



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR

CARRERA DE BIOLOGÍA

**“EVALUACIÓN POBLACIONAL DEL PEPINO DE MAR
(*Isostichopus fuscus*) EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS
DURANTE EL PERÍODO 2013-2021.**

TRABAJO PRÁCTICO

Previo a la obtención del título de:

BIÓLOGO

AUTOR

VILLAFUERTE PARRALES DANIEL ALEXANDER

TUTOR

BLGO. DOUGLAS VERA IZURIETA, M. Sc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2022

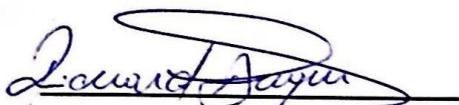
DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad de los datos, ideas y resultados en este trabajo de titulación le pertenecen exclusivamente al Sr. Daniel Alexander Villafuerte Parrales y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Daniel Alexander Villafuerte Parrales
2000114153

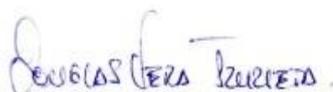
TRIBUNAL DE GRADO



Blgo. Richard Duque Marín, M. Sc.
Decano
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR



Ing. Jimmy Villón Moreno, M. Sc.
Director
CARRERA DE BIOLOGÍA



Blgo. Douglas Vera Izurieta, M. Sc.
Docente Tutor



Blga. Dadsania Rodríguez, Mgt.
Docente de Área

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a las autoridades de la Facultad del Ciencia de Mar, a los profesores de la carrera de Biología, por enseñarme de manera satisfactoria y por ser parte de mi formación profesional.

A mi tutor, Blgo. Douglas Vera Izurieta, por su tiempo, dedicación y enseñanzas impartidas en este proceso de mi formación académica, de ante mano quedará siempre agradecido por toda su colaboración.

A mi familia, quienes me apoyaron desde el inicio, por los ánimos que me brindaban y por siempre estar conmigo.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado principalmente a mis padres que a pesar de las circunstancias me apoyaron incondicionalmente, siendo siempre mi motivo de inspiración, ya que sin ellos este sueño no se hubiera logrado.

A mis hermanos que de una u otra manera siempre estuvieron en cada paso de mi formación académica, a mis amigos con los que compartí aulas en donde nos ayudábamos mutuamente en cada momento.

A mi esposa e hija que son mi motor principal de seguir adelante superando cada obstáculo que nos pone la vida.

A un gran amigo, biólogo Jorge Baque, quien supo ayudarme y brindarme un poco de sus conocimientos que me servirán de mucho en mi vida profesional.

ABREVIATURAS

RMG: Reserva Marina de Galápagos

DPNG: Dirección del Parque Nacional Galápagos

LT: Longitud total

Km: Kilómetros

Cm: Centímetros

m²: Metros cuadrados

CP: Capítulo pesca

PLR : Punto límite de referencia

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca

SPAG: Sector Pesquero Artesanal de Galápagos

CGREG: Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos

ÍNDICE

RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
4. MARCO TEÓRICO	4
4.1. Aspectos generales	4
4.2. Biología de la especie	4
4.3. Hábitat	5
4.4. Distribución	5
4.5. Taxonomía	5
4.6. Locomoción	6
4.7. Nutrición	6
4.8. Reproducción	6
4.9. Desarrollo embrionario	7
4.10. Pesquería en Galápagos	7
4.11. Talla permitida de captura en Galápagos	8
4.12. Economía	8
5. METODOLOGÍA	9
5.1. Recopilación de información	9
5.1. Organización de la información	9
5.3. Densidad poblacional	10
5.4. Estructuras de tallas	10

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN.....	11
6.1. POBLACION DE PEPINO DE MAR DURANTE EL PERIODO 2013-2021	11
6.1.1 Sitios de mayor población de pepino de mar (Macrozonas)	11
6.1.2 Total de individuos por islas en la Reserva Marina de Galápagos durante el periodo 2013-2021.....	12
6.2. DENSIDAD POBLACIONAL POR AÑOS DEL PEPINO DE MAR EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS	13
6.1.1. Densidad poblacional del pepino de mar en la reserva marina de Galápagos 2013	13
6.1.2. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos 2014	14
6.1.3. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2015	15
6.1.4. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2016	16
6.1.5. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2017	17
6.1.6. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2018	18
6.1.7. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2019	19
6.1.8. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2021	20
6.3. DENSIDAD POBLACIONAL DE PEPINO DE MAR DURANTE EL PERIODO 2013-2021	21
6.1.9. Período de pesca año 2015	22
6.1.10. Período de pesca 2021.....	22
6.4. PROMEDIO DE TALLA (CM) EN EL PERIODO 2013-2021	23

7. CONCLUSIONES.....	24
8. RECOMENDACIONES.....	25
9. BIBLIOGRAFÍA.....	26
10. ANEXOS	31

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Sitios de mayor población de pepino de mar por macrozonas durante el periodo 2013-2021	11
Gráfica 2. N° de individuos de pepino de mar por islas durante el periodo 2013-2021	12
Gráfica 3. Densidad Del Pepino De Mar En La Reserva Marina Galápagos 2013	13
Gráfica 4. Densidad Del Pepino De Mar En La Reserva Marina Galápagos 2014	14
Gráfica 5. Densidad Del Pepino De Mar En La Reserva Marina Galápagos 2015	15
Gráfica 6. Densidad Del Pepino De Mar En La Reserva Marina Galápagos 2016	16
Gráfica 7. Densidad Del Pepino De Mar En La Reserva Marina Galápagos 2017	17
Gráfica 8. Densidad Del Pepino De Mar En La Reserva Marina Galápagos 2018	18
Gráfica 9. Densidad Del Pepino De Mar En La Reserva Marina Galápagos 2019	19
Gráfica 10. Densidad Del Pepino De Mar En La Reserva Marina Galápagos 2021	20
Gráfica 11. Densidad total anual durante el periodo 2013-2021	21
Gráfica 12. Promedio de talla (cm) en el periodo 2013-2021	23

