para determinar cómo están relacionadas las diferentes especies de tortugas gigantes presentes en nuestro archipiélago.

Los científicos agrupan o denominan unidades de clasificación a las especies en géneros, los géneros en familias, las familias en órdenes, los órdenes en clases, y las clases en divisiones para las plantas y en Phyla o Phylum para los animales. Un ejemplo de la clasificación de dos especies cercanas:

Taxón	Perro	Gato
Nombre científico	<i>Canis familiaris</i>	<i>Felis silvestris</i>
Especie	<i>familiaris</i>	<i>silvestris</i>
Género	<i>Canis</i>	<i>Felis</i>
Familia	Canidae	Felidae
Orden	Carnívora	Carnívora
Clase	Mammalia	Mammalia
Phylum	Chordata	Chordata
Reino	Animal	Animal

Protistas

Son eucariotas, es decir sus células tienen un núcleo y otros organelos unidos a la membrana celular; la mayoría de los protistas son unicelulares. Se considera que los protistas son todos los organismos eucariotas que no son animales, plantas ni hongos.

Protozoarios

Son organismos unicelulares y microscópicos (algunos alcanzan varios milímetros) que se los encuentra en todo el mundo. Su forma es variada y su material genético está envuelto en una membrana (*eucariotas*) y dentro de muchos organelos como las mitocondrias o cloroplastos, que les permiten realizar procesos fisiológicos como la respiración o producción de energía. Se los clasifica por su apariencia exterior y forma de moverse en tres grandes grupos: ciliados,

flagelados y amebas. Los protozoarios son uno de tres ejemplos de protistas (tipo animal: protozoarios, tipo planta: algas y tipo hongo: mohos de limo y de agua).

Bacterias

Son organismos unicelulares que están formados por una sola célula carente de núcleo (por esto se les llama *procariontas*). Su ADN se encuentra libre en el citoplasma y no tienen organelos. Las bacterias tienen una pared celular que envuelve la célula dándole cierta rigidez y protección. No se las puede ver a simple vista; es necesario utilizar un microscopio para observarlas.

Hongos

Son organismos que tienen células con núcleo (eucariotes) y que requieren de otros seres vivos para obtener su alimento (a este tipo de organismos se les llama *heterótrofos*). Sus células tienen una pared gruesa (de un compuesto llamado quitina), el cual les da rigidez y resistencia. La quitina también es el principal constituyente del exoesqueleto de los insectos. La mayoría de los hongos son pluricelulares (múltiples células) y sus cuerpos están constituidos por filamentos en forma de tubos microscópicos, llamados hifas, que se ramifican y entrecruzan. Un conjunto de hifas se conoce como micelio. Lo que observamos sobre la superficie con diversas formas y que también llamamos tradicionalmente hongos son los órganos reproductivos de uno de los grupos de hongos.

Plantas

Son organismos *autótrofos*; esto quiere decir que sintetizan su propio alimento utilizando la energía del sol, agua y nutrientes del suelo. Este proceso se lo conoce como fotosíntesis, donde se transforman la energía solar en energía química que se almacenan en los azúcares llamados también carbohidratos. Las células de las plantas tienen paredes de celulosa, que es el compuesto fundamental de las células vegetales y sirve de estructura. Las plantas también tienen cloroplastos, que son los organelos celulares que contienen la clorofila (el pigmento verde que permite desarrollar la fotosíntesis). Esta producción de energía química por parte de las plantas sostiene a la gran mayoría de los organismos en el planeta y se transfiere de las plantas a los animales al ser ingeridas, produciéndose de esta manera el intercambio de materia y energía.

Animales

Son organismos heterótrofos, es decir, requieren alimentarse de otros organismos para poder producir energía. Son organismos multicelulares y eucariotes (sus células tienen núcleo). La forma de los animales varía de acuerdo con cómo se han adaptado a su entorno. Algunos animales forman colonias que se asemejan a plantas como las esponjas. Los animales se clasifican en dos grupos principales: invertebrados y vertebrados.

Los invertebrados son animales pequeños y carecen de esqueleto interno óseo o cartilaginoso. No obstante, hay invertebrados que protegen su cuerpo por medio de conchas, caparazones o cubiertas de alguna sustancia dura. Entre los invertebrados tenemos lombrices, esponjas, crustáceos, insectos, entre otros.

Los animales vertebrados son los que tienen un esqueleto interno articulado formado por huesos. Esta estructura interna forma un eje que conocemos como columna vertebral, que protege la médula espinal, que es una parte del sistema nervioso encargada de la conexión del cerebro con el resto de nervios en el cuerpo. En la parte anterior de la columna se encuentra el cráneo, que es el escudo de huesos que protegen el cerebro.

Virus



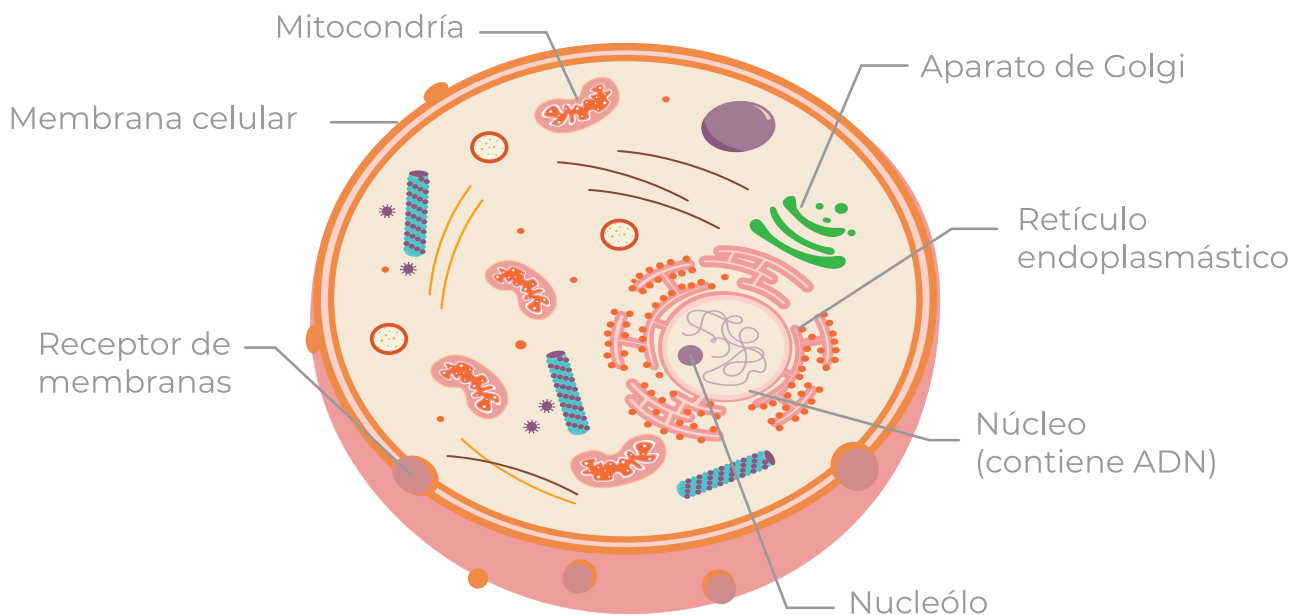
Se consideran “partículas o agentes infecciosos” compuestos de ADN o ARN (el ADN está formado por dos cadenas largas que se enrollan entre sí en una espiral, en cambio el ARN está compuesto por una única cadena con estructura lineal y de menor longitud) dentro de una cubierta de proteína llamada cápside. Son más pequeños que las bacterias, su tamaño está entre 20 y 300 nanómetros (un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro). No se consideran organismos vivos ya que solo se pueden replicar dentro de las células vivas.

Se conoce más de 6,000 tipos de virus, sin embargo, los científicos creen que son millones los tipos de virus. Hay virus de bacterias, hongos, plantas y animales. Los virus más conocidos son los que utilizan a los seres humanos como huéspedes y se han descrito más de 200: de la fiebre amarilla, del resfriado común, varicela, viruela, sarampión, rabia, papiloma humano, herpes, hepatitis, hantavirus, ébola, VIH, SRAS y coronavirus (2019).

La Célula

Se la considera la unidad de la vida, es lo más pequeño que puede vivir por sí mismo. Las células forman parte de todos los seres u organismos vivos. Sus partes principales son: son la membrana celular, el núcleo y el citoplasma. La membrana envuelve a la célula y mantiene todas sus estructuras dentro y permite el intercambio de sustancias que entran y salen. El núcleo contiene el nucleólo y la mayor parte del ADN y ARN. El citoplasma es el líquido en el interior de la célula que contiene otros organismos como como el aparato de Golgi o las mitocondrias, en el citoplasma ocurren la mayoría de las reacciones químicas, y también es donde se elaboran la mayoría de las proteínas.

Partes de una célula



Fuente: Adaptado de Terese Winslow 2014

La célula está rodeada por una membrana, con receptores en la superficie; además, tiene varias estructuras pequeñas en su interior, como el núcleo, las mitocondrias, el retículo endoplasmático y el aparato de Golgi. Estas desempeñan funciones específicas en la célula.

Material genético (ARN y/o ADN)

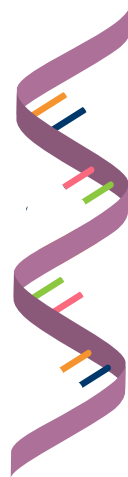
El ADN son las moléculas al interior de las células que contienen información genética y la transmiten de una generación a otra. También se llama ácido desoxirribonucleico y DNA.

El ARN es el otro tipo de ácido o molécula que se produce al interior de las células. El ARN contiene información copiada del ADN, las células elaboran diferentes formas de ARN y cada una cumple una función específica en la célula.

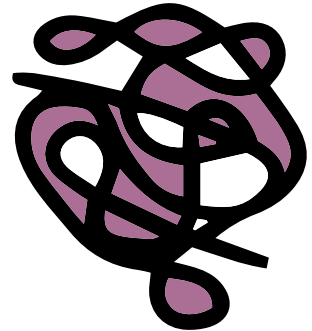
En el siguiente diagrama se muestra un esquema que ilustra el ADN, el ARN. El ADN está formado por dos cadenas largas que se enrollan entre sí en una espiral, mientras que el ARN está compuesto por una única cadena con estructura lineal y de menor longitud. El “alfabeto” del ADN y ARN no son exactamente iguales, mientras el ADN está formado por A (adenina), T (timina), G (guanina) y C (citosina), el del ARN sustituye la T por U (uracil) que son los nombres de las proteínas que lo conforman.



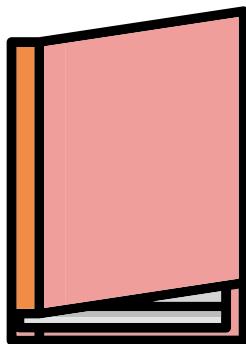
ADN



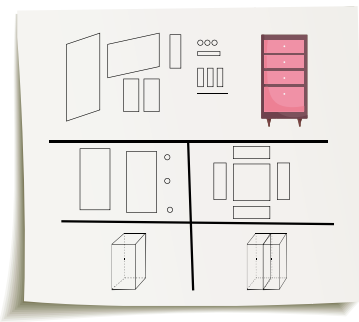
ARN



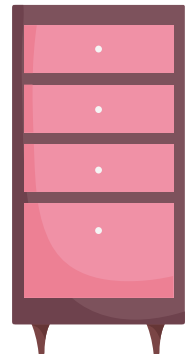
PROTEÍNA



MANUAL



FOTOCOPIA



MUEBLE

Funciones de la célula

Cada célula vive por sí misma y realiza tres funciones principales: nutrición, transporte molecular y reproducción.

La nutrición celular

Es el conjunto de procesos por los cuales las células obtienen la materia y la energía necesarias para realizar sus funciones vitales. Los humanos tenemos una nutrición heterótrofa, lo que significa que la célula se nutre de materia orgánica ya formada. En este tipo de nutrición las células producen su propia energía y crean sustancias como las proteínas que permiten crecer o restaurar tejidos dañados.

Las plantas tienen una nutrición autótrofa, en la que utilizan material inorgánico como sales minerales. Esta forma de nutrición celular se llama fotosíntesis, la cual se realiza en dos fases: en la primera se produce una reacción lumínica por la que se absorbe la luz por la clorofila que es un pigmento de la célula; y, en la segunda, se produce una reacción en la oscuridad, que consiste en la transformación del dióxido de carbono a carbono orgánico.

Transporte molecular

Todas las células tienen una membrana que controla la entrada y salida de moléculas necesarias para el funcionamiento de los organismos vivos. En este sentido se llama transporte celular al intercambio de sustancias entre el interior de la célula y el medio exterior en el que se encuentra. Este canje se realiza a través de la membrana plasmática, que es una barrera semipermeable que delimita la célula. Se considera que el transporte celular es vital para el ingreso de nutrientes y sustancias disueltas en el medio, y la expulsión de residuos o de sustancias metabolizadas en el interior de la célula, como las hormonas o enzimas.



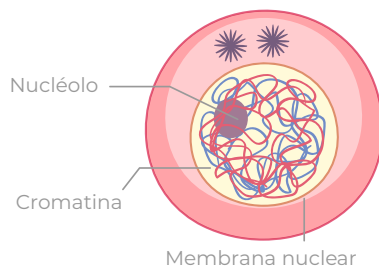
Reproducción celular

Se considera a la reproducción celular como el proceso mediante el cual de una célula inicial o madre se originan nuevas células denominadas células hijas. Durante los procesos de reproducción celular, las moléculas de ADN se condensan y forman los cromosomas. **Las células contienen el material genético y pueden hacer copias de sí mismas.**

En el siguiente gráfico que muestra el proceso de reproducción celular:

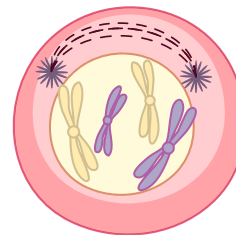
Interfase

El nucleólo y la membrana celular se distinguen y los cromosomas están en forma de cromatina.



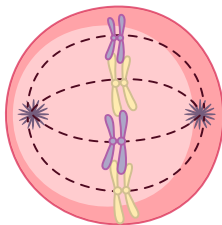
Profase

Los cromosomas se condensan y la membrana nuclear ya no es visible.



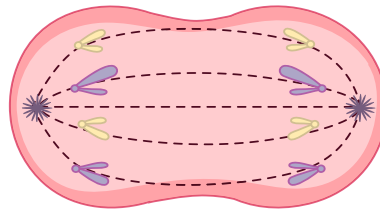
Metafase

Los cromosomas gruesos y enrollados cada uno con dos cromátidas, se alinean en la placa de la metafase.



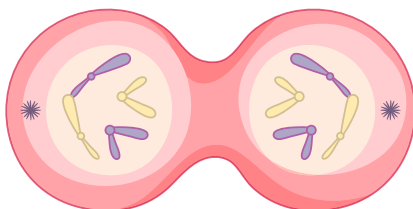
Anafase

Las cromátidas de cada cromosoma se separan y se mueven hacia los polos.