ÍNDICES DE ANEXOS

Anexo 1. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2013	31
Anexo 2. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2014.	32
Anexo 3. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2015.	33
Anexo 4. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2016.	34
Anexo 5. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2017.	35
Anexo 6. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2018.	36
Anexo 7. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2019.	37
Anexo 8. Individuos de pepino de mar encontrados por Islas en el censo 2021.	38
Anexo 9. Densidad anual total de pepino de mar en los periodos 2013-2021.	39
Anexo 11. Densidad total de pepino de mar por Isla en los periodos 2013-2021.	41
Anexo 12. Monitoreo de pepino de mar durante el periodo 2013-2021.....	42
Anexo 13. Monitoreo de pepino de mar durante el periodo 2013-2021 (medición de talla)	42
Anexo 14. Miembros del Parque Nacional Galápagos (PNG) con la evidencia recogida en	43

Índice de figura

Figura 1. <i>Isostichopus Fuscus</i>	5
--------------------------------------------	---

EVALUACIÓN POBLACIONAL DEL PEPINO DE MAR (*Isostichopus fuscus*) EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS DURANTE EL PERIODO 2013-2021.

Autor: Daniel Alexander Villafuerte Parrales

Tutor: Blgo. Douglas Vera Izurieta, M. Sc.

RESUMEN

La Reserva Marina de Galápagos es uno de los patrimonios naturales de la humanidad más importante, ocupa el segundo lugar de reservas marinas más grandes del mundo, por ende, desde que inició la pesquería de pepino de mar en este sitio, cada año se realizan monitoreos poblacionales de la especie donde se analizan los datos obtenidos para una posible pesquería. Por tal razón se analizó los monitoreos poblacionales de pepino de mar de los años 2013 al 2021 identificando las densidades poblacionales de los pepinos de mar (ind/m^2) en la Reserva Marina de Galápagos, durante los períodos 2013-2014-2015-2016-2017-2018-2019 presentaron valores que estaba por debajo del punto de referencia ($11\text{ind}/\text{m}^2$) por lo que una apertura de pesquería era imposible y se mantuvo en veda total y con un control efectivo. Sin embargo por la pandemia del SARS-CoV-2 (COVID 19) en el año 2020 no se realizó ningún monitoreo poblacional, para el año 2021 la densidad poblacional (ind/m^2) con respecto al punto de referencia y reglas de decisión para la pesquería de pepino de mar fue de $11\text{ ind}/\text{m}^2$ esto quiere decir que para ese año la especie estaba en fase de recuperación y el nivel de abundancia daba paso para a una explotación del recurso bajo regulaciones especiales de manejo y control. De tal manera también se determinaron zonas con mayor abundancia de individuos siendo así, la Isla Isabela presentó 8400 individuos siendo el sitio con mayor individuos, la Isla San Cristóbal presentó 4150 individuos, la Isla Floreana con un total de 2485 individuos, la Isla Española con un aproximado de 1948 individuos, la isla Fernandina con 1675 individuos y por último la Isla Santa Cruz con 1200 individuos aproximadamente.

Palabras claves: Reserva marina, pepino de mar, densidad, monitoreo poblacional, pesquería.

ABSTRACT

The Galapagos marine reserve is one of the most important natural patrimony of humanity and is the second largest marine reserve in the world, therefore, since the beginning of the sea cucumber fishery therefore, since the sea cucumber fishery began in this site, population monitoring of the species is conducted every year to analyze the data obtained for a possible fishery. For this reason, we analyzed the sea cucumber population monitoring from 2013 to 2021, identifying the population densities of sea cucumbers (ind/m²) in the Galapagos Marine Reserve. During the period 2013-2014-2015-2016-2016-2017-2018-2019, the values were below the reference point (11ind/m²), which made it impossible to open a fishery and it remained closed and effectively controlled. However, due to the SARS-CoV-2 pandemic (COVID 19), no population monitoring was conducted. By 2021, the population density (ind/m²) with respect to the reference point and decision rules for the sea cucumber fishery was 11 ind/m², which means that by that year the species was in a recovery phase, i.e., the level of abundance gave way to an exploitation of the resource under special management and control regulations. Areas with the highest abundance of individuals were also identified: Isabela Island had 8400 individuals, San Cristobal Island had 4150 individuals, Floreana Island had a total of 2485 individuals, Española Island had approximately 1948 individuals, Fernandina Island had 1675 individuals, and finally Santa Cruz Island had approximately 1200 individuals.

Key words: Marine reserve, sea cucumber, density, population monitoring, fishery.

1. INTRODUCCIÓN

Galápagos se encuentra ubicada al este del Océano Pacífico, con una aproximación de 1000 km de la costa del Ecuador continental, sin embargo, las Islas Galápagos presentan condiciones marinas que están afectadas por procesos oceánicos a gran escala (Banks, 2002).

A pesar de las perturbaciones naturales, las islas Galápagos en las últimas décadas se han mantenido bajo presión por la pesquería de pepino de mar (De Miras et al., 1996), ya que en el Ecuador continental esta especie tuvo un colapso comercial, desde entonces se ha posesionado como un recurso pesquero más importante en la Reserva Marina de Galápagos debido a su alto valor económico (Toral-Granda y Martínez, 2004).

Desde el año 1999 cuando comenzó la pesquería del pepino de mar, la Dirección del Parque Nacional Galápagos y el sector pesquero artesanal junto con el apoyo de la ONG, optaron por realizar monitoreos poblacionales del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) ya que esto permitiría obtener información para el uso responsable y a su vez implementar medidas de manejo. El manejo de las Áreas Protegidas Galápagos y la Reserva Marina de Galápagos son zonas de gran importancia por lo que la administración del DPNG está al cargo. (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2014).

Los monitoreos del pepino de mar en Galápagos se han ejecutado sin problema alguno, ya que se realizan dos veces por año, el primer monitoreo llamado pre-pesquería en los meses de enero y abril y el segundo post-pesquería en los meses de junio y agosto, gracias a estos trabajos realizados se recolecta información biológica de la densidad y la estructura de este organismo en diferentes zonas de la Reserva Marina de Galápagos (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2014).

2. JUSTIFICACIÓN

La especie de pepino de mar presenta una gran importancia en las comunidades bentónicas, ya que ellos agitan los sedimentos constantemente, permitiendo la oxigenación y ayudando a las demás especies que se encuentra en la zona. Sus huevos, larvas y juveniles constituyen una fuente de alimento para otras especies marinas. De igual forma, los pepinos de mar tienen pocos enemigos naturales, se mencionan solo algunos casos de depredadores tales como cangrejos, estrellas de mar y algunos peces (Galicia, sf.).

Desde que empezó la pesquería de pepino de mar en Galápagos, esta actividad ha originado una serie de acciones de manejo en la RMG, en Abril del 2004 la fundación Charles Darwin realizó un estudio de inventario de pepino de mar, concluyendo que la reducción de pepinos de mar era drástica, pues solo existe la quita parte de lo necesario para garantizar la reproducción de esta especie, cabe mencionar que la pesca de *I. fuscus* en Ecuador se concentra únicamente en la Islas Galápagos, desde aguas al oeste de la Isla Isabela, en el canal de Bolívar y en los alrededores de la Isla Fernandina, el producto de esta pesca es destinado a la exportación ya que Ecuador no cuenta con un mercado establecido.

Este trabajo investigativo busca analizar las densidades poblacionales de la especie en la Reserva Marina de Galápagos (RMG), para conocer sus condiciones antes, durante y después de una pesquera legal a través de monitoreos poblacionales, de igual manera permitirá tener más información acerca de estos organismos garantizando un mejor manejo de los ecosistemas marinos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

- Evaluar el estado poblacional del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en la reserva marina de Galápagos mediante el análisis de la información de monitoreos en el periodo 2013-2021 identificando las estrategias tomadas para su recuperación natural.

. 3.2. Objetivos específicos

- Identificar los sitios de mayor población de pepino de mar dentro de la reserva marina de Galápagos
- Analizar la densidad poblacional anual del pepino de mar en el periodo 2013-2021
- Analizar los períodos donde se dio una apertura de pesquería legal del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Aspectos generales

Isostichopus fuscus (Ludwig, 1875), es un equinodermo que se distribuye a lo largo de las costas rocosas de igual manera se encuentra en arrecifes de corales del Pacífico Oriental Tropical (Solís-Marín et al., 2009; Purcell et al., 2012).

Estos organismos tienen un papel importante en medio marino ya que son detritívoros ayudando a la descomposición de la materia orgánica y al ciclo de nutrientes en los ecosistemas bentónicos (Sambrano et al., 1990; Conde et al., 1991).

Sin embargo, esta especie puede alcanzar tallas entre 19 a 25 cm de longitud por lo que no presenta dimorfismo sexual externa, (Fajardo-León et al., 1995; Toral-Granda & Martínez, 2007), la reproducción es caracterizada por el desove masivo de gameto, por lo que presenta un periodo larvario pelágico (Herrero-Pérez et al., 1999).

4.2. Biología de la especie.

Es una especie de holotúrido de cuerpo alargado, sedentario, longevo y de crecimiento lento, es un organismo que se alimenta de partículas orgánicas que se encuentran en las superficies de las rocas y arenas de tal manera son muy diversos en aguas tropicales a poca profundidad de los arrecifes coralinos (Espinoza, 2001).

Tiene diferentes tonalidades que varían según la especie, pero los colores que comúnmente presenta es café, negro y verde oliva con textura elástica resistente (Marrero, 2019).

En cuanto al tamaño varía dependiendo de la especie, pequeñas de menos de 3 cm de longitud desde el extremo oral al aboral, y las más grandes entre 10 a 30 cm de longitud (Prieto, 2010).

Mucho de estos organismos su morfología ha pasado por un sin número de cambios con el pasar del tiempo perdiendo su distribución radial, en donde los pies ambulacrales en algunos están reducidos, la boca de este organismo presenta alrededor de 10 a 30 tentáculos modificados que forman parte del sistema ambulacral (Rupert & Barnes, 1996).

4.3. Hábitat

Este organismo habita en las zonas costeras que va desde el submareal hasta los 40 o 60 metros de profundidad, (Maluf, 1991) en los fondos rocosos y arrecifes coralinos (Herrero-Pérezrul et al., 1999 Toral-Granda & Martínez, 2007).

4.4. Distribución

Los pepinos de mar se distribuyen desde el norte de la península de Baja California, México hasta Ecuador (Herrero-Pérezrul et al., 1999). Sin embargo, en la Reserva Marina de Galápagos *I. fuscus* su distribución está en todas las islas, donde el canal Bolívar presenta una mayor densidad que está situado entre la isla Fernandina e Isabela.

4.5. Taxonomía

Filum: Echinodermata

Clase: Holothuroidea

Orden: Aspidochirotida

Familia: Stichopodidae

Género: *Isosticho*

Especie: *fuscus*



Figura 1. *Isostichopus Fuscus*
Fuente: Sánchez, 2014

Nombre Científico: *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875)

4.6. Locomoción

Estos animales por lo general son demasiados lentos ya que viven sobre la superficie del fondo marino, arena o fango, en mucho de los casos viven en fondos rocosos, ocultándose bajo las piedras o grietas, se conoce que algunas especies pueden ser sedentarias que utilizan sus pies ambulacrales como órgano adhesivo y no como órgano de locomoción (Cascante et al., 2009).