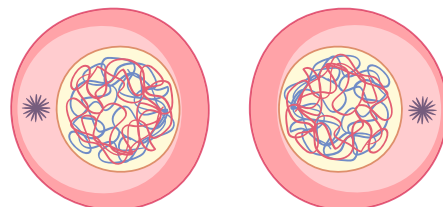
Telofase

Los cromosomas están en los polos y son cada vez más difusos. La membrana nuclear se vuelve a formar. El citoplasma se divide.



Citoquinésis

La división en dos células hijas se completa.



FUENTE: Tomado de Liana Agonil

En resumen, la reproducción es el proceso que busca perpetuar una especie, heredando o transmitiendo el material genético a sus descendientes. En organismos unicelulares es asexual e implica la división de la célula, como se explicó en los párrafos precedentes. En los organismos pluricelulares, la reproducción puede ser de forma asexual y sexual.

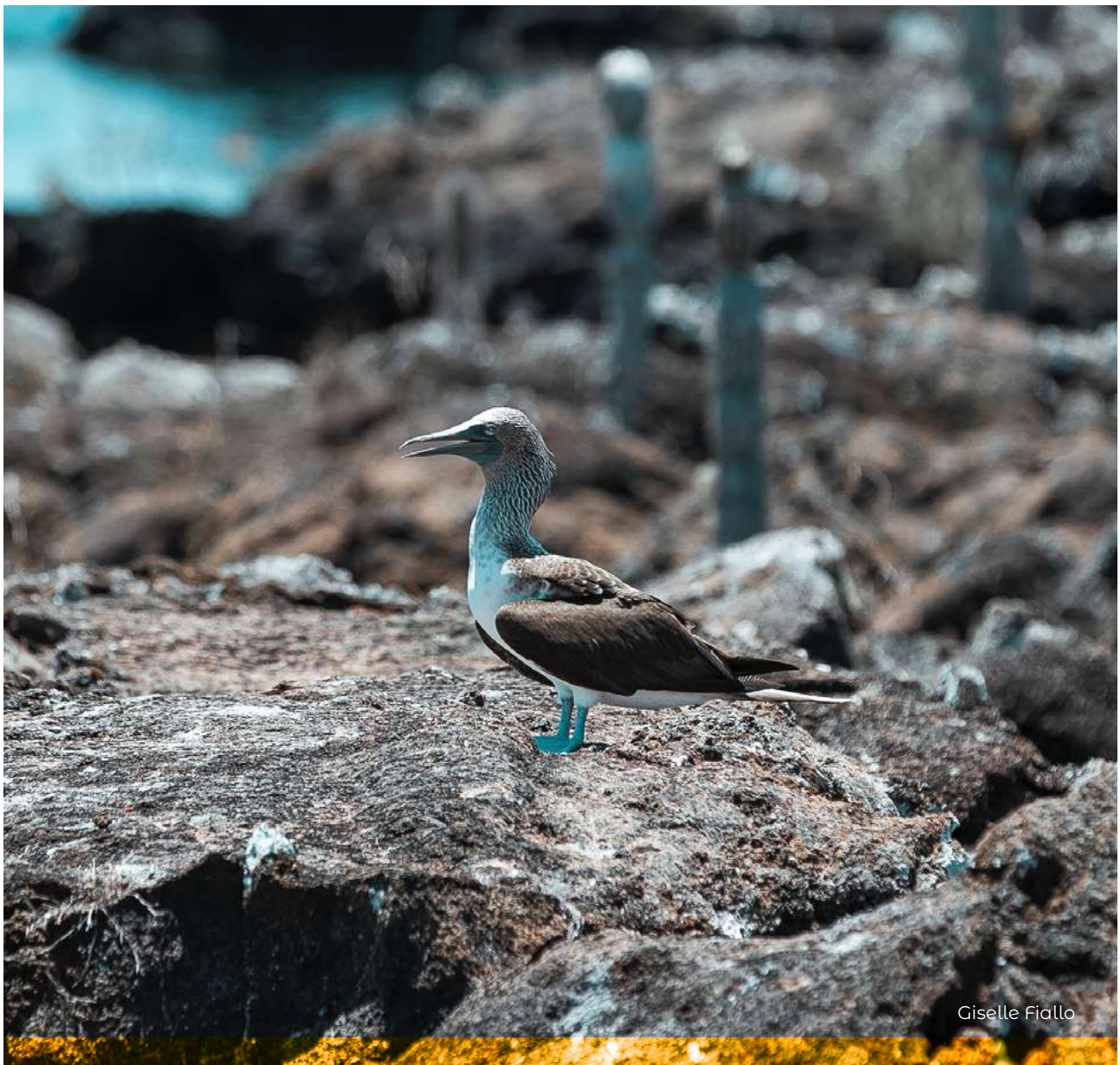
Reproducción asexual

Como se analizó es el tipo de reproducción básico y primitivo de los seres vivos; no requiere órganos u organelos especializados para efectuarse (llamados gametos). En este tipo de reproducción, de una sola célula se origina el resto de organismos y es la reproducción que utilizan por ejemplo las bacterias y algas. Los científicos consideran que a partir de este tipo de reproducción empezó la vida en la Tierra.

Reproducción sexual

Es la que necesita elementos u órganos especializados gametos y se necesitan dos organismos de la misma especie para ejecutarse. En el caso de los seres humanos, los dos tipos de células sexuales, o gametos, son el espermatozoide (masculino) y el óvulo u ovocito (femenino) los cuales se unen en el sistema reproductor femenino. Cuando el espermatozoide fecunda, es decir se une o funde en un óvulo, este óvulo fecundado se llama cigoto.

La importancia de la reproducción sexual radica en que es la razón de la variabilidad genética. De esta forma los organismos que la utilizan originan un nuevo ser que tiene la mitad de los genes de cada uno; de esta manera, los organismos que la utilizan tienen diferencias (a veces significativas entre ellos), aumentando las probabilidades de adaptarse a un cambio en el entorno.



Procesos biológicos de los seres vivos

Se conoce como proceso biológico a todos los que suceden de forma natural en los seres vivos y modifican de alguna forma su entorno o a ellos mismos. Los procesos biológicos están conformados por una serie de reacciones químicas que originan transformaciones.

Los procesos biológicos pueden ser regulados en frecuencia, velocidad o alcance del organismo. Entre los procesos biológicos están:

- ✧ Adherencia celular: la unión de una célula a otra célula o a un sustrato subyacente, como la matriz extracelular, a través de moléculas de adherencia celular.
- ✧ Comunicación celular: unión entre unas células o con una matriz extracelular, o entre una célula y cualquier otro aspecto de su entorno.
- ✧ Morfogénesis, entendida como el proceso biológico que lleva a que un organismo desarrolle su forma, se refiere al crecimiento celular y diferenciación celular.
- ✧ Procesos fisiológicos y celulares: los procesos pertinentes a la función integrada de una célula.
- ✧ Reconocimiento celular: el proceso por el cual una célula en un organismo multicelular interpreta sus alrededores.
- ✧ Procesos fisiológicos: aquellos procesos específicamente pertinentes al funcionamiento de las unidades vivas integradas: células, tejidos, órganos y organismos.
- ✧ Pigmentación.
- ✧ Reproducción.
- ✧ Digestión.
- ✧ Respuesta a estímulos: un cambio de estado o actividad de una célula u organismo. Puede ser en términos de movimiento, secreción, producción de enzimas, expresión génica, entre otros.
- ✧ Interacción entre organismos: cuando los procesos por los cuales un organismo tiene un efecto observable en otro organismo de su misma o diferente especie.

También se pueden enumerar otros procesos biológicos como la fermentación, fertilización, germinación, tropismo, hibridación, metamorfosis, fotosíntesis, respiración, transpiración, etc.



¿Qué es la ecodiversidad y biodiversidad?

En 1988, Edward Wilson publicó los resultados del Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de Estados Unidos bajo el título “biodiversidad”. De esta forma se acuñó la palabra y el uso de “biodiversidad”. Desde los genes hasta los paisajes o regiones se reconocen tres atributos de la biodiversidad: composición, estructura y función.

La **ecodiversidad** describe la variedad integral de los ecosistemas, considerando la diversidad biológica o biodiversidad, sus variaciones relacionadas con el medio físico y la diversidad cultural y la étnica.

La **biodiversidad** hace referencia a la variedad y variabilidad de las formas de vida. Es un concepto relativamente reciente que considera también los niveles de organización biológica. Se habla de biodiversidad al referirse a las diferentes especies de organismos (microorganismos, animales, plantas, hongos) que viven en un área determinada, y sobre su variabilidad genética. La ecodiversidad se refiere a la diversidad de los ecosistemas donde estos organismos se desarrollan. Se puede hablar de biodiversidad y ecodiversidad en distintas regiones, continentes o países (áreas geográficas).

La **composición** de un ecosistema es la identidad y variedad de los elementos que lo componen, incluyendo las especies que están presentes en él. La estructura de un ecosistema es la organización física o el patrón del sistema que incluyen elementos como la abundancia relativa de especies, abundancia relativa de ecosistemas, grado de conectividad, entre otros. La función de un ecosistema es los procesos ecológicos y evolutivos que suceden en él como la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales que se registran dentro de él.

Diversidad genética

La diversidad genética se considera como el número total de características genéticas dentro de cada especie. Esta diversidad se reduce cuando una población disminuye substancialmente y quedan pocos individuos. Por ejemplo, la **iguana rosada** (*Conolophus marthae*) que está presente solamente en el volcán Wolf en la isla Isabela tiene una población de apenas 300 individuos, lo cual representa una amenaza para su sobrevivencia al tener pocos individuos.

Mientras mayor es la diversidad genética, las especies tienen más probabilidades de sobrevivir a cambios en el ambiente. Las especies con poca diversidad genética tienen mayor riesgo frente a esos cambios. En general, los científicos han determinado que cuando el tamaño de las poblaciones se reduce drásticamente, aumenta la reproducción entre organismos emparentados (consanguinidad) y hay una reducción de la diversidad genética.

Diversidad de especies

Una especie es el grupo de organismos que pueden reproducirse y producir descendencia fértil. Las especies, como el **pinzón**, la **iguana marina**, la **tortuga**, los **piqueros** o **tiburón** son las unidades en que se caracterizan a todos los seres vivos, incluidos los seres humanos.

Los individuos de una especie se reconocen porque son similares en su forma y función. Sin embargo, muchas veces los individuos de una especie son muy diferentes. Por ejemplo, los machos y las hembras en algunas especies de aves son muy diferentes (fenómeno conocido como dimorfismo sexual) y en otras las diferencias entre las especies son mínimas o inexistentes a simple vista y es necesario hacer análisis genéticos para diferenciarlos (como el caso de algunas tortugas gigantes).

Carolus Linneo; un botánico, naturalista y explorador sueco que vivió entre 1707-1778, estableció un sistema de clasificación conocido como el sistema binomial, pues asigna a cada especie un par de nombres. El nombre del género (que se escribe con su primera letra mayúscula) se relaciona a otras especies, y el nombre de la especie, que es único. Por ejemplo, la **iguana terrestre rosada** (*Conolophus marthae*) y la iguana terrestre de Santa Cruz (*Conolophus subcristatus*), comparten el nombre del género *Conolophus* ya que son parientes cercanos, pero cada uno tiene su especie única. Las **iguanas marinas** por ejemplo tienen como nombre científico *Amblyrhynchus cristatus*. A pesar de que se origina en el mismo ancestro de las iguanas terrestres, evolucionó de forma distinta y sus características únicas la hacen pertenecer a un género diferente.

Por lo general, los nombres científicos hacen referencia a una característica propia de la especie o al científico que la descubrió, o inclusive puede ser nombrada en reconocimiento a una persona.

Con las técnicas de análisis de ADN se puede conocer la identidad y el parentesco entre las especies. Esta medida de similitud o diferencia entre el ADN de diferentes especies se conoce como distancia genética y nos permite conocer el grado de relación entre las especies y su origen. Por ejemplo, entre los dos géneros de **tortugas gigantes** que hay en el mundo no existe una relación directa. Las presentes en Galápagos pertenecen al género *Chelonoidis* y hacen referencia a 14 especies descritas (2 extintas) presentes en las islas y de acuerdo con los análisis genéticos, se originaron en tortugas presentes en América del Sur. Por otro lado, el otro género de tortuga gigante *Aldabrachelys* es una especie de tortuga que habita en Aldabra, en el archipiélago de las Seychelles en Indonesia y sus parientes se remontan a los presentes en las islas Mascareñas ubicadas en el Océano Índico al este de Madagascar (República de Mauricio).

Los científicos han descrito entre 1,7 y 2 millones de especies hasta la actualidad (muchas extintas), pero se cree que podrían existir más de 13 millones de especies vivas en la actualidad porque apenas se conoce una fracción de las especies marinas o de la Amazonía.

Diversidad de ecosistemas

Un ecosistema se define como un complejo dinámico de comunidades de especies de vegetales, animales, microorganismos y su medio abiótico que interactúan como una unidad. La diversidad de ecosistemas muestra la cantidad y distribución de los sistemas ecológicos que ofrecen condiciones para que las especies y sus poblaciones se desarrollen mediante las interrelaciones de las especies con su ambiente.



Distribución de la biodiversidad

Biodiversidad mundial

La Convención de las Naciones Unidas sobre diversidad biológica señala que existen aproximadamente 13 millones de especies, de las cuales 1.75 millones han sido descritas. La Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) estima que en el mundo existen de 5 a 30 millones de especies. En el siguiente cuadro se distinguen las especies descritas.

NÚMEROS DE ESPECIES DE LA TIERRA DESCRITAS

Especies	Número
Bacterias	4.000
Protoctistas (algas, protozoarios)	80.000
Animales vertebrados	52.000
Animales invertebrados	1.272.000
Hongos	72.000
Plantas	270.000
Total de especies descritas	1.750.000
Total estimado de todas las especies (incluidas especies desconocidas)	14.000.000

Fuente: Perspectiva del Medio Ambiente Mundial del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

En general, la densidad de especies es mayor en el hemisferio sur. El 70% de todas las especies del mundo se encuentra en doce países: Australia, Brasil, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Madagascar, México, Perú y República Democrática del Congo. A estos países se los conoce como Megadiversos (Hood 2020).

Las regiones tropicales mantienen dos tercios de las 270.000 especies de plantas estimadas por Morrel. La mayor diversidad de árboles registrada hasta la fecha es de 1.200 especies en 52 hectáreas del Parque Nacional de Lambir Hills, en Sarawak (Borneo). Se calcula que los bosques lluviosos tropicales contienen entre el 50% y el 90% de todas las especies de planta. Adicionalmente, unas 2.600 especies de aves (cerca del 30% del total) dependen de los bosques tropicales como en las selvas que están presentes en América del Sur, según el documento Perspectivas del Medio Ambiente Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).



Gabriela Larreategui

ESPECIES DE PLANTAS VASCULARES

País	Número
Australia	15.638
Brasil	56.215
China	8.200
Colombia	32.200
República Democrática del Congo	11.007
Costa Rica	12.119
Ecuador	19.362
India	18.664
Indonesia	29.375
Madagascar	9.505
México	26.071
Perú	17.144

Fuente: Instituto de Recursos Mundiales, Tendencias de la Tierra
 * Una planta vascular es aquella cuyos tejidos conducen fluidos

Biodiversidad Ecuador

Ecuador tiene un 10% de todas las especies de plantas que hay en el planeta. De esta cantidad, el mayor porcentaje se encuentra en las estribaciones de la cordillera de los Andes, en la zona noroccidental, donde se calcula que hay aproximadamente 10 mil especies. De acuerdo con el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica en el país están descritas 18.198 especies de plantas vasculares.