4.7. Nutrición

En su etapa larval planctónica se alimenta principalmente de microalgas, en la vida juvenil y adulta se basa en las partículas en suspensión o a su vez partículas sedimentadas, gracia a la ayuda de sus tentáculos ramificados los extiende y lo agitan en el fondo o los mantiene dentro de una corriente de agua, para que las partículas de alimento se queden adheridas a las pailas de los tentáculos. Este animal introduce cada uno de los tentáculos hacia la faringe, la boca se encuentra en el centro de una membrana bucal que hay entre la base de la corona de tentáculos. La boca se continúa por una faringe, normalmente muscularizada, cuya porción más anterior está rodeada por un anillo de osículos calcáreos (Zamorano, 2005).

4.8. Reproducción

Los pepinos de mar tienen una sola gónada de la cual la diferencia de otras especies, estos animales son dioicos en la mayoría de los casos y las gónadas están en el extremo anterior de la cavidad celomática, el gonopodio está en la línea media dorsal (González, 2012).

Se reproducen por vía sexual, externamente su desove de gametos es masivo, seguido de un periodo larvario pelágico (Herrero-Pérezrul et al., 1999).

4.9. Desarrollo embrionario

El desarrollo embrionario ocurre en la columna de agua, en donde el embrión es plantónico, transcurren cuatro estadios larvales Auricularia que se forma al tercer día presentando una banda de cilios locomotora, Bipinnaria, Doliolaria y Pentácula, esta última fase presenta un pie que se fija al sustrato y pasa a una vida bentónica, pasando un periodo de 72 a 75 días se convierte en un pequeño juvenil de no más de 2 a 3 cm de longitud con características similares a un adulto. La esperanza de vida para la mayoría de los holoturoideos varía entre cinco y diez años dependiendo de la especie (Mantelli, 2011).

4.10. Pesquería en Galápagos

Al inicio de la década de los 90, las capturas de pepino de mar incrementaban anualmente con un período pico desde 1999 al 2005, en este pico se capturó aproximadamente 30 millones de pepinos de mar de manera legal en la Reserva Marina de Galápagos (Schuhbauer et al, 2010).

Para el 2002, una sobrecapacidad de embarcaciones pesquera siguió generando disminución en las capturas de esta especie, ya que las cuotas de capturan eran para todos los pecadores, mas no cuotas individuales para cada pescador, haciendo esto un conflicto ya que se pescaba tanto como sea posible en un menor tiempo. Por lo tanto, en el 2008, a través de un punto límite de referencia (PLR) de la cual era 11 ind/m², servía para establecer si se daba o nouna apertura de pesquería legal de esta especie, por ende, los sitios de pesca estaban determinados, pero se mantenía la protección del Canal Bolívar ya que esta zona es de suma importancia ecología ya que se lo considera como semillero de este organismo (Schuhbauer et al, 2010).

Para el control de la pesquería de pepino de mar el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica junto a la Armada de Ecuador cumplirá con todos los procesos, desde la captura, monitoreos, comercialización y envío hacia el Ecuador continental (Schuhbauer et al, 2010).

4.11. Talla permitida de captura en Galápagos

La talla es un punto relevante en una pesquería de pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos, es por esto, que se establecieron tallas mínimas para la captura de esta especie, a partir de los 20 cm en estado fresco y 7 cm en estado cocido salmuera, es caso de encontrar pepinos de mar con tallas no permitidas el producto será retenido y contabilizado a la cuota, pero en caso de que los organismos estén vivos será devuelto al mar (Dirección de Parque Nacional Galápagos, 2009).

4.12. Economía

El pepino de mar tiene una alta demanda económica donde puede alcanzar precios aproximados de \$100,00 según la especie que se comercialice, los principales proveedores de pepino de mar son: Japón, Nueva Guinea, Filipina Indonesia, Australia, Estados Unidos. (Pelegrín Morales, E. & Alvarez Capote, J. S, 2022).

En la Reserva Marina de Galápagos para el año 2021 la pesquería de pepino de mar alcanzó aproximadamente 2.5 millones de dólares de ingresos económicos, por lo que los beneficiarios principales fueron más de 400 familias galapagueñas de los pescadores que participaron en estas pesquerías (Ministerio del Ambiente, 2021).

5. METODOLOGÍA

El presente trabajo bibliográfico, tiene un enfoque metodológico que se basa en un análisis exploratorio descriptivo, en donde, se involucran la recolección y análisis de datos cuantitativos, formando una comparación para el estudio de poblaciones de una manera más amplia y profunda. (Hernández, 2014).

5.1. Recopilación de información

De forma sistemática se recopiló la información sobre *Isostichopus fuscus*, que se basa con metodología de monitoreos en sitios de pesca en las islas, tomando datos de individuos, analizando y evaluando la información que proporcionó la Dirección del Parque Nacional Galápagos, por lo que la información adquirida será utilizada para fines netamente académicos en la elaboración del proyecto de investigación.

Para la realización del presente trabajo se tomaron en cuenta los monitoreos realizados en los periodos 2013-2021 que se centra en la evaluación poblacional de pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos (RMG).

5.1. Organización de la información

Para la evaluación poblacional del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*), se realizó un análisis cuantitativo de los sitios de monitoreos en donde se tomaron 17 macro zonas que están localizadas en las islas Fernandina, Isabela, Española, Floreana, San Cristóbal y Santa Cruz, estos sitios fueron considerados puntos de pesca importante del pepino de mar que fueron proporcionado por los informe poblacional de Parque Nacional Galápagos (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2000).

La información obtenida es de manera bibliográfica, posteriormente se la tabulara utilizando una hoja de cálculo Software Microsoft Excel, en donde, se procederá a utilizar fórmulas matemáticas que nos permita obtener la densidad poblacional del pepino de mar.

5.3 Densidad poblacional

La densidad de pepino de mar por sitio de muestreo se estimará mediante la fórmula:

$$Densidad = \frac{Ni}{Ti}$$

Donde, N_i es el número total de pepinos censados en el sitio de muestreo i y T_i es el área total muestreada en el sitio i (en m^2). La densidad es entonces expresada como número de individuos por m^2 (ind m^2).

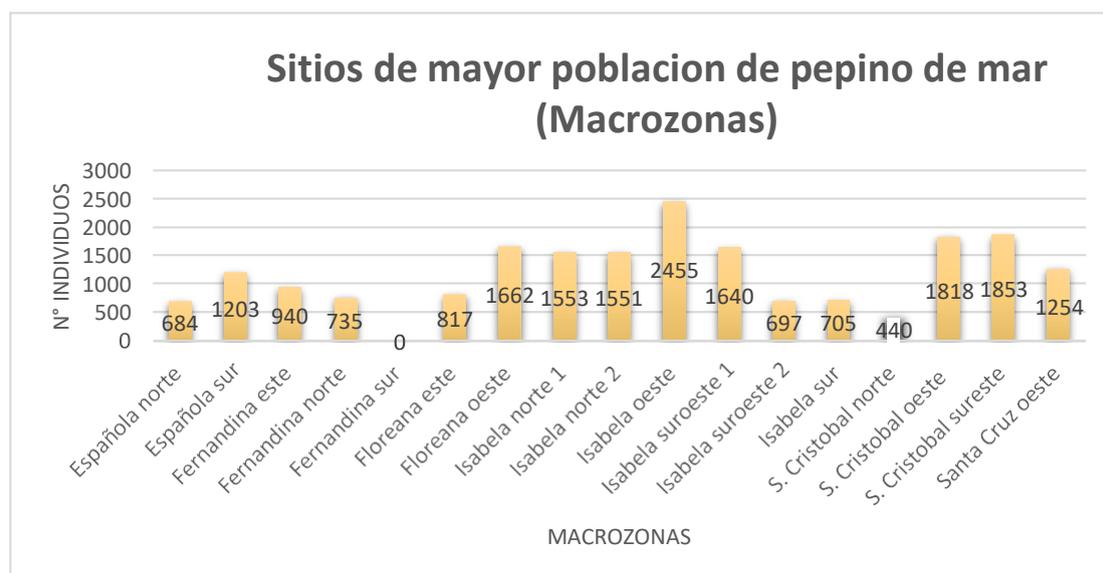
5.4 Estructuras de tallas

Las tallas de *I. fuscus* total serán evaluadas por la frecuencia de longitudes, ya que este análisis se logrará comprobando el porcentaje acumulado de individuos menores a la talla mínima legal, de igual forma se estimará la talla promedio de las poblaciones de pepino de mar. (Dirección del Parque Nacional Galápagos, 2018).

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

6.1. POBLACION DE PEPINO DE MAR DURANTE EL PERIODO 2013-2021

6.1.1 Sitios de mayor población de pepino de mar (Macro zonas)

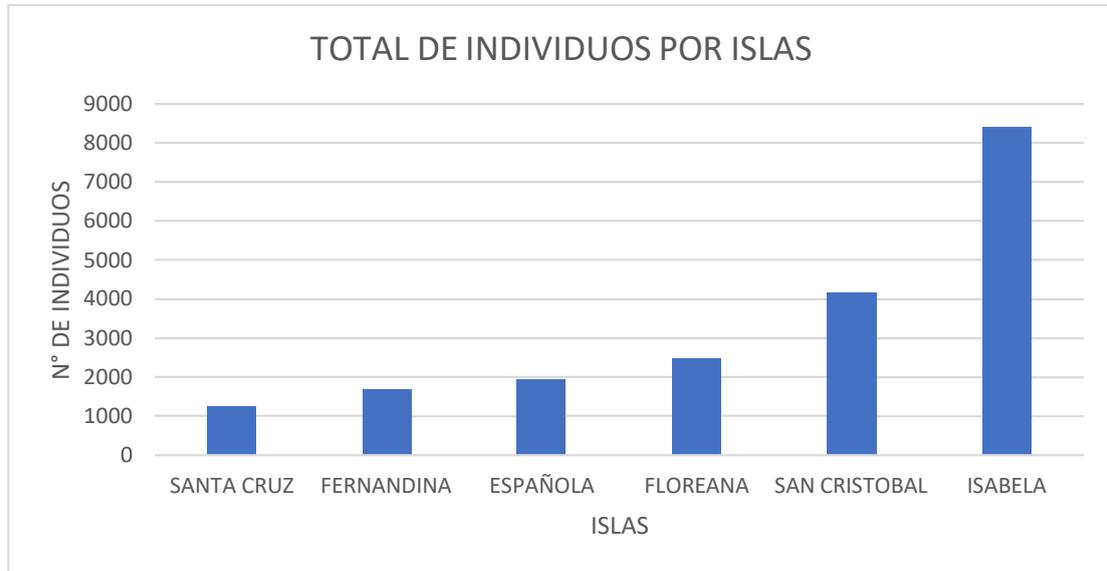


Gráfica 1. Sitios de mayor población de pepino de mar por macro zonas durante el periodo 2013-2021

Fuente: Villafuerte, 2022.

En la gráfica 1, se presenta los sitios de mayor población por macro zonas de individuos de pepino de mar dentro de la Reserva Marina de Galápagos durante el periodo 2013 al 2021, registrando los datos como es: Isabela oeste con 2.455 individuos, San Cristóbal sureste 1.853, San Cristóbal oeste 1.818, Isabela suroeste 1 con 1.640, Floreana oeste 1.662, Isabela norte 1.553, Isabela norte 2 con 1.551, Santa cruz oeste con 1.254, Española sur 1.203, Fernandina este 940, Floreana este 817, Fernandina norte 735, Isabela sur 705, Isabela suroeste 697, Española norte 684, San Cristóbal Norte 440 y por ultimo Fernandina sur no presenta individuos siendo bajas las tasas poblaciones de este organismo, por esta razón los monitoreos que se realizaron no son tomados en consideración.