De las especies de plantas registradas en el Ecuador, 4.500 son endémicas (León-Yáñez et al., 2011; Ministerio del Ambiente, 2013), lo que corresponde al 25% del total de especies del país (Tabla 2). La región andina es la que presenta el mayor nivel de endemismo, con el 76% de especies del total de plantas endémicas del país. De las 1.300 especies de helechos registradas, 170 son endémicas, es el 13% del total; la mayor parte se encuentran también en los bosques andinos (García et al., 2014). En cuanto a las orquídeas, el endemismo es alto; más del 40% de las especies registradas son endémicas del país). Así, más del 25% del total de especies endémicas habitan únicamente en la zona altitudinal comprendida entre los 2.500 y 3.000 msnm (Mittermeier et al., 2004).

En Galápagos según datos del Parque Nacional Galápagos se han identificado 560 especies de plantas vasculares nativas, 19 briofitas (plantas terrestres, pequeñas que viven en ambientes húmedos están provistas de estructuras parecidas a tallos, hojas y raíces, pero sin vasos) y 130 algas.

Norman Myers, científico de la Universidad de Oxford en el Reino Unido, determinó las áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad, que se las conoce como zonas calientes, o "hot spots" en inglés. Este "hot spot" es un área de rica diversidad biológica que enfrenta serias amenazas a su existencia.

NÚMERO DE ESPECIES ENDÉMICAS PARA DIFERENTES TASA Y SU PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL NACIONAL

Grupo	Número de especies endémicas para el país	Porcentaje (%) respecto al total nacional
Plantas vasculares	4.500	25%
Peces (de agua dulce)	345	36%
Anfibios	216	40%
Reptiles	92	21%

NÚMERO DE ESPECIES ENDÉMICAS PARA DIFERENTES TASA Y SU PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL NACIONAL

Grupo	Número de especies endémicas para el país	Porcentaje (%) respecto al total nacional
Aves	37	2%
Mamíferos	41	10%

Fuente: Plantas vasculares (León - Yáñez et al., 2011; Ministerio del Ambiente, 2013a); peces del agua dulce (García et al., 2014); anfibios (Ron et al., 2013); reptiles (Torres - Carvajal et al., 2013); aves (McMullan & Navarrete, 2013); mamíferos (Tirira, 2011).

De las doce zonas claves de biodiversidad (hot spots) identificadas por el Norman Myers, tres se encuentran en el Ecuador continental y son: los bosques húmedos del noroeste, las caras externas de la cordillera y los bosques amazónicos del noreste (INABIO 2021).

En cuanto a la fauna, el Ecuador alberga al 8% de las especies de animales y el 18% de las de aves del planeta. Cerca de 3.800 especies de vertebrados han sido identificadas, así como 1.550 de mamíferos, 350 de reptiles, 375 de anfibios, 800 especies de peces de agua dulce y 450 de agua salada (INABIO 2021).

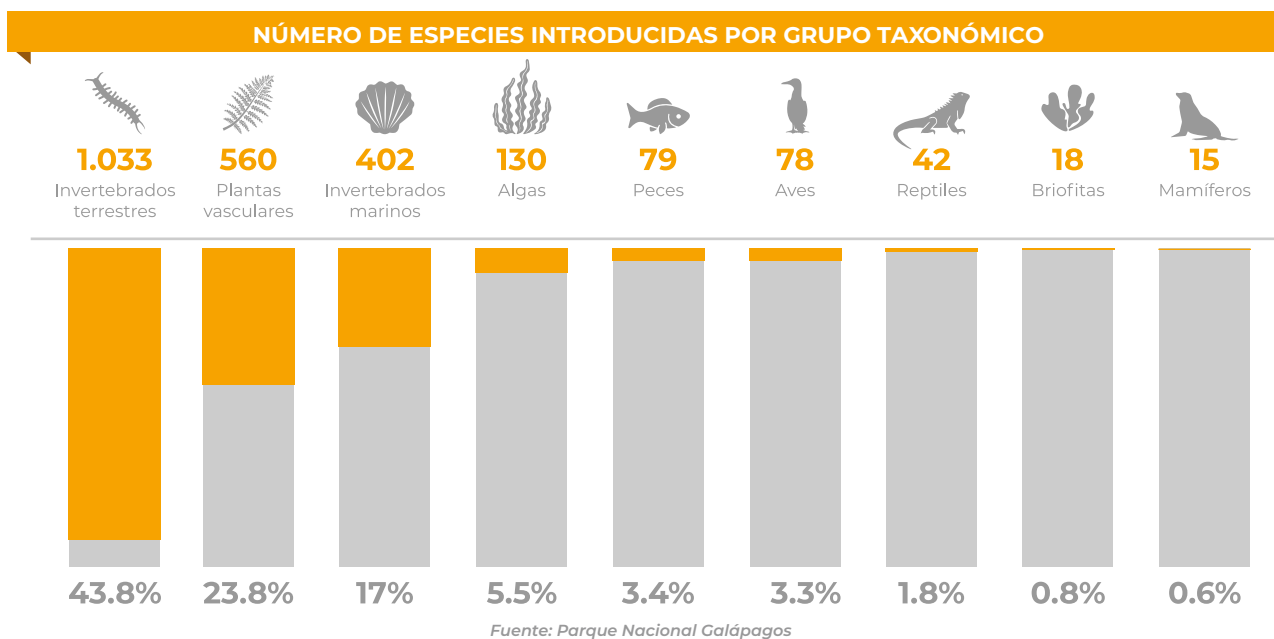
El Ecuador registra el 15% del total de especies endémicas de aves en el mundo, las cuales habitan en los Andes, la costa, la región amazónica y Galápagos. Las especies de insectos sobrepasan el millón, y las mariposas llegan a las 4.500 (INABIO 2021).

Los **ecosistemas** que existen en el **Ecuador** se extienden desde el nivel del mar hasta aproximadamente 6.400 metros de altitud. La presencia de la cordillera de Los Andes dio origen a tres regiones naturales continentales Costa, Sierra y Amazonia; mientras que las erupciones volcánicas originaron la región insular o Galápagos.

En el Ecuador, según el INABIO, se han descrito 46 ecosistemas: páramos, bosques, valles y el Océano Pacífico, ubicados en diferentes pisos climáticos o altitudinales. Uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad es el bosque húmedo tropical, donde habita una infinidad de plantas, mamíferos, reptiles, aves, invertebrados, peces y anfibios.



Biodiversidad de Galápagos



Las islas Galápagos es uno de los archipiélagos oceánicos más complejos, diversos y más estudiados en el mundo. A pesar de la presencia humana, se considera que todavía sus ecosistemas y biodiversidad no ha sufrido alteraciones irreversibles de gran magnitud por la actividad humana, pero para que esto se mantenga, es necesario protegerlas y conocerlas. A pesar que han extinguido dos especies de **tortugas** y aves, el general los ecosistemas de Galápagos mantienen sus funciones y otras están en camino de recuperarse de forma natural una vez que se han erradicado algunas de las especies invasoras.

Las islas Galápagos están ubicadas en la plataforma submarina de Galápagos sobre la placa de Nazca, a mil kilómetros de la costa del Ecuador. El archipiélago está compuesto por 13 islas grandes, de las cuales cuatro están habitadas, y cientos de islotes pequeños.

Las primeras islas se formaron hace 4 millones de años por erupciones de volcanes submarinos y a cada isla grande corresponde la cima de un volcán (con excepción de la Isla Isabela que está compuesta de 6 volcanes) que alcanzan elevaciones de hasta 3.000 metros, medidos desde el fondo marino.

En el archipiélago confluyen cuatro sistemas de corrientes marinas, tanto superficiales como submarinas, que originan las condiciones propicias para que la vida marina prospere. Hay influencias de aguas cálidas que entran desde el Noreste con la corriente de Panamá, aguas frías, ricas en nutrientes que entran desde el Sureste con la corriente del Humboldt. Estas dos colindan y se juntan con la corriente Sur Ecuatorial proveniente del territorio continental ecuatoriano. Por último, se conoce de la influencia de una sub corriente de agua fría, rica en nutrientes que llega al archipiélago desde el Oeste, colinda con la plataforma de Galápagos y sube en forma de afloramiento, fomentando vida en el archipiélago. Esta variedad de temperaturas y nutrientes permiten que exista una alta diversidad de especies en las islas Galápagos.

El aislamiento geográfico de Galápagos ha dado lugar a un alto grado de endemismo tanto en plantas como en animales terrestres y marinos. En el mar de las islas se ha descrito 2.900 especies de organismos marinos, de los cuales el 18% es endémico no obstante, el promedio de endemismo por grupo biótico supera el 25% (UNESCO). Según el Parque Nacional Galápagos existen 45 especies de aves endémicas, 42 de reptiles, 6 de mamíferos y 79 de peces, viven en Galápagos.

Ecosistemas de Galápagos

A pesar de los cambios que ha desencadenado la presencia humana en Galápagos, se ve al archipiélago como uno de los mejores conservados a nivel mundial. Al comparar Galápagos con otros archipiélagos como Hawái o algunas islas de Indonesia, se puede dimensionar que el grado de conservación de la biodiversidad y ecosistemas nativos de Galápagos es alto.

Esto se debe en parte a que el 97% del territorio terrestre es Parque Nacional y que está rodeado de una Reserva Marina que cubre 40 millas desde la línea que une los puntos más alejados de las islas principales. Además, en enero del 2022 se creó una nueva área protegida marina, la Reserva Marina Hermandad en el norte del archipiélago que protege 60.000 kilómetros cuadrados adicionales, 30.000 km en los cuales se declara la protección absoluta y 30.000 en donde se prohíbe el uso del palangre o “long line”, un arte de pesca cuestionado por su alta tasa de capturas de especies que no son el objetivo de la pesca.

La riqueza natural de Galápagos está reconocida en varias instancias internacionales; por ejemplo, Galápagos es Patrimonio Mundial de la Humanidad y Reserva de la Biósfera. La declaración como Patrimonio Mundial de la Humanidad es un reconocimiento para ciertos lugares de la Tierra por su “valor universal excepcional”; es decir, es una lista selecta de los lugares naturales más importantes del planeta, que en la actualidad suman 213.

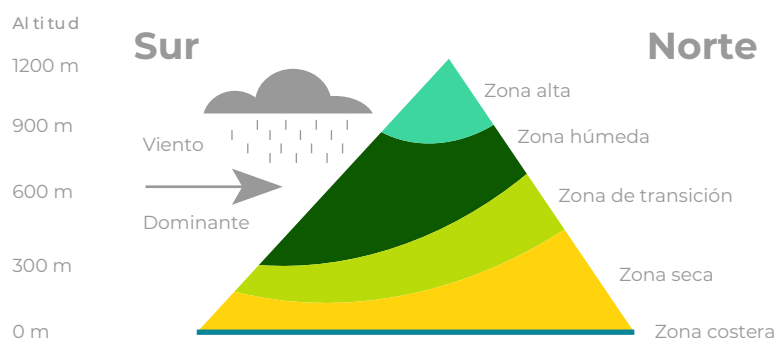
Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), las reservas de biosfera son “sitios destinados a conciliar la conservación de la biodiversidad y la actividad humana mediante el uso sostenible de los recursos naturales”. Tienen como objetivo “fomentar prácticas innovadoras de desarrollo sostenible y luchar contra la pérdida de biodiversidad, acompañando a las comunidades y a los Estados Miembros en su labor de comprender, apreciar y salvaguardar el medio ambiente vivo de nuestro planeta”.

Los ambientes marinos y terrestres de Galápagos están íntimamente relacionados. Cualquier alteración o cambio en uno de ellos, repercute en los otros. Un ejemplo de esta interrelación se muestra en los “bajos”, montes o volcanes submarinos (que se elevan hasta 100 metros de profundidad) que son lugares de alimentación para aves y mamíferos marinos que habitan en las costas de Galápagos.

En los bajos se concentran o agrupan varias especies marinas como tiburones, atunes y picudos (que son pelágicas o de superficie) y otras que llegan desde las costas como lobos marinos, aves y tortugas. Si se elimina uno de los depredadores, como los **tiburones**, a la larga todas las poblaciones de sus presas se impactan y al largo plazo esto incide hasta en los resultados de la pesca. Este es un ejemplo sencillo de las interrelaciones marino costeras, pero hay que considerar que estas interconexiones son mucho más complejas y sus efectos no son visibles de forma inmediata.

Los principales ecosistemas marinos presentes en Galápagos son los fondos rocosos, las paredes verticales de rocas, arrecifes de coral, playas arenosas y manglares. Se considera que la vegetación costera de playa y arena tiene un alto grado de endemismo.

En cuanto a la parte terrestre, las principales zonas de vida presentes en las islas más grandes son:



Zona Costera

Esta porción de las islas se caracteriza por mantenerse siempre verde. Una de las características de su flora es el poder tolerar ambientes con alta salinidad, como los manglares, que conforman bosques en las bahías y playas. También se encuentran enredaderas, arbustos y hierbas.

Zona Árida

Es el área con vegetación más extensa y se caracteriza por un bosque semi-desértico donde predominan árboles de hojas secas y arbustos, con especies de plantas que se han adaptado para resistir a la sequía y con la presencia de un alto número de especies endémicas. En estas zonas las plantas son capaces de acumular humedad de la garúa ocasional.

Zona de Transición

Se ubica como una porción intermedia entre la zona húmeda y la árida, pero es dominada por especies diferentes a las de las zonas adyacentes. En esta se establecen bosques más densos y diversos que en la zona árida y no existe una especie predominante en particular.

Zona húmeda de Escalesia

Los árboles de escalesia dominan esta parte de las laderas de las islas, constituyendo bosques nublados y densos. Generalmente en esta zona los árboles están cubiertos con plantas epífitas y musgo que en la estación seca le confieren un color marrón o café intenso.

Zona húmeda de Miconia

En las laderas ubicadas al sur de las islas San Cristóbal y Santa Cruz existe una densa cobertura de arbustos de *Miconia robinsoniana*.

Zona húmeda de Pampa

Se ubica en las partes más altas de las islas grandes, entre los 650 y 900 metros sobre el nivel del mar en adelante. No se desarrollan árboles ni arbustos y la vegetación consiste en helechos, pasto y musgo. Suele estar cubierta de niebla en la temporada de lluvias.



Biodiversidad terrestre

En las islas Galápagos existe una gran variedad de flora endémica con 560 especies de plantas vasculares (con hojas, tallo y raíces), según los datos del Parque Nacional Galápagos. De este total 180 especies endémicas y el nivel de endemismo es similar al registrado en la fauna.

Una de las plantas más conocidas es el género *Scalesia* de la familia *Asteraceae* (la misma familia de las chuquiraguas de los páramos o los dientes de león de las aceras de la sierra). Este género contiene 15 especies y los científicos creen que han evolucionado a partir de una sola especie colonizadora ancestral. Pero este no es un ejemplo aislado, 53 familias de plantas vasculares han desarrollado una o más especies endémicas en Galápagos.