6.1.2 Total de individuos por islas en la Reserva Marina de Galápagos durante el periodo 2013-2021



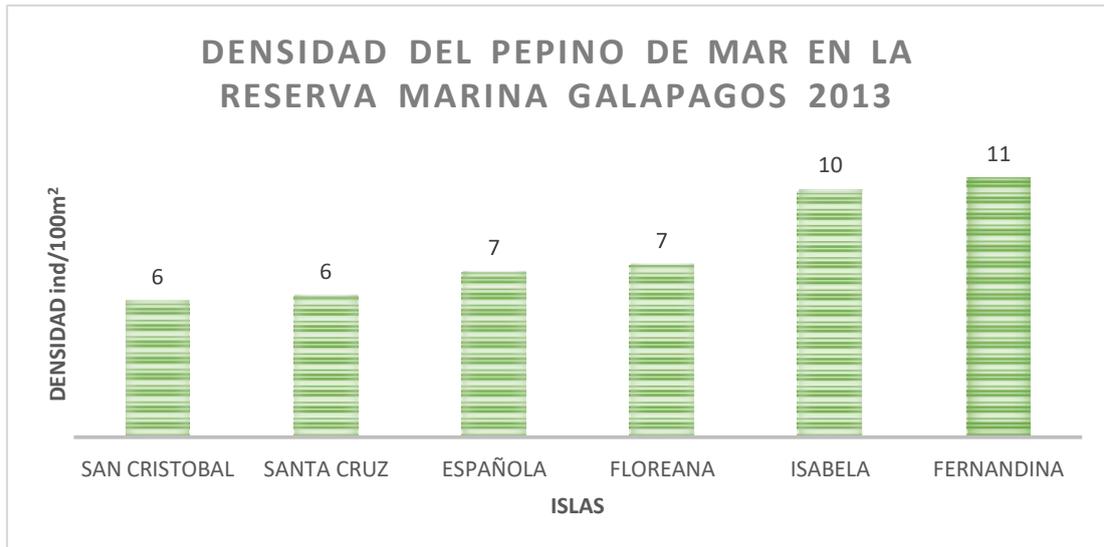
Gráfica 2. N° de individuos de pepino de mar por Islas durante el periodo 2013-2021

Fuente: Villafuerte, 2022.

En la gráfica 2. Se presenta el análisis total de individuos encontrados por islas en la Reserva Marina Galápagos durante el periodo 2013 al 2021, los resultados oscilaron entre 1.254 a 8.600 individuos, demostrando que la isla Isabela reporta la mayor cantidad de pepinos de mar con 8.600 organismos durante los períodos, seguido de la Isla San Cristóbal con 3.715, la isla Floreana 2.479, Española 1.887, Fernandina 1.675 y la isla Santa Cruz con 1.254 individuos siendo el sitio con menor población de pepinos.

6.2. DENSIDAD POBLACIONAL POR AÑOS DEL PEPINO DE MAR EN LA RESERVA MARINA DE GALÁPAGOS

6.2.1. Densidad poblacional del pepino de mar en la reserva marina de Galápagos 2013

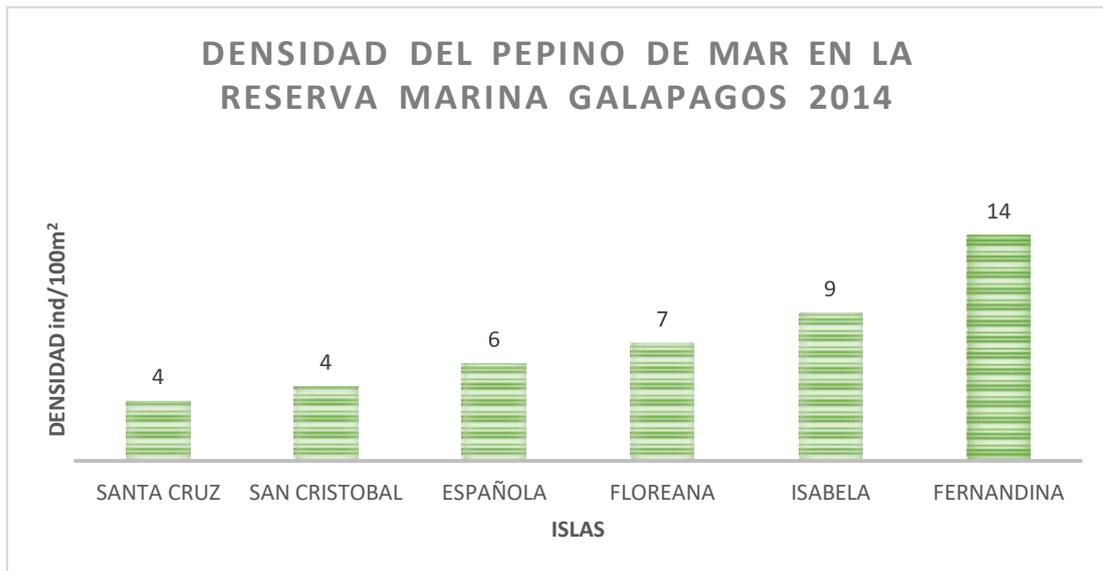


Gráfica 3. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos 2013

Fuente: Villafuerte, 2022.

Para el 2013 se reportaron un total de 2.255 organismos de pepino de mar en 6 islas principales de la Reserva Marina de Galápagos, con un área de 29.400 m² y 294 transectos en total, como se puede observar en la gráfica 3, se reportaron densidades de entre 6 y 11 ind/100m². La densidad más alta se dio en la isla Fernandina con 11 ind/100m² con 119 individuos encontrados en un área de 1100m², seguido de la isla Isabela con una densidad de 10 ind/100m² y 936 individuos en un área de 9100 m², la isla Española y Floreana presentaron igual densidades sin embargo en la isla Floreana se encontraron más organismos en un área más grande. Con menor densidad se encuentra la isla San Cristóbal con 6 ind/100m² y 500 individuos en un área de 8800m² y la isla Santa Cruz con 6 ind/100m² y 165 organismos en un área de 2800 m².