Entre las plantas endémicas hay siete géneros: ***Darwiniothamnus*** (un arbusto de tallo leñoso con hojas verdes finas y puntiagudas como puntas de lanza; sus flores tienen pétalos blancos con centro amarillo) que están presentes en las calles de Puerto Ayora. ***Lecocarpus*** (arbusto leñoso con hojas grandes y flores amarillas brillantes) esta planta está catalogada como en peligro de extinción en la Lista Roja de la UICN. Otros como el **cactus de lava** (*Brachycereus nesioticus*) o el **cactus candelabro** (*Jasminocereus thouarsii*) son fáciles de observar en las islas.

Al tratar de la fauna terrestre, el primer animal que sobresale es la tortuga gigante, que da el nombre a las islas y fueron 14 especies, de las cuales solo quedan 12 luego de la depredación de balleneros y piratas. Se calcula que el 90% de las **tortugas gigantes** fue sacado de las islas como fuente de comida y aceite (Tapia 2022).

La gran mayoría de los reptiles en Galápagos son endémicos (solo existen en las islas y en ninguna otra parte del mundo), a excepción de dos especies de geckos registrados que han llegado desde el territorio continental. Las 12 especies de **tortugas gigantes** que sobreviven, las tres de **iguanas terrestres** y una de **iguana marina** están presentes de forma natural en las islas (Márquez).

Pero al fijar la vista en el suelo de Galápagos existe otro nivel de la biodiversidad que apenas se conoce: los insectos, que representan la mayor biodiversidad terrestre natural de Galápagos con 2.000 especies descritas por los científicos. Como en las plantas y animales también se han identificado 23 géneros de insectos endémicos (Fundación Charles Darwin). Los invertebrados son importantes porque intervienen en la polinización, descomposición y dispersión de patógenos, microorganismos como bacterias, protozoos u hongos que causan enfermedades.

Biodiversidad marina

En el mar que rodea a las Galápagos se han reportado, de acuerdo con el Parque Nacional Galápagos, más de 2.900 especies, de las cuales el 18.2% es endémico. Entre estas se contabilizan 447 especies de peces agrupadas en 92 familias y se registra un endemismo del 17%.

En las islas, los arrecifes de coral no sobresalen como en otras islas tropicales. Se han identificado 19 especies de corales hermatípicos y 31 especies de ahermatípicos, y de este número el 30% endémico. Los corales hermatípicos son aquellos corales “tipo piedra” que contribuyen a la construcción de los arrecifes, mediante la aportación de carbonato cálcico proveniente de sus esqueletos. Los corales ahermatípicos son los corales suaves y aquellos que no construyen arrecifes.

Los mamíferos marinos son uno de los grupos más estudiados y los más atractivos para actividades como el turismo. En las aguas de Galápagos se observan **ballenas, delfines y lobos marinos**, sumando un total de 24 especies, con dos casos de endemismo (los **lobos marinos**). También se considera a la Reserva Marina de Galápagos como un Santuario de Ballenas por las 16 especies que se pueden avistar con frecuencia.

En las aguas que rodean las islas se han registrado alrededor de 38 especies de **tiburones** y aproximadamente 19 especies de **rayas**. Los **tiburones** se han convertido en la imagen de la Reserva Marina de Galápagos y la especie más representativa es el **tiburón martillo**.

En la siguiente tabla se presentan algunas cifras sobre la biodiversidad de las aguas que rodean a las islas:

Grupos	N° total de especies	N° de especies endémicas	% endemismo	Riqueza de especies **	Grado de estudio
Mamíferos	24	2	8.3	Alta	Moderado
Algas	333 ↑	130*	39.0	Alta	Pobre
Aves marinas	19	5*	26.3	Alta	Alto
Peces	447 ↑	51*	11.4	Alta	Pobre
Fondos blandos	390	?	?	Alta	Pobre
Poliquetos	192	50	26.0	Intermedia	Pobre
Braquiuros	120 ↑	23	19.2	Intermedia	Pobre
Carideos y Estenópodos	65 ↑	10	15.4	Alta	Pobre
Porcelánidos	12 ↑	1	8.3	Baja	Alto
Cirripedios	18 ↑	4	22.2	Baja	Alto
Moluscos	800 ↑	141	17.6	Baja	Pobre
Opistobranquios †	49 ↑	18	36.7	Baja	Pobre
Equinodermos	200 ↑	34	17.0	Alta	Pobre
Briozoos	184	34	18.5	Alta	Pobre
Gorgonias	12	8	66.7	Baja	Pobre
Corales	44	20	45.5	Baja	Moderado
	2.909 ♣	531	Promedio 25.5% TOTAL 18.2%		

- ↑ Grupos taxonómicos que tienen nuevos registros o especies no incluidas en esta tabla
- ♣ No están incluidos los seguimientos de agua abisales
- * Endemismo insular
- ** Relacionado con otras áreas insulares del Pacífico
- † No incluidos en los moluscos

Fuente: Parque Nacional Galápagos



Tablas de los *elasmobranquios* (Rayas y tiburones avistados dentro de la RMG):

TIBURONES REGISTRADOS EN GALÁPAGOS

Family	Scientific name	Common name	Source	Habitat	IUCN status (updated to Jan 2020)
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus galapagensis</i>	Galapagos shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal	Least concern
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus amblyrhynchos</i>	Grey reef shark	Zarate 2002	Coastal-pelagic	Near threatened
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus limbatus</i>	Blacktip shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Near threatened
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus albimarginatus</i>	Silvertip shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Vulnerable
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus falciformis</i>	Silky shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Oceanic-epipelag	Vulnerable
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus altimus</i>	Bignose shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Pelagic	Data deficient
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Sandbar shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Vulnerable
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus longimanus</i>	Oceanic whitetip shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Oceanic-pelagic (ocasionally coastal)	Critically endangered
Carcharhinidae	<i>Triaenodon obesus</i>	Whitetip reef shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Near threatened
Carcharhinidae	<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tiger shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Near threatened
Carcharhinidae	<i>Prionace glauca</i>	Blue shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Near threatened
Carcharhinidae	<i>Nasolamia velox</i>	Whitenose shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Data deficient
Sphyrnidae	<i>Sphyrna zygaena</i>	Smooth hammerhead	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Vulnerable
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	Scalloped hammerhead	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Critically endangered
Sphyrnidae	<i>Sphyrna mokarran</i>	Great hammerhead	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-pelagic	Critically endangered
Sphyrnidae	<i>Sphyrna tiburo</i>	Bonnethead shark	Hearn et al. 2014; CDF 2019	Coastal	Least concern
Triakidae	<i>Mustelus mento</i>	Speckled smoothhound	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Near threatened
Triakidae	<i>Mustelus albiginnis</i>	White-margin fin houndshark	Acuña-Marrero et al. 2013; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Data deficient
Triakidae	<i>Triakis maculata</i>	Spotted houndshark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Vulnerable
Scyliorhinidae	<i>Apristurus kampae</i>	Longnose cat shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Data deficient
Scyliorhinidae	<i>Apristurus stenseni</i>	Cat shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Data deficient
Scyliorhinidae	<i>Bythaelurus giddingsi</i>	Galapagos cat shark	McCosker et al. 2012; Hearn et al. 2014; CDF 2019	Benthic	Not Evaluated
Scyliorhinidae	<i>Galeus sp.</i>	Cat shark	Hearn et al. 2014 CDF 2019	-	-
Lamnidae	<i>Alopias superciliosus</i>	Bigeye thresher shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-oceanic	Vulnerable
Lamnidae	<i>Alopias vulpinus</i>	Common thresher shark	Zarate 2002	Coastal-oceanic	Vulnerable
Lamnidae	<i>Alopias pelagicus</i>	Pelagic thresher shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Oceanic-epipelagic	Endangered
Lamnidae	<i>Isurus paucus</i>	Longfin mako	Zarate 2002	Oceanic-pelagic	Endangered
Lamnidae	<i>Isurus axyrinchus</i>	Short fin mako shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014	Coastal-oceanic	Endangered
Lamnidae	<i>Carcharodon carcharias</i>	Great white shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal	Vulnerable
Squalidae	<i>Centroscyllium nigrum</i>	Combtooth shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Data deficient

TIBURONES REGISTRADOS EN GALÁPAGOS

Family	Scientific name	Common name	Source	Habitat	IUCN status (updated to Jan 2020)
Echinorhinidae	<i>Echinorhinus cookei</i>	Prickly shark	Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Data deficient
Odontaspidae	<i>Odontaspis ferox</i>	Smalltooth sand tiger shark	Acuña-Marrero et al. 2013; Hearn et al. 2014; CDF 2019	Benthic	Vulnerable
Heterodontidae	<i>Heterodontus quoyi</i>	Galapagos bullhead shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Benthic	Data deficient
Hexanchidae	<i>Notorynchus cepedianus</i>	Broadnose seven-gilled shark	Buglass et al. 2020	Neritic, oceanic	Data deficient
Hexanchidae	<i>Hexanchus griseus</i>	Bluntnose six-gilled shark	Buglass et al. 2020	Deep Benthic	Near threatened
Squalidae	<i>Isistius brasiliensis</i>	Cookie cutter shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-oceanic	Least concern
Rhincodontidae	<i>Rhincodon typus</i>	Whale shark	Zarate 2002; Hearn et al. 2014 CDF 2019	Coastal-ocenic	Endangered
Centrophoridae	<i>Centrophorus squamosus</i>	Deepwater spiny dogfish	Acuña-Marrero et al. 2013; Hearn et al. 2014; CDF 2019	Demersal and pelagic	Vulnerable

Fuente: Galapagos Science Center, 2022.



Gerald Schombs

RAYAS REGISTRADAS EN GALÁPAGOS

Family	Scientific name	Common name	Source	IUCN status (updated to June 2022)
Dasyatidae	<i>Taeniura meyeri</i>	Marbled Ray/ Sartén Marmoleado	Grove & Lavenberg 1997	Data deficient
Dasyatidae	<i>Styracura pacifico</i>	Pacific Whiptail/ Raya Coluda del Pacífico	Grove & Lavenberg 1997	Vulnerable
Dasyatidae	<i>Hypanus longus</i>	Longtail stingray/ Raya Cola Negra	Grove & Lavenberg 1997; GSC 2022	Vulnerable
Dasyatidae	<i>Hypanus dipterurus</i>	Diamond Stingray/ Raya Diamante	Grove & Lavenberg 1997; GSC 2022	Vulnerable
Dasyatidae	<i>Pteroplatytrygon violacea</i>	Pelagic Stingray/ Raya Pelagica	Grove & Lavenberg 1997	Least Concern
Mobulidae	<i>Mobula birostris</i>	Manta Ray/ Manta Raya	Grove & Lavenberg 1997	Endangered
Mobulidae	<i>Mobula tarapacana</i>	Chilean Devil Ray/ Manta cornuda	Grove & Lavenberg 1997	Endangered
Mobulidae	<i>Mobula munkiana</i>	Monk's devil ray or Pygmy Devil Ray/ Manta chica	Grove & Lavenberg 1997	Vulnerable
Myliobatidae	<i>Rhinoptera steindachneri</i>	Golden Cowray/ Raya Dorada	Grove & Lavenberg 1997	Near threatened
Myliobatidae	<i>Aetobatus sp.</i>	Eagle Ray/ Raya Aguila	Pazmiño & Mendoza 2022 (GSC)	Endangered
Myliobatidae	<i>Myliobatis peruvianus</i>	Peruvian Eagle Ray/ Raya Aguila Peruana	Grove & Lavenberg 1997	Vulnerable
Myliobatidae	<i>Myliobatis californicus</i>	Bat Ray/ Raya Murcielago	Grove & Lavenberg 1997	Least Concern
Myliobatidae	<i>Urotygon chilensis</i>	Chilean Round Ray/ Raya Redonde chilena	Grove & Lavenberg 1997	Data deficient
Myliobatidae	<i>Aetomylaeus asperimus</i>	Rough Eagle Ray/ Raya redonde chilena	Grove & Lavenberg 1997	Data deficient
Narcinidae	<i>Narcine entemedor</i>	Cortez Numbfish/ Raya eléctrica común	Grove & Lavenberg 1997	Vulnerable
Rajidae	<i>Rostroraja velezi</i>	Rasptail Skate/ Raya Bruja	Grove & Lavenberg 1997	Vulnerable
Torpedinidae	<i>Tetronarce peruana</i>	Peruvian Torpedo Ray/ Raya Torpedo Peruana	Grove & Lavenberg 1997	Data deficient
Torpedinidae	<i>Tetronarce tremens</i>	Torpedo Ray/ Raya Torpedo Peruana	Grove & Lavenberg 1997	Least Concern
Trygonorrhinidae	<i>Zapteryx xyster</i>	Southern banded guitarfish/ Raya ocelada	Grove & Lavenberg 1997	Vulnerable

Fuente: Galapagos Science Center, 2022



Swanson Chan

Amenazas a la biodiversidad

Las amenazas a la biodiversidad se dividen en dos grupos grandes: las **naturales** como las erupciones volcánicas, tsunamis o maremotos que pueden hacer desaparecer islas enteras. Considerando que existen especies que solo habitan en determinadas islas, como por ejemplo la **iguana rosada** en el volcán Wolf de Isabela, una erupción grande pudiera causar que esta especie desaparezca.

El otro grupo de amenazas para la biodiversidad son las **antropogénicas** o causadas por el hombre, como la sobreexplotación de recursos, el cambio en los usos del suelo, las especies invasoras, la contaminación y el cambio climático.

En el mundo, la pérdida y deterioro de los hábitats son las principales causas para la pérdida o destrucción de la biodiversidad. En el Ecuador continental, el cambio de los bosques húmedos tropicales en la Amazonia y la Costa, la destrucción de los páramos o los manglares para establecer pastizales, áreas de cultivos o camaroneras, son las mayores causas para el deterioro de los hábitats y el deterioro de la biodiversidad.

Amenazas en Galápagos

En las islas, entre las **amenazas naturales** a la biodiversidad se cuentan la actividad de los volcanes submarinos; por esto, el archipiélago está en constante cambio. Otros fenómenos naturales presentes en el archipiélago son los tsunamis, agujajes y los fenómenos climáticos naturales como El Niño llamado también Oscilación del Sur (ENOS).

El Niño es un fenómeno natural que se caracteriza por la fluctuación de las temperaturas del océano en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial, estas variaciones están asociadas a cambios en la atmósfera. El Niño influye en las condiciones climáticas de diversas partes del mundo y en Galápagos, al calentarse el mar, disminuyen los nutrientes y si las condiciones son muy severas varias especies dejan de alimentarse y mueren. Por ejemplo, las **iguanas marinas** en el fenómeno de El Niño de 2013 murieron a causa de la falta de algas verdes de las cuales se alimentan, ya que con la temperatura mayor solo crecían algas cafés que no pueden digerir.

La degradación de los ecosistemas de Galápagos, con la pérdida de biodiversidad que acarrea, ha sido causada por el cambio climático, la deforestación, la contaminación, la sobreexplotación de recursos, la introducción de especies invasoras y la eutrofización, que es el proceso provocado por el exceso de nutrientes en el agua (básicamente nitrógeno y fósforo) procedentes de la actividad humana.

En las islas Galápagos, el avance de las zonas urbanas y agrícolas está regulado porque el 97% del área terrestre es parte del Parque Nacional Galápagos; es decir, está protegido. Sin embargo, es necesario considerar que la introducción de especies de animales y plantas afecta la composición, estructura y función de los ecosistemas de las islas, alterando el equilibrio y causando la pérdida de especies.

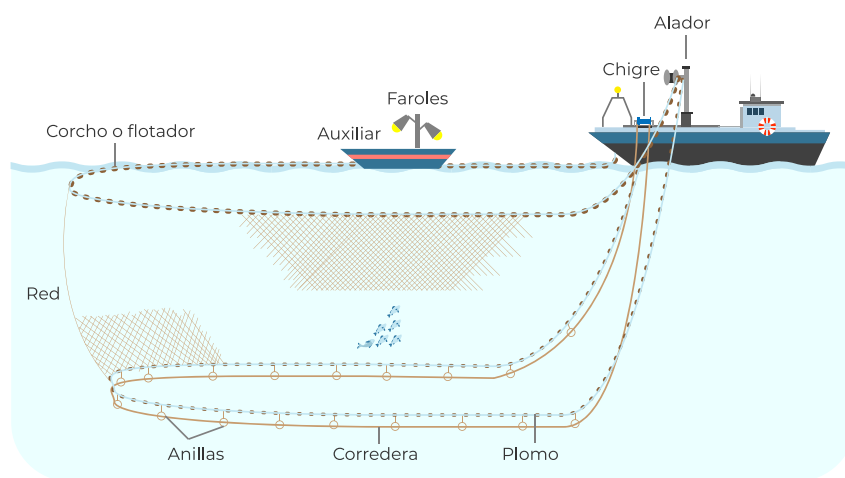
La **sobrepesca** se define como el proceso mediante el cual poblaciones de peces disminuyen a causa de una pesca excesiva. Esta disminución de la población de una especie de peces puede descender al punto de ser irreversible. Una muestra de sobrepesca han sido las pesquerías de **pepino de mar** y **langostas**; la recolección de estas dos especies se reguló con un programa de manejo que consideró, para el caso de los **pepinos de mar**, de una veda de cinco años para que la especie pueda recuperarse.

Sin embargo, la sobrepesca también es una amenaza mar afuera. La presencia de los cientos de barcos de pesca comercial e industrial en el límite de la Zona Económica Exclusiva de Galápagos

causa un desequilibrio importante ya que pesca de forma indiscriminada **calamar gigante**, un animal que es parte de la cadena trófica y que su desaparición masiva afecta a todo el ecosistema marino.

En el mar que rodea Galápagos, fuera de las dos reservas marinas (la RMG y Hermandad) se realizan faenas de pesca tanto con redes de cerco y palangre. En el primer caso, los barcos cerqueros que capturan atún utilizan grandes redes que forman un “cerco” de hasta dos kilómetros de longitud y 250 metros de caída.

En esas redes de cerco además de atunes se capturan decenas de otras especies que no son el objetivo de la pesca y se las conoce como pesca incidental. Entre las especies que se consideran “incidentales” están **tortugas marinas, tiburones, delfines, dorados, pez espada, tiburones ballena**, entre otras. En Ecuador no existen datos oficiales sobre la cantidad de la pesca incidental en las redes de cerco, el gremio atunero señala que es el 1,8% de la pesca, pero no indican la cantidad ni las especies que no son el objetivo de la esa pesca.



Fuente: Tomado y modificado de: Veciana -Vidal, 2010

La **contaminación con plástico** es uno de los mayores problemas en Galápagos. En cada limpieza costera que el Parque Nacional Galápagos realiza se encuentran toneladas de basura, mayoritariamente compuesta por plástico. Más de un 10% de la basura marina proviene de artes de pesca y en las islas esto se ratifica al encontrar con frecuencia plantados o dispositivos agregadores de peces que se utilizan en barcos atuneros, los cuales los dejan a la deriva en el mar y que terminan por cientos en las costas de las islas.

Se ha documentado la presencia de plástico en los nidos de aves como pinzones y dentro de los estómagos de tortugas marinas y albatros; además de restos de bolsas plásticas, vidrios, telas, mascarillas y cuerdas en las heces de tortugas terrestres. En un estudio realizado por el Centro Nacional de Análisis y Síntesis Ecológico de la Universidad de California de Estados Unidos, científicos de la Universidad de Georgia y la ONG Ocean Conservancy establecen que entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas métricas de basura plástica llegan al mar cada año, como resultado del deficiente manejo de residuos en los países costeros.

Además, el **cambio climático**, entendido como la modificación del clima en relación con el historial climático de un lugar determinado, es una amenaza latente para Galápagos. A pesar de que el clima del mundo cambia debido a procesos naturales, las actividades humanas influyen cada vez más en estas variaciones de temperatura. Las emisiones de gases con efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂) crean una capa en la atmósfera terrestre que evita la dispersión del calor que recibe la Tierra, por lo que se calienta cada vez más.

Un mar sano contribuye a mitigar los efectos del cambio climático, pues por la fotosíntesis de las algas y el fitoplancton se fija CO₂; por lo tanto, se puede decir que el océano es un regulador del clima. Se calcula que, desde la época pre-industrial, el mar ha absorbido un 30% de todo el CO₂ emitido a la atmósfera y el mar asimila el 90% del calor atmosférico acumulado.



Frente Insular

Comercio y tráfico de vida silvestre

En las islas, el **comercio y tráfico de vida silvestre** es una amenaza. Mientras el Ecuador, con el apoyo de ONGs internacionales, invierte millones de dólares y cientos de horas de trabajo de guardaparques e investigadores para proteger y salvar de la extinción a especies endémicas de Galápagos, los traficantes utilizan argucias legales para blanquear los animales que se roban de las islas (Grupo de Especialistas sobre Iguanas de la UICN), pues se comercializan con permisos de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Estos animales que tienen un origen en supuesto criaderos, a pesar de que el Ecuador nunca ha autorizado la exportación de reproductores o pies de cría. Así, las iguanas, tortugas y lagartijas de lava de Galápagos se comercializan en el mundo como criadas en cautiverio con documentos de CITES que certifican esta condición, pero sin que se verifique en los lugares de crianza.

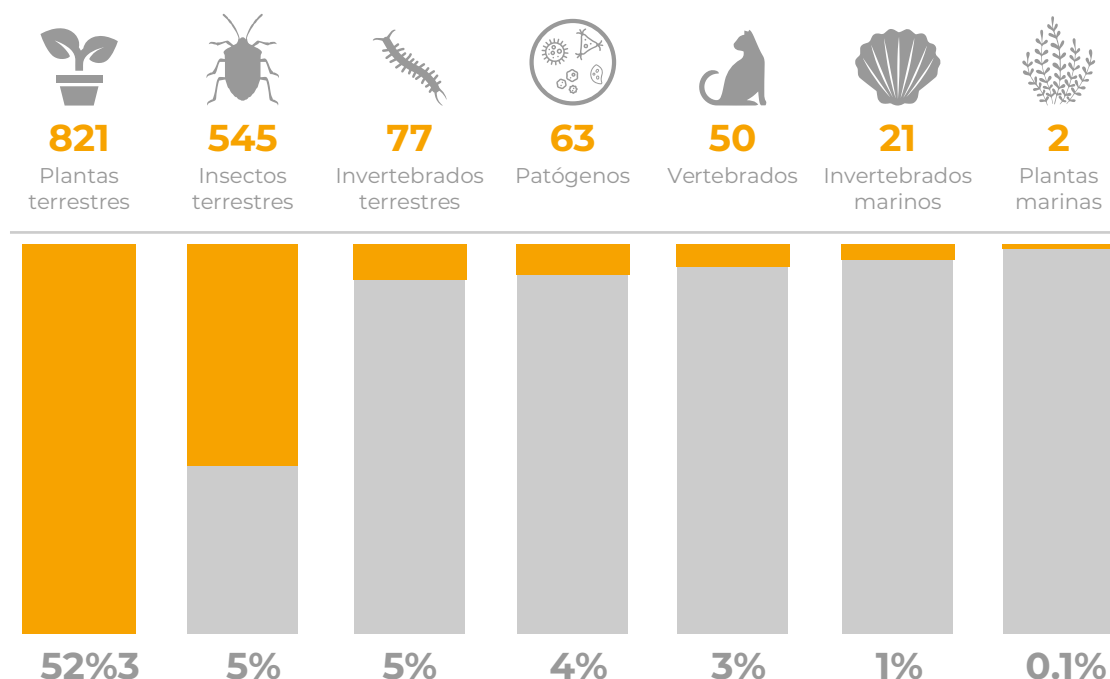
Este tráfico es una amenaza real a especies en peligro como las iguanas marinas o las tres especies de iguanas terrestres. Tanto la comercialización legal, que se realiza con permisos CITES, como la ilegal representan un problema para la supervivencia de estos animales. En el 2010, apenas un año después del descubrimiento de la iguana rosada, una pareja de esta especie se exportó desde Mali hasta Suiza; el Ministerio del Ambiente del Ecuador certificó que no ha emitido autorización alguna para la salida de estos animales vivos.

Estos son los principales casos de tráfico de vida silvestre reportados en Galápagos en los últimos diez años y que no cuentan aún con una sanción definitiva:

- 🦋 **2022 junio:** 86 crías de tortugas gigantes y 6 iguanas terrestres fueron decomisadas en el barco de turismo Xavier III en la Costa del Ecuador.
- 🦋 **2021 marzo:** 185 crías de tortugas gigantes decomisadas en el aeropuerto de Baltra.
- 🦋 **2017 y 2018:** desaparecieron por lo menos 150 tortugas de Galápagos entre pequeñas y juveniles; 29 se hallaron en Perú y regresaron al Ecuador.
- 🦋 **2015:** un ciudadano mexicano fue sentenciado por intentar sacar 2 iguanas terrestres y 9 marinas de las islas.
- 🦋 **2012:** un ciudadano alemán fue detenido y preso por intentar sacar 4 iguanas terrestres.

Introducción de especies

ILUSTRACIÓN 4. Número de especies introducidas por grupo taxonómico



Fuente: Compendio de Especies Invasoras

Hasta el 2019, un total de 1.579 especies terrestres y marinas han sido introducidas en Galápagos, entre ellas 821 plantas terrestres, 545 insectos terrestres, 77 invertebrados terrestres, 63 patógenos, 50 invertebrados, 21 invertebrados marinos y 2 plantas marinas. El 93% de estas especies se han establecido en el archipiélago y el 50% han sido introducidas de manera intencional.

Para contrarrestar esta situación, en el archipiélago se ejecuta el Plan de Manejo de Especies Invasoras para Galápagos que se presentó en febrero de 2019 en la isla Santa Cruz. El plan establece lineamientos para la coordinación de acciones entre las instituciones públicas y privadas para enfrentar la amenaza de las especies invasoras en los ecosistemas de Galápagos y las estrategias para evitar su dispersión y nuevas introducciones hasta el año 2030.

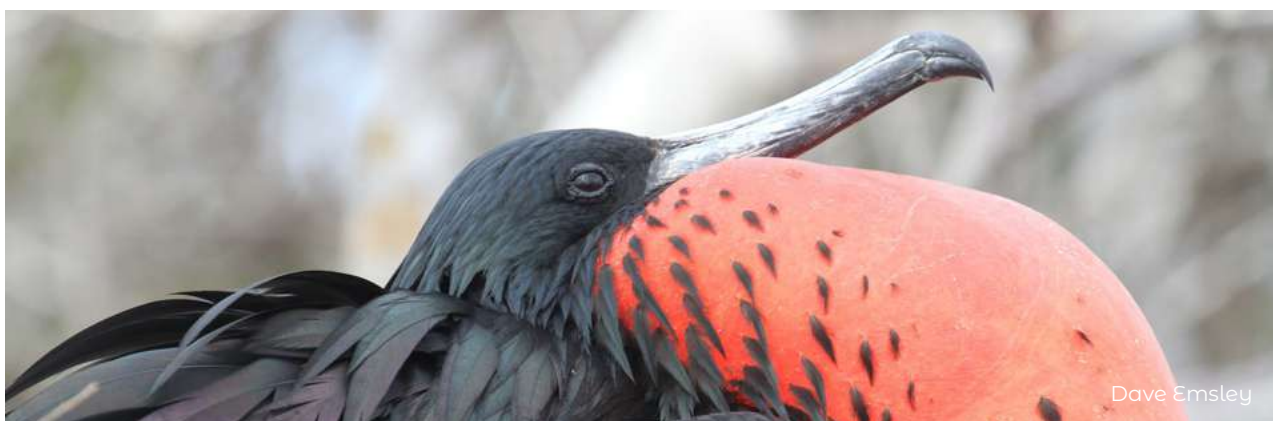
Este Plan de Manejo de Especies Invasoras tiene como meta reforzar el trabajo que realiza la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG) que es una institución adscrita al Ministerio del Ambiente que tiene como misión “controlar, regular y reducir el riesgo de introducción y dispersión de especies exóticas por cualquier medio que pongan en riesgo la biodiversidad de las islas, la economía local y salud humana”.



Importancia de la biodiversidad

Para hablar de la importancia de la biodiversidad, es necesario recordar que la diversidad biológica es una característica esencial de un ecosistema; y, este a su vez es la unidad básica funcional de la naturaleza. Esto significa que un ecosistema es la base para agrupar la interrelación entre organismos vivos y el ambiente que no está vivo. Los servicios ecosistémicos o ambientales son aquellos que la naturaleza o los procesos ecológicos proveen a los seres vivos y al planeta; estos beneficios pueden ser en forma de valores, bienes o servicios. La biodiversidad al ser parte de los ecosistemas y sus procesos sostiene parcial o totalmente los servicios ambientales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), considera que los servicios ambientales son el motor del ambiente. Son esenciales para la vida y se los puede definir como los beneficios que las personas obtienen de la naturaleza. Los servicios ambientales se agrupan en servicios de regulación, provisión y culturales.



Servicios de regulación

Bajo esta clasificación están los servicios que brindan los ecosistemas a procesos ecológicos que hacen posible o mejoran la vida del ser humano. Entre los principales podemos citar el clima y la calidad del aire, el secuestro o fijación de carbono, la moderación de fenómenos naturales, el tratamiento de aguas residuales, la prevención de la erosión y conservación de la fertilidad de suelos, el control de plagas, la polinización y regulación de los flujos del agua, entre otros. A continuación, se amplían los principales servicios ambientales de los ecosistemas y la biodiversidad presente.

Regulación del clima local y de la calidad del aire

Los árboles proporcionan sombra y eliminan contaminantes de la atmósfera. Además, los bosques influyen en las precipitaciones.

Secuestro y almacenamiento de carbono

Cuando los árboles y otras plantas como el fitoplancton crecen, extraen dióxido de carbono de la atmósfera y lo atrapan eficazmente en sus tejidos.