6.2.2. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos 2014

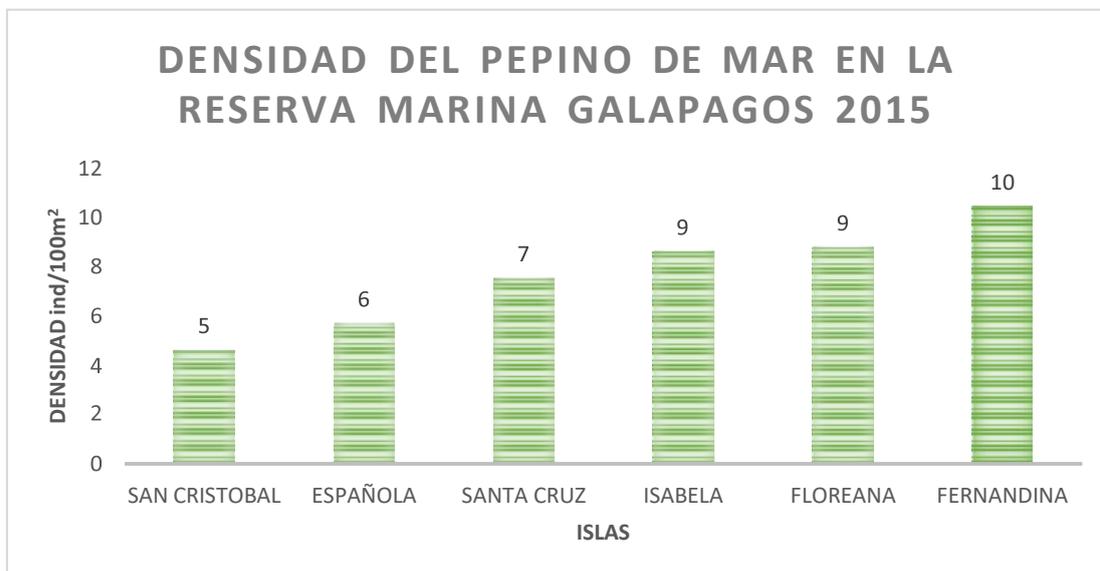


Gráfica 4. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos 2014

Fuente: Villafuerte, 2022.

Para el año 2014 se reportaron 2.756 organismos en un área total de 38.600m² y 386 transectos en 6 de las islas principales de la Reserva Marina de Galápagos, como se puede observar en la gráfica 4, las densidades de la población de pepino de mar oscilaron entre 4 y 14 ind/100m². En la isla Fernandina se reportó la mayor densidad con 14 ind/100m² y 368 organismos en un área de 2.700 m² seguido de la isla Isabela con 9 ind/100m² y 1373 organismos en un área de 15.400m². Las menores densidades se encontraron en la isla San Cristóbal con 4 ind/100m² y 416 organismos en 9300 m², y la isla Santa Cruz con 4 ind/100m² y 133 organismos en 3700 m².

6.2.3. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2015

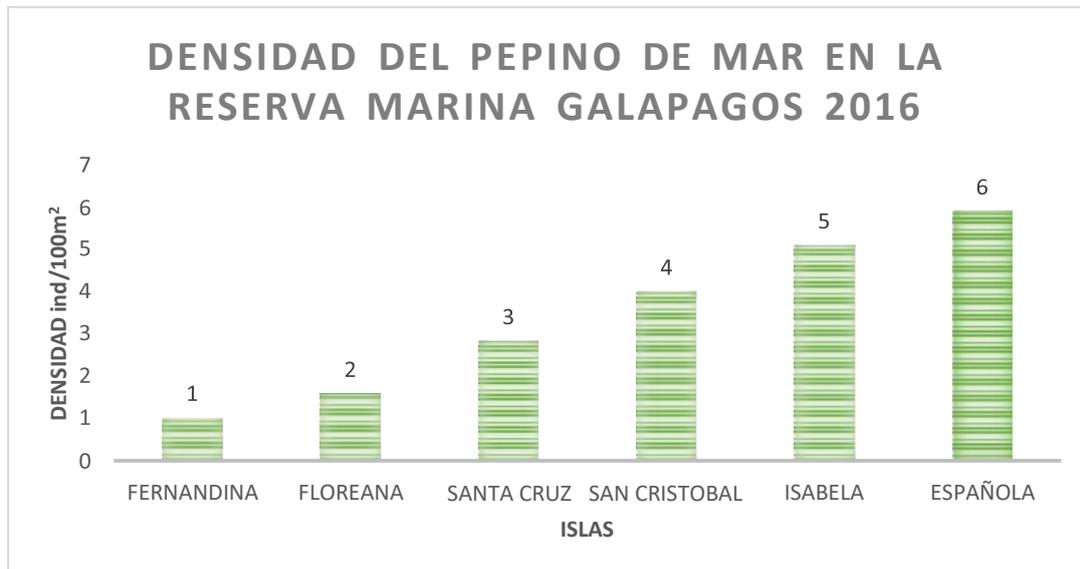


Gráfica 5. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos 2015

Fuente: Villafuerte, 2022.