Moderación de eventos extremos

Los ecosistemas y los organismos vivos crean amortiguadores frente a peligros naturales como inundaciones, tormentas o deslizamientos de tierras. Un ejemplo son los manglares en las costas y los bosques en las laderas.

Tratamiento de aguas residuales

Los microorganismos de los suelos y los humedales descomponen los desechos humanos y animales, así como los contaminantes presentes en las aguas que provienen de la actividad humana.

Polinización

Se calcula que de los 115 principales cultivos alimentarios del mundo, 87 dependen de la polinización por animales, incluidos cultivos comerciales como el cacao y el café.

Control biológico

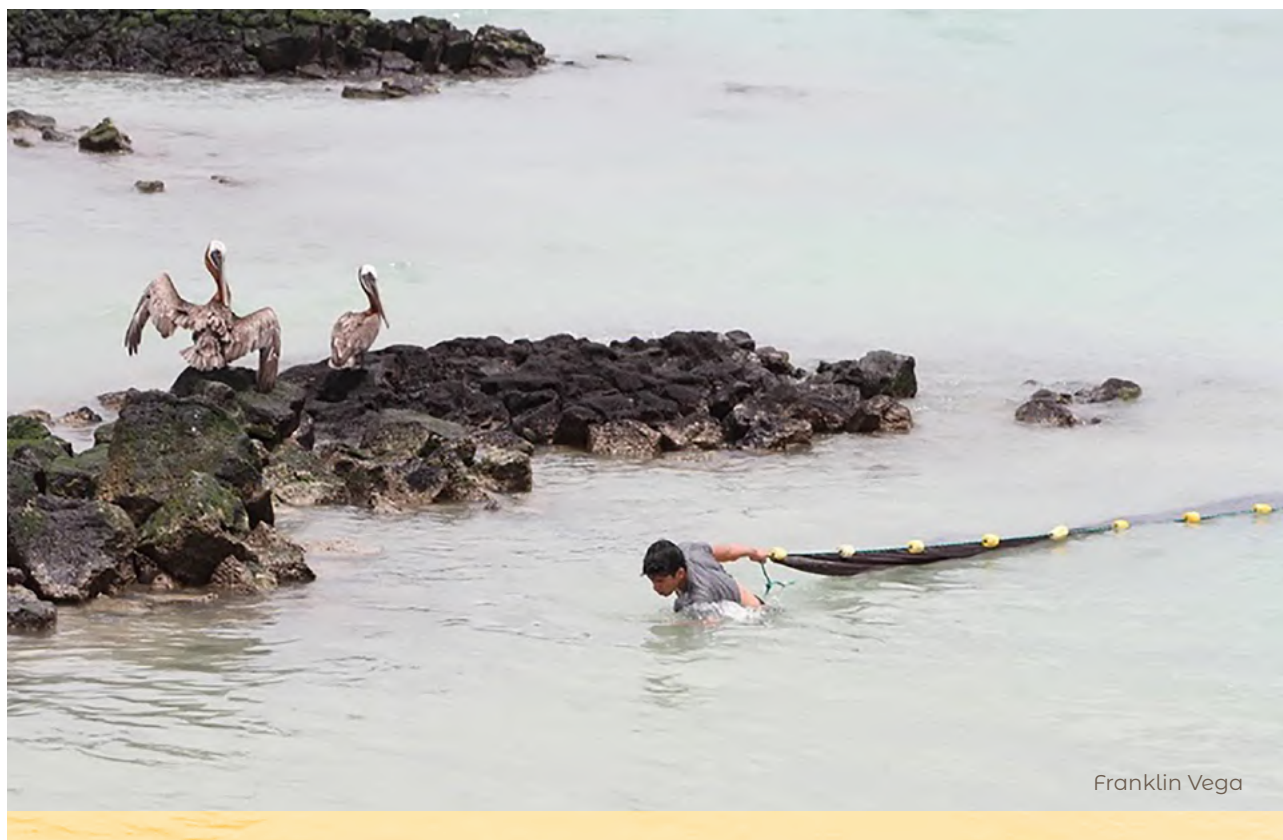
Los ecosistemas y la biodiversidad son vitales para regular plagas y enfermedades transmitidas por vectores. Un ejemplo fueron las mariquitas (*Rodolia cardinalis*) que se introdujeron en Galápagos para controlar la plaga de pulgones que estaban acabando los manglares de las islas.

El reto para quienes trabajan con la biodiversidad es visibilizar estos servicios y buscar la forma de no darles como algo obvio que está separado de la naturaleza y que no están interconectados. Por ejemplo, la calidad del aire o el agua dependen de cuanto se regule la contaminación y lo responsables que seamos en el uso de los recursos.

Servicios de provisión

Dentro de los servicios ambientales se agrupan los productos obtenidos de la naturaleza para su consumo o utilización como la comida, el agua dulce, las materias primas como el algodón, la madera, la sal, los combustibles renovables y no renovables, los recursos genéticos para la agricultura, los compuestos bioquímicos para usos medicinales o farmacológicos.

En resumen, los servicios de provisión son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas como agua, alimentos, medicinas y materias primas. Para las poblaciones humanas, estos servicios representan su forma de subsistencia, por lo que su valor es mayor que si los comercializaran.



Franklin Vega

Servicios culturales

Los servicios culturales son los beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas y la biodiversidad. Se los puede definir como la inspiración estética, la identidad cultural, el sentimiento de apego a la tierra y la experiencia espiritual relacionada con el entorno natural. En este grupo se incluyen las actividades recreativas y el turismo.

La recreación, salud mental y física es influenciada por el papel que los paisajes naturales y las zonas verdes urbanas, brindando espacios de descanso y reconexión con lo natural: desde el disfrutar de la sombra de un árbol, el aspirar el aroma de una flor o escuchar un ave trinar. Una muestra, el turismo de naturaleza genera beneficios económicos y es una fuente vital de ingresos, en especial en Galápagos.

El lenguaje, el conocimiento y la apreciación del entorno natural son aspectos que han estado relacionados a lo largo de la historia de la humanidad y determinan la forma en que los diferentes grupos humanos se relacionan entre ellos y su entorno. Han servido de inspiración para diferentes culturas, el arte y el diseño de distintos elementos. Además, las experiencias espirituales y el sentimiento de pertenencia a un lugar es un elemento común en las religiones y en donde la naturaleza y su biodiversidad tiene un papel predominante.



Importancia de la biodiversidad de Galápagos a nivel local, regional y mundial

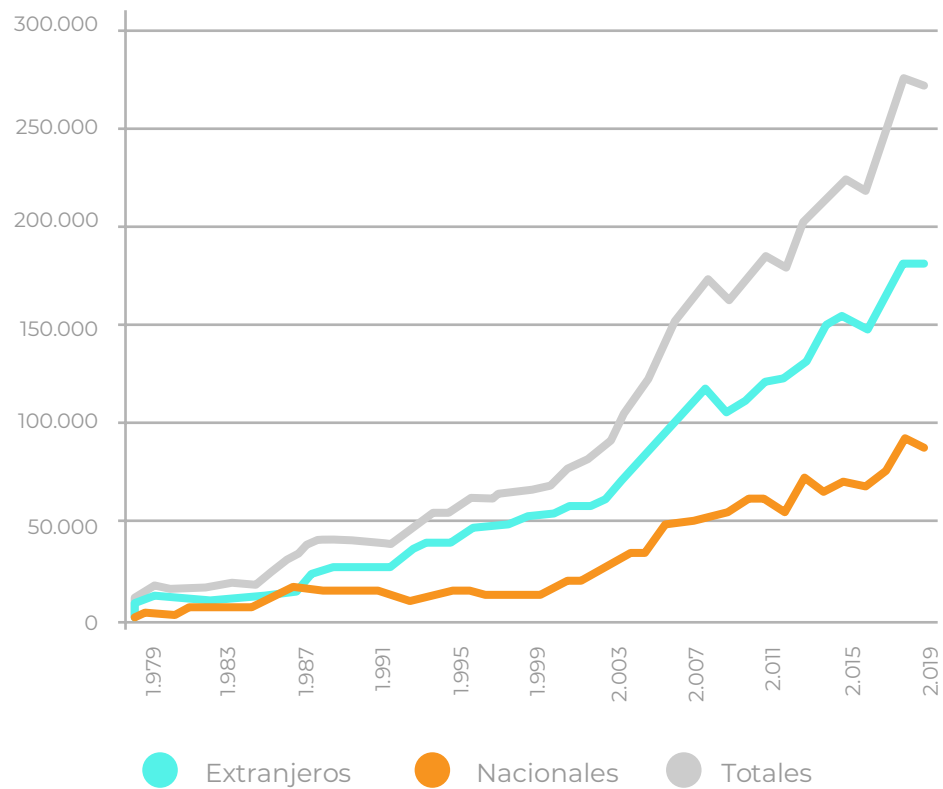
La biodiversidad presente en Galápagos es única en el mundo tanto en su flora como en su fauna. El calificativo único se evidencia en el porcentaje de endemismo que alcanza el 25% en cuanto a las especies de fauna y la flora. Existen también plantas que solo se pueden encontrar en lugares específicos de las islas como el Lino de las islas Galápagos o lino Floreana (*Linum cratericola*); este arbusto está emparentada con el lino textil y solamente se encuentra en un cráter en la isla Floreana, apenas se han contabilizado 50 ejemplares; por esto esta especie se la considera en peligro de extinción (Fundación Charles Darwin 2015).

En reconocimiento a su importancia mundial, las islas Galápagos fueron designadas Patrimonio Natural de la Humanidad en 1976, Reserva de la Biosfera de la UNESCO en 1984 y Sitio Ramsar en 2001. Las Galápagos son conocidas como el laboratorio vivo de la evolución, uno de los lugares donde Charles Darwin recolectó evidencias para formular la teoría de la Selección Natural.

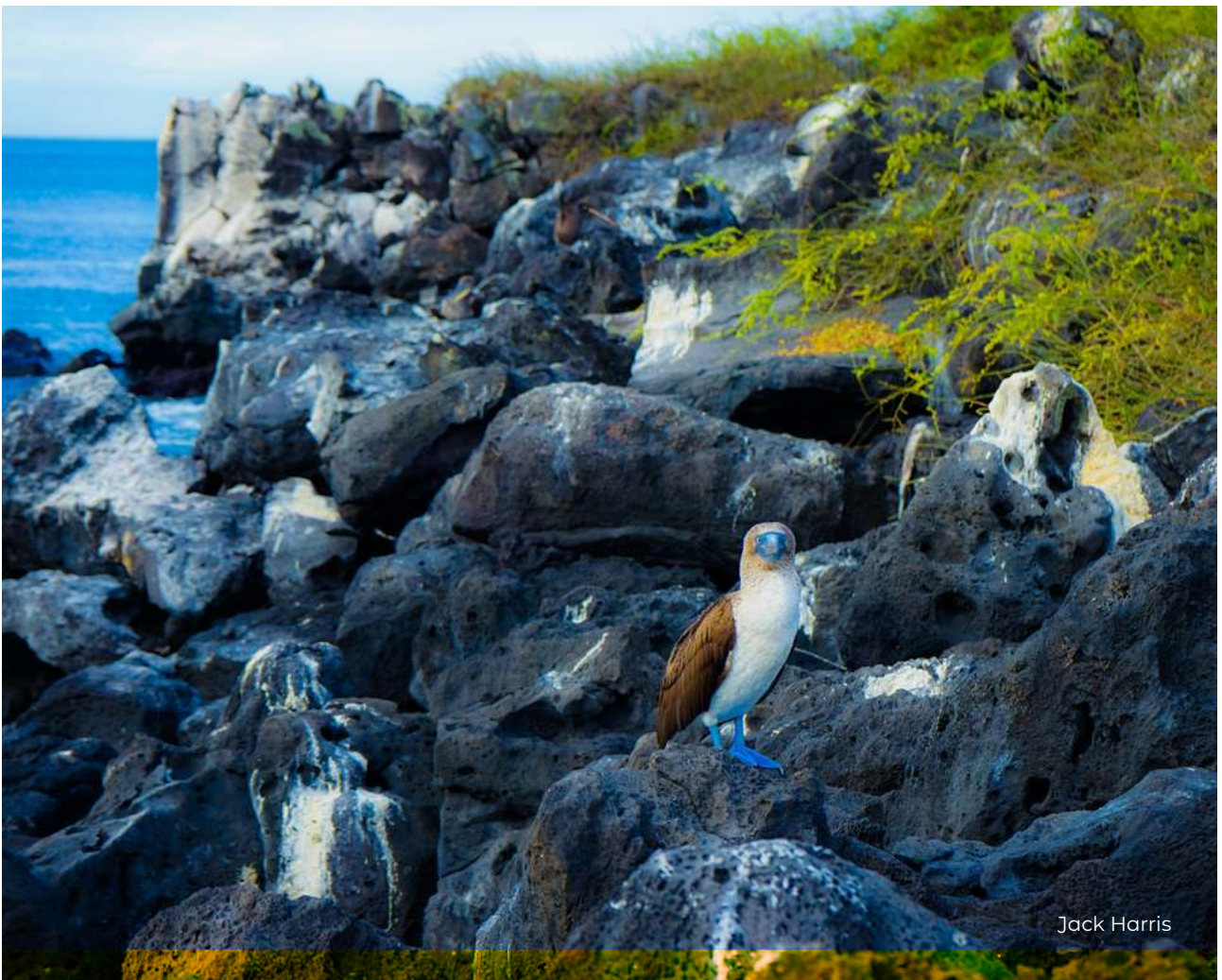
La importancia de la biodiversidad de Galápagos no es solo el dinero que se genera por el turismo implica su valor en sí mismo. Las especies y ecosistemas únicos son patrimonio mundial, las grandes extensiones protegidas de manglares son sitios muy importantes para la fijación de CO₂, las islas han sido sitio para grandes descubrimientos científicos.

Este reconocimiento se tradujo en una difusión mundial y a la vez contribuyó a que el turismo se desarrolle en las islas de forma acelerada. Esta actividad se considera la principal actividad económica de Galápagos y según la Cámara de Turismo de las islas, el 80% de la economía local está vinculada al turismo, tanto la que se realiza en barcos (turismo navegable) como el que tiene como eje las facilidades como hoteles en tierra (turismo de base local).

Al analizar las estadísticas, el turismo en Galápagos se masifica, por lo menos hasta 2019, de forma acelerada. El turismo, según el último estudio disponible, solo deja en Galápagos el 15% del volumen total de lo que allí se genera. Ante la pandemia, ¿cómo se desarrollará el turismo en Galápagos? Este es un debate pendiente en las islas, pero que requiere ser tratado por toda la comunidad.



Fuente: Estadísticas Parque Nacional Galápagos



Jack Harris

Conservación de la biodiversidad

La diversidad biológica y cultural del mundo necesita buscar mecanismos que permitan su conservación, restauración y uso sustentable. En este sentido se han desarrollado varias herramientas para la conservación de la biodiversidad y los hábitats donde se desarrolla.

Todas las iniciativas de conservación parten desde el conocimiento de las especies, sus poblaciones y los ecosistemas. Así se planifican y ejecutan programas de conservación en el mismo lugar que ocurren (conservación in situ), el manejo sustentable de los diferentes hábitats y como el caso del Parque Nacional Galápagos, una conservación de especies fuera de su lugar de origen (conservación ex situ), como por ejemplo fue el programa de reproducción en cautiverio de **iguanas** para poder repoblar la isla Baltra .

Otro ejemplo destacado de conservación fue Programa de Reproducción de Tortugas en Cautiverio de la isla Española el cual desarrolló con la ONG Galapagos Conservancy, a través de Iniciativa para la Restauración de las Tortugas Gigantes (GTRI por sus siglas en inglés). Este programa se cerró oficialmente el 16 de junio del 2021. No obstante, el programa de tortugas de Española la inició la Fundación Charles Darwin en 1960.

En Ecuador, desde la década de 1970, el sector académico y científico, las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), las comunidades junto con el personal de lo que hoy es el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (antes INEFAN) han generado el conocimiento sobre los ecosistemas para orientar y fortalecer las acciones de protección que eventualmente se han plasmado en reservas naturales y luego parques nacionales como es el caso del Parque Nacional Galápagos.

En estas iniciativas de protección han priorizado aspectos como la representatividad y complementariedad de los ecosistemas, los patrones de distribución especies y la conectividad ecológica; para mencionar algunas de las variables que se consideran al momento de tratar el tema de la conservación de la biodiversidad y sus ecosistemas.

Medidas de conservación

En diciembre del 2016, al finalizar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, se adoptaron compromisos para fortalecer la conservación de la diversidad. Uno de los avances fue el incorporar el concepto de biodiversidad a los sectores forestal, pesquero, agrícola y de turismo. Se acordaron medidas para integrar la agenda de protección de la biodiversidad con los objetivos del desarrollo sostenible y el Acuerdo Climático de París (que busca frenar el cambio climático).

Los gobiernos convinieron medidas que acelerarán la aplicación de las metas globales en materia de diversidad biológica y mejorarán la vinculación de la agenda de la diversidad biológica con otras agendas mundiales. Las líneas de acción planteadas son: generación de capacidades para desarrollar y aplicar medidas de conservación, protección y manejo de polinizadores (especies como las abejas que facilitan la fecundación de las plantas). Fortalecer las áreas protegidas tanto terrestres como marinas, restauración de ecosistemas para revertir la pérdida de la biodiversidad, priorizar enfoques basados en los ecosistemas para la adaptación al cambio climático y así reducir el riesgo de desastres.



Conservación en Galápagos

A las islas Galápagos aún se las considera un laboratorio natural de la evolución, ya que conserva la mayoría de su biodiversidad original, a pesar de que comparte algunas de las características con otras islas de origen volcánico como la escases de agua dulce, volcanes activos, una flora altamente sensible a la introducción de especies exóticas y el ser un ecosistema vulnerable a las actividades humanas (perturbaciones antrópicas).

No obstante, gracias a su aislamiento geográfico y tardía colonización (se considera que el ser humano se estableció permanentemente en el archipiélago a finales del siglo XVIII) y los esfuerzos de conservación que se desarrollan desde 1970, la mayor parte de sus especies todavía se encuentran de forma natural, tanto en el área terrestre como la marina.

Este valor como reducto o laboratorio de la evolución le ha servido para ser conocido en el mundo y recibir múltiples formas de apoyo en una ecorregión -definido como un territorio geográfico extenso determinado por su clima, geología, hidrografía, fauna y flora- única en el mundo en la cual los procesos ecológicos están activos y con una escasa interferencia del ser humano como ocurre en la mayoría del territorio del Parque Nacional Galápagos y Reservas Marinas.

Una de las fortalezas para la conservación en el archipiélago es el afianzamiento del Parque Nacional Galápagos, que ha logrado mantener y recuperar especies como iguanas y tortugas con el apoyo de ONGs nacionales e internacionales y el soporte de la mayoría de la población que colonizó las islas a partir de la formalización del turismo en la década de 1970.

El Parque Nacional Galápagos fue creado mediante del Decreto Ejecutivo N-17, del 4 de julio de 1959, para conmemorar el primer centenario de la publicación del libro “El Origen de las Especies” de Charles Darwin, en sus inicios se llamaba Servicio del Parque Nacional Galápagos.

Para 1971, el parque contó con su primer Superintendente, dos oficiales y seis guardaparques en la isla Santa Cruz. En 1974 se estableció el primer plan de manejo y un equipo de trabajo más numeroso. Desde ese año, los esfuerzos por conservar Galápagos se han multiplicado y el Parque ya cuenta con profesionales, investigadores y recursos para vigilar tanto el área terrestre como la marina, no completamente en lo que se refiere al mar que cubre un área equivalente al 60% de todo el territorio continental del Ecuador.

En los inicios del área protegida y hasta el año 2000, la institución que estaba a cargo de la mayoría de las investigaciones científicas fue la Fundación Charles Darwin, establecida en 1959, con el auspicio de la UNESCO y la Unión Mundial para la Naturaleza. A pesar de que el aporte de la Fundación Charles Darwin se mantiene, en la actualidad en Galápagos laboran más de 30 ONGs (nacionales y extranjeras) que investigan, trabajan con la comunidad y apoyan la gestión del Parque Nacional y a la comunidad.

Los esfuerzos por conservar Galápagos se han multiplicado y paulatinamente la comunidad se ha integrado a la dinámica de protección y cuidado de las islas. Sin embargo, el debate pendiente es la reactivación económica y el modelo o modelos de turismo que se desarrollan en las islas.





El historiador y escritor de Galápagos, Octavio Latorre, señala que no hay evidencias de la presencia humana en las islas antes del siglo XIX. Las visitas de piratas y balleneros fueron esporádicas y las balsas de los aborígenes de las costas del Ecuador fueron naufragios en lugar de intentos para colonizar las islas y aprovechar frutos nativos como el algodón.

El aislamiento y las duras condiciones en las islas (como la carencia de agua dulce) provocaron que se mantengan deshabitadas. Manuel J Cobos y sucesores, desde 1860 hasta 1924, se establecieron en la isla San Cristóbal y sentaron las bases para la colonización formal de las islas y el uso de sus recursos naturales y la tierra sin regulaciones.

En 1933, tan solo cinco personas habitaban la isla Santa Cruz, pero el número se incrementó en 1938 cuando llegó la familia Angermeyer y se contabilizó 60 personas. Hasta mediados del siglo XX, la colonización fue lenta y se aceleró con la formalización y regulación del turismo (Latorre).

El turismo en Galápagos empezó en 1934 con la llegada del crucero la Stella Polaris, a quienes se les atribuye el ser pioneros en el turismo en las islas, marcando en el mundo así el deseo de conocerlas que se mantiene hasta la actualidad y que cada vez atrae más visitantes. Para 1969, el yate de crucero navegable, el Lina A, de Metropolitan Touring, propiedad de Eduardo Proaño, surcaba el mar de Galápagos. Varias compañías se sumaron a la flota de embarcaciones turísticas (Grenier 2015).

Las visitas a las islas, en esta segunda fase del turismo, se realizaban mayoritariamente en yates o barcos ocupados por turistas extranjeros por los altos costos que tenían. En la década del 1980,

la falta de personal calificado se evidenciaba con la presencia de guías naturalistas extranjeros, la mayoría biólogos o estudiantes de ciencias relacionadas con la naturaleza. Los visitantes nacionales realizaban un turismo de base local y se transportaban en barcos de pesca reacondicionados para recibir visitantes.

Según las cifras del Parque Nacional Galápagos crecimiento de turistas en las islas pasó de 11.000 anuales en 1979 a 68.000 en el 2000, a 108.000 en el 2004 y a 270.000 en el 2019. Este incremento de visitas se tradujo en un mayor flujo de mercaderías, bienes y servicios desde el continente; así como un incremento del uso de recursos naturales insulares (espacio para construcciones, agua, lugares para disponer los desechos).

Con el incremento del turismo, también se incrementó la población; llegando antes de la pandemia por COVID19, a alcanzar los 35.000 habitantes entre residentes permanentes y temporales. Para el año 2022 se calcula que las islas alberguen cerca de 20.000 residentes permanentes y se espera que el número de visitantes supere los 271.238 turistas (nacionales y extranjeros) que fue el número registrado antes de la pandemia por COVID19 según el PNG.

Junto con el incremento de pobladores, viajeros y las mercaderías, también se incrementaron los ingresos de animales y plantas invasores como la mora o insectos. El Parque Nacional Galápagos desarrolló varias iniciativas para controlar el ingreso de estas especies y completar los esfuerzos que se realizan para erradicar los mamíferos de las islas.

Desde el 2012 funciona en Galápagos la Agencia de Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena para Galápagos (ABG). Esta es una institución adscrita al Ministerio del Ambiente que tiene como misión “controlar, regular y reducir el riesgo de introducción y dispersión de especies exóticas por cualquier medio que pongan en riesgo la biodiversidad de las islas, la economía local y salud humana”. Desde ese año, las labores de control de especies introducidas se han incrementado e institucionalizado en coordinación con otros estamentos de las islas.

La ABG ha desarrollado campañas para controlar hormigas, mosca de la fruta, roedores, el caracol africano, *Lissachatina fulica*, el mosquito transmisor de enfermedades como el dengue, *Aedes aegypti*, y campañas de esterilización de perros y gatos.

Mientras la población de Galápagos ha crecido de forma permanente, también las formas de relacionarse con su entorno. Cada vez se instauran más iniciativas para conservar las islas, proteger su flora y fauna únicas. Los trabajos de educación ambiental son básicos en escuelas y colegios de Galápagos y permiten a los jóvenes tener una visión más amplia.

En cuanto a la relación formal de los isleños con el archipiélago, se cuenta con uno de los pocos instrumentos de planificación en el Ecuador que se ha construido con los mismos pobladores: Plan para el Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Galápagos “Plan Galápagos 2030”.

El Plan Galápagos 2030 constituye la guía oficial para el desarrollo de Galápagos y se desarrolla en cinco ejes:

- ✧ **Gobernanza:** asegurar un modelo de gobernanza que refleje el Régimen Especial de Galápagos.
- ✧ **Comunidad:** mejorar el bienestar del habitante isleño de acuerdo con el valor patrimonial de las islas Galápagos.
- ✧ **Entorno:** fortalecer la capacidad de resiliencia de las islas tomando como base el recurso humano y el patrimonio natural.
- ✧ **Hábitat:** desarrollar espacios seguros, inclusivos y sostenibles, que promuevan igualdad de oportunidades y que estén conectados con el entorno natural.
- ✧ **Economía:** diversificar la economía, basado en la innovación, el bien común, la igualdad, ética y el acceso a oportunidades.

Otra de las muestras del nivel de compromiso de los habitantes con la protección de Galápagos es la creación de la Reserva Marina Hermandad, que se gestó desde la comunidad desde el año 2017.

Reserva Marina Hermandad



Desde su creación en 1998, la Reserva Marina de Galápagos (RMG) ha contribuido a la conservación de las especies y ecosistemas marinos del Pacífico Este Tropical, siendo clave para la economía y seguridad alimentaria de la población humana residente en Galápagos. Sin embargo, la RMG ha enfrentado nuevos y crecientes desafíos generados no solo por el cambio climático, y sus efectos sobre la distribución y abundancia de especies comerciales y protegidas; si no por la sobrepesca y la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (IND-NR) generada en la Zona Económica Exclusiva insular del Ecuador (ZEE), particularmente de

especies marinas altamente migratorias, ya sea comerciales o cuyo estado de conservación está amenazado o en peligro de extinción.

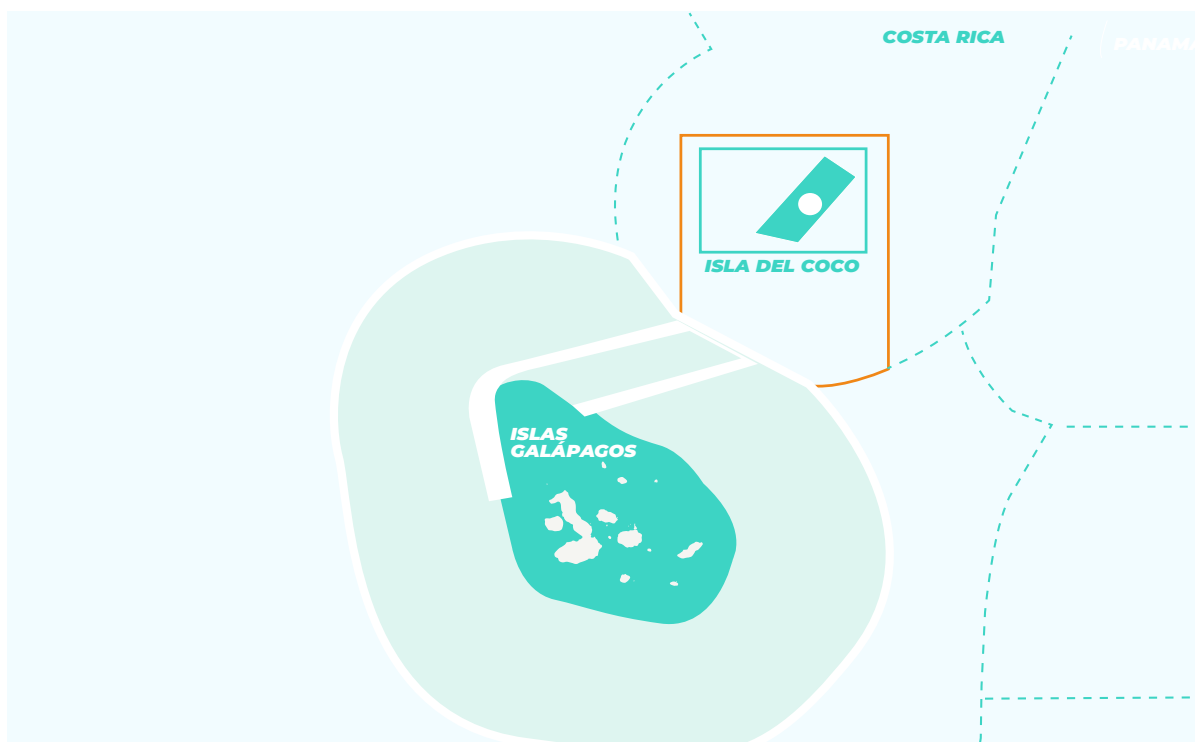
Bajo este contexto, era necesaria una iniciativa para enfrentar dichas amenazas y asegurar así la conservación de la biodiversidad marina y el uso sostenible de los recursos no sólo de la RMG sino del resto de la ZEE insular de Ecuador y la región del Pacífico Este Tropical.

Con estos antecedentes y con apoyo internacional, desde el 2018 arrancó una propuesta que analizó la viabilidad de la expansión de la Reserva Marina de Galápagos o la creación de una nueva Área Marina Protegida. Esta propuesta se consolidó durante los años 2019 y 2020 con soporte técnico-científico y el seguimiento por parte de las autoridades competentes, como el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) y la Dirección del Parque Nacional Galápagos (DPNG).

De esta forma, se estableció una ruta de trabajo para compilar los documentos e información que sustenten la propuesta de expansión de zonas de protección marina. Este proceso también contó con la socialización de la información y los aportes de los diferentes usuarios tanto de la RMG como del Ecuador continental. En mayo del 2021 el MAATE tomó el liderazgo y realizó rondas de reuniones con los diferentes sectores involucrados, proponentes científicos y usuarios para establecer la viabilidad de esta propuesta y definir un área adecuada.

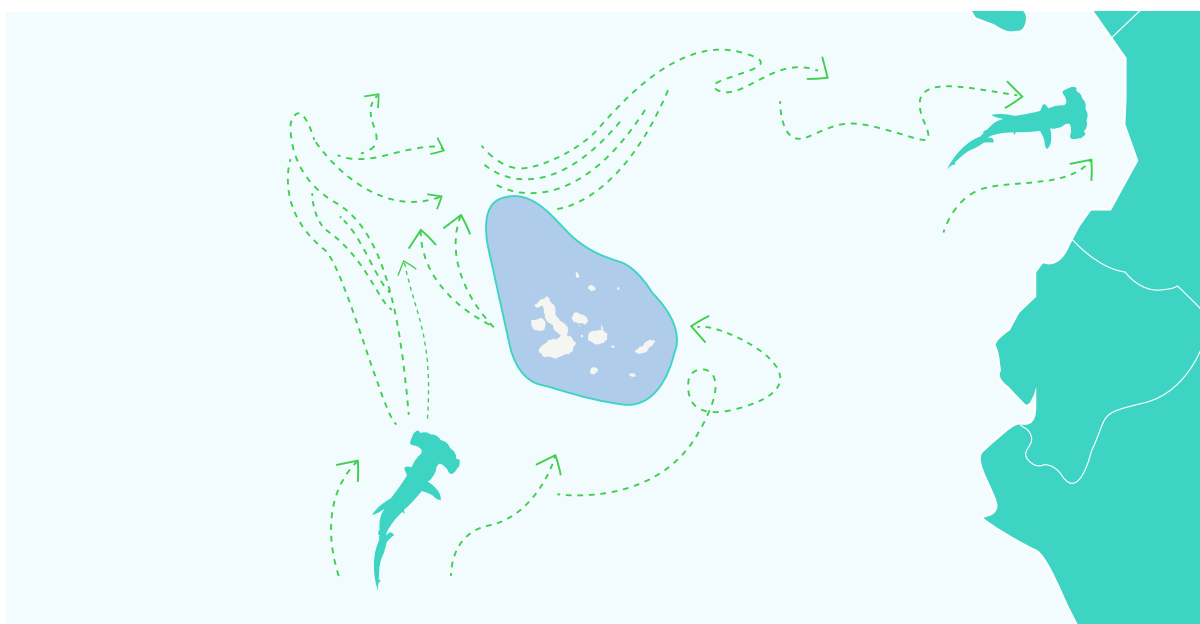
En noviembre del 2021, se anuncia la creación de la nueva área marina protegida, llamada Reserva Marina Hermandad, que complementará la actual Reserva Marina con 60.000 Km² adicionales, que están divididos en dos zonas de 30.000 km² cada una. Una zona de no producción pesquera (no take zone), que conecta las aguas del Ecuador con las de Costa Rica; en lo que se conoce como la Migravía de Galápagos y la Isla del Coco y está sobre la Cordillera Submarina de Cocos. Con la protección de la Migravía se aumentarán las posibilidades de una mejor protección para especies migratorias como tiburones, tortugas y mantarrayas. La segunda es una zona donde no está permitido el palangre (no long line zone), ubicada al noroeste de la actual Reserva Marina de Galápagos, que ayudará a evitar que ingresen los barcos palangreros al área protegida.

La recién creada Reserva Marina Hermandad se encuentra en un proceso de implementación en el presente año, a partir de su declaratoria oficial que realizó el presidente de la República el 14 de enero, y su establecimiento oficial en el sistema de Áreas Protegidas del Ecuador el 14 de marzo de 2022. A finales del 2022, se contará con un Plan de Manejo que al momento se encuentra en construcción en coordinación con los diferentes usuarios y entidades gubernamentales, las cuales serán las encargadas de administrar esta nueva Área Marina Protegida. Esta reserva marina constituye la segunda reserva marina de Galápagos la cual fortalecerá los esfuerzos de conservación marina y protección de recursos pesqueros de nuestro país.



Hermandad y los tiburones

Con Reserva Marina Hermandad se protege una de las rutas de migración de varios tiburones. Cerca de Darwin y Wolf, al norte de la Reserva Marina de Galápagos (RMG), se encuentra la mayor biomasa de tiburones en el mundo. Con Hermandad se busca proteger las migraciones de **tiburones** hacia la isla del Coco, en Costa Rica. En la RMG y Hermandad se ha documentado la presencia de alrededor de 38 especies de tiburones incluyendo el **tiburón punta negra, tiburón de Galápagos, tiburón tigre, tiburón sedoso, tiburón ballena, tiburón martillo**, entre otros.



Rutas de migración de 27 tiburones martillo desde Galápagos hasta la isla del Coco en Costa Rica.
Fuente: GALAPAGOS SCIENCE CENTER

Hermandad y los montes submarinos

Los **tiburones y tortugas marinas** cruzan el océano desde las islas Darwin y Wolf hasta Isla del Coco en Costa Rica. En su viaje algunos estudios sugieren que se orientan con el geomagnetismo presente en las cordilleras submarinas como la del Coco, cuyo punto más sobresaliente es la isla del Coco en Costa Rica. Además de usar las cordilleras submarinas como referencia, las especies marinas utilizan los montes submarinos como lugares para “agregarse” y alimentarse.



Rutas de migración de 46 tortugas Laúd desde Galápagos hasta las playas de Coco en Costa Rica y Pana.
Fuente: GALAPAGOS SCIENCE CENTER



Rutas de migración de 59 tiburones ballena desde Galápagos hasta las playas de Coco en Costa Rica y Panamá.
Fuente: GALAPAGOS SCIENCE CENTER

La cronología de la Reserva Marina Hermandad

2017

En agosto se detuvo al buque carguero refrigerado de China Fu Yuan Yu Leng 999 con 300 toneladas de pescado en sus bodegas. Entre estas, los cuerpos 7.639 tiburones, muchos de especies protegidas y juveniles. Ente estos estaban 6.000 tiburones sin aletas. Una marcha multitudinaria en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, reclama la ampliación de la Reserva Marina de Galápagos.

2019

En diciembre el entonces presidente Lenín Moreno, en la Cumbre del Cambio Climático de la ONU (COP25 en Madrid, España), anunció la ampliación de la Reserva Marina de Galápagos “para cuidar ese patrimonio en beneficio de la humanidad, población local y su biodiversidad”.

2020

Se oficializa la creación del colectivo ciudadano Más Galápagos conformado por representantes de la sociedad civil, del sector de la conservación, de los pescadores artesanales de Galápagos y amigos del continente. La presencia de 300 barcos pesqueros industriales de bandera China, moviliza a la ciudadanía en Galápagos y el territorio Continental. Estas pescan en el límite de la Zona Económica Exclusiva Insular del Ecuador.

2021

En enero se entregan de 32.000 firmas de apoyo a la creación de la nueva Reserva Marina de Galápagos a la Presidencia de la República junto con los estudios que sustentan la ampliación del mar protegido que rodea Galápagos. En junio de junio se recolectan 20.180 firmas físicas adicionales para pedir la ampliación de la Reserva Marina de Galápagos; participaron voluntarios y pescadores de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayaquil, Pichincha y Galápagos. En noviembre, el presidente Guillermo Lasso, anunció desde Glasgow en la COP26, la creación de la nueva Reserva Marina en Galápagos.

2022

En enero el presidente Guillermo Lasso, firmó en Puerto Ayora, isla Santa Cruz, el Decreto de creación de la Reserva Marina Hermandad, ubicada al norte de la Reserva Marina Galápagos con 60.000 km² de mar protegido adicionales. En marzo, Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica expidió el Acuerdo Ministerial que establece los límites externos de la Reserva Marina Hermandad a la vez que inició el trabajo para la creación del Plan Manejo de Hermandad y el acuerdo interministerial para la gestión de la nueva Área Protegida Marina.

Salud de los ecosistemas (ONE HEALTH)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la palabra salud para los seres humanos como “el estado de completo bienestar físico, mental, social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. En las personas, el concepto de bienestar es relativo, ya que depende de quién lo aplica y sus creencias.

En la naturaleza también se puede hablar de la salud de los ecosistemas, al entenderlos como sistemas complejos con interrelaciones constantes. No obstante, sabemos que las condiciones del ecosistema cambian en respuesta a fenómenos ambientales o naturales (inundaciones, terremotos, erupciones volcánicas) y por la acción humana (sobreexplotación de recursos, introducción de especies invasoras, deforestación, cambio de uso del suelo) y que estos cambios tienen consecuencias en los procesos y funciones que se desarrollan, afectando así su salud o condición de equilibrio.

El punto clave para los humanos es entender que como especie somos parte de los ecosistemas; somos un actor con la fuerza de cambiar las condiciones naturales y utilizarlas para nuestro beneficio y en ocasiones deteriorando el mismo entorno. En la escala planetaria, se puede afirmar que la Tierra, en su conjunto, es un sistema que evoluciona, que de alguna forma está “viva”, y que tiene capacidad de autorregularse y que el hombre es una especie más.

Bajo este marco, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), acogieron la propuesta de “One Health” (Una sola salud) y aplican este enfoque en sus programas y proyectos en tres aspectos básicos.

El enfoque de One Health implica a múltiples sectores, disciplinas y comunidades en diferentes ámbitos de la sociedad con el objetivo de trabajar en conjunto para promover el bienestar y enfrentar las amenazas presentes y futuras a la salud y a los ecosistemas. Se considera, en especial, la necesidad de acceder al agua, energía y aire limpios, alimentos seguros y nutritivos, adoptando medidas sobre el cambio climático y la contribución al desarrollo sostenible.

One Health es un enfoque integrador y unificador cuyo objetivo es equilibrar y optimizar de manera sostenible la salud de las personas, los animales y los ecosistemas. Este enfoque reconoce que la salud de los seres vivos humanos y no humanos, como los animales domésticos y salvajes, las plantas y el ambiente (los ecosistemas en general) están vinculados y son interdependientes.

“Una sola salud (One Health) es un enfoque necesario para prevenir, detectar y responder eficazmente a los desafíos de salud que surgen del relacionamiento entre humanos, animales y medio ambiente”- OMS.

En resumen, la salud de los seres humanos depende de la salud de los ecosistemas. Una muestra de esa interrelación son algunas de las cifras que anuncia la ONU en el 2020: que el 60% de las enfermedades infecciosas humanas son zoonóticas; es decir, se transmiten de los animales a los seres humanos o que alguno de los 1.7 millones de virus desconocidos podrían dar el salto a la especie humana a través de los animales, solo por mencionar dos ejemplos.



Ministerio de Turismo

**Enlaces
bibliográficos y
otros recursos**

- » Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2015. Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Quito, Ecuador.
- » Christophe Grenier. 2015. Conservación contra natura. Las Islas Galápagos, Edición Kindle.
- » Fundación Charles Darwin (FCD) y WWF-Ecuador. 2018. Atlas de Galápagos, Ecuador: Especies Nativas e Invasoras. Quito, FCD y WWF- Ecuador.
- » Burneo Darwin, Mamíferos y Galápagos Santiago F. Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. sburneo@puce.edu.ec
- » Octavio Latorre. 1999. El hombre en las Islas Encantadas: la historia humana de Galápagos
- » C. Márquez et al. (2019), Estado poblacional de las iguanas terrestres de (*Conolophus subcristatus*, *C. pallidus* y *C. marthae*: Squamata, Iguanidae), Islas Galápagos. (2019).
- » Jiménez-Prado, P y J. Valdiviezo-Rivera (Eds.). 2021. Biodiversidad de peces en el Ecuador. Serie Especial de Ictiología Ecuatoriana I. Red Ecuatoriana de ictiología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Universidad Tecnológica Indoamérica, Instituto Nacional de Biodiversidad.
- » Garzón C; Ortega, C; Chala, J. 2017. LA PROVINCIA MEGADIVERSA DE PERICLES: Una Guía Didáctica para conocer los Ecosistemas de la provincia de El Oro. Publicación Divulgativa Nro. 1. Serie de Publicaciones de la Biodiversidad de la Provincia de El Oro GADPEO-INABIO. Quito-Ecuador.
- » Keenleyside, K.A., N. Dudley, S. Cairns, C.M. Hall y S. Stolton (2014). Restauración Ecológica para Áreas Protegidas: Principios, directrices y buenas prácticas. Gland, Suiza: UICN. x + 118pp.
- » Island Conservation (2013) Restauración Ecológica de la Isla Floreana: Análisis de Factibilidad para la Erradicación de Roedores y Gatos versión 6.0. Island Conservation, Santa Cruz, California. 85 pp.
- » Román Nicole (2019) Principales amenazas a la Biodiversidad Marina en Galápagos. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería en Geología, Minas, Petróleos y Ambiental; Ecología.
- » Alizon Llerena (2004) ABUNDANCIA DE *Amblyrhynchus cristatus* EN EL NIÑO (97-98) Y LA NIÑA (01-02) EN SANTA CRUZ, GALÁPAGOS Ecología Aplicada
- » Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos y Fondo Mundial para la Naturaleza. 2002. Visión para la biodiversidad de las islas Galápagos. R. Bensted-Smith (ed.), FCD, Puerto Ayora, Galápagos.
- » Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V., Vallejo, A. F. 2021. Mamíferos del Ecuador. Versión 2021.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <<https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/>>, (junio 2022)
- » https://www.iccat.int/Documents/SCRS/Manual/CH3/CHAP%203_1_1_PS_SPA.pdf
- » <https://www.adninstitut.com/diferencias-entre-el-adn-el-arn-n-23-es>, consultada en abril 2022
- » <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-marina-galapagos> consultada abril 2022
- » <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/> Consultada abril 2022
- » <https://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-galapagos/> Consultada abril 2022
- » <http://inabio.biodiversidad.gob.ec> Consultada mayo 2022
- » www.bitacoraec.com consultada junio 2022
- » <https://mol.org/es/regions/?region=Ecuador®ionid=06a40773-50e4-41e2-9a93-c9a1b6cf9443&bounds=-92.0075607299804,-5.01737499237049,-75.2000427246094,1.68080103397381>
- » <https://es.unesco.org/biosphere/lac/galapagos>
- » <https://unfccc.int/es/news/los-gobiernos-acuerdan-medidas-concretas-para-proteger-la-biodiversidad>
- » <https://isladelcoco.go.cr>
- » <https://core.ac.uk/download/pdf/11021863.pdf>
- » https://www.academia.edu/17358534/VISIÓN_PARA_LA_BIODIVERSIDAD_DE_LAS_ISLAS_GALÁPAGOS
- » <https://www.darwinfoundation.org/es/investigacion>
- » <https://www.bitacoraec.com>
- » <https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/BusquedaSencilla/Galapagos>
- » <https://www.mamiferosdeecuador.com/images/pdf/Lista20201.pdf>
- » <https://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-galapagos/>
- » <https://www.darwinfoundation.org/es/investigacion/proyectos/tiburones>



Juan Pablo Mayorga, Fundación Jocotoco



con el apoyo financiero de

SIEMENS | Stiftung