En el 2015 se reportaron 2191 organismos de pepino de mar en un área de 27.700 m² con un total de 277 transectos divididos en 6 islas principales, como se puede observar en la gráfica 5 las densidades variaron entre 5 y 10 ind/100m². La isla Fernandina presentó la mayor densidad con 10 ind/100m² y 156 organismos en un área de 1500 m² seguido de la isla Floreana con 480 organismos con una densidad de 9 ind/100m² en un área de 5500 m², la isla Isabela con una densidad de 9 ind/100m² y 1102 organismos encontrados en un área de 12900 m², en la isla Española se reportaron 8 ind/100m² y 194 organismos en un área de 2600 m², las menores densidades se reportaron en la isla Española con 8 ind/100m² en un área de 2000 m², y la isla San Cristóbal con 5 ind/100m² en un área de 3200m²

6.2.4. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2016

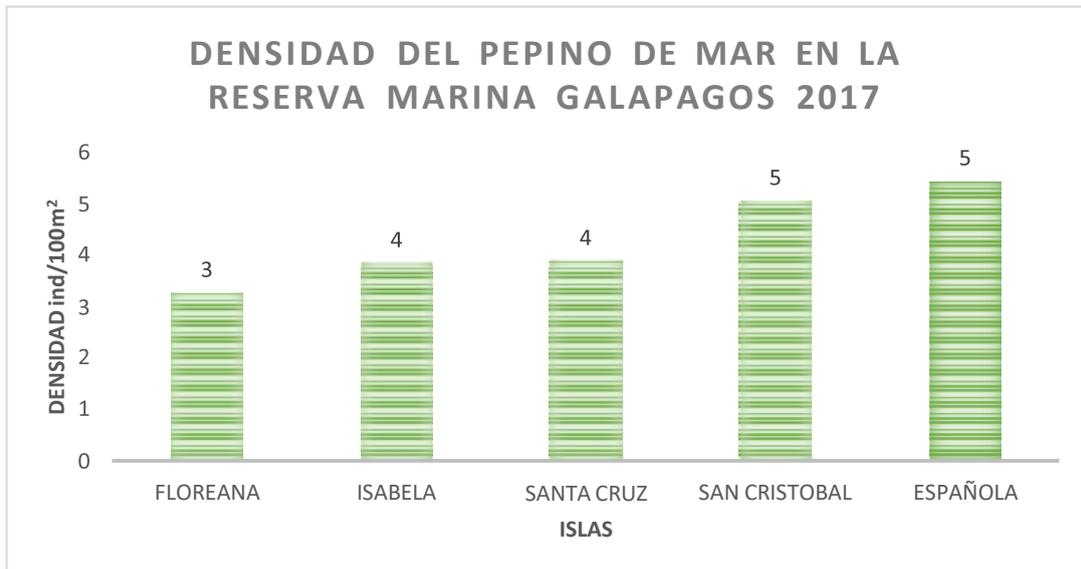


Gráfica 6. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos 2016

Fuente: Villafuerte, 2022.

Las densidades en la población de pepino de mar en el 2016 oscilaron entre 1 y 6 ind/100m² como se puede observar en la gráfica 6, se reportó un total de 1211 individuos en un área de 31600 m². La isla Española presentó la mayor densidad con 6 ind/100m² y 141 organismos en un área de 2400 m², seguido de la isla Isabela con una densidad de 5 ind/100m² con 431 organismos reportados en un área de 8500 m², en la isla San Cristóbal se reportó una densidad de 4 ind/100m² y 426 organismo en 10700 m², la isla Santa Cruz presentó una densidad de 3 ind/100m² y 135 organismo en 4800 m², las menores densidades se reportaron en la isla Floreana con 2 ind/100m² y la isla Fernandina con 1 ind/100m² donde se registraron 6 individuos en un área de 600 m².

6.2.5. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2017



Gráfica 7. Densidad poblacional del pepino de Mar en la Reserva Marina Galápagos 2017

Fuente: Villafuerte, 2022.

En el 2017 se realizaron los monitoreos solo en 5 de las islas principales de la Reserva Marina Galápagos esto debido a problemas de logística, se reportaron un total de 1452 individuos en un área total de 34300m². Como se puede observar en la gráfica 7 las densidades oscilaron entre 3 y 5 ind/100m² encontrándose en la Isla Española la densidad más alta con 194 individuos en 3600 m² seguido de San Cristóbal con 5 ind/100m² y 471 organismo en 9400 m², las islas Santa Cruz e Isabela presentaron una densidad de 4 ind/100m² paracada isla, con menor densidad se encuentra la Isla Floreana con 3 ind/100m² y 142 individuos encontrados en un área de 4400 m²

6.2.6. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2018

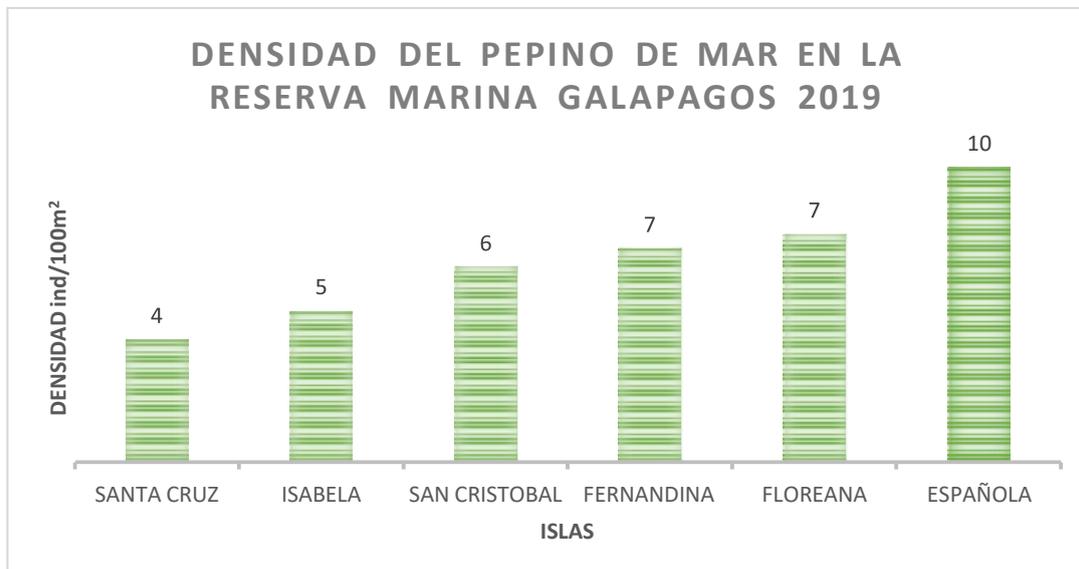


Gráfica 8. Densidad poblacional del pepino de Mar En La Reserva Marina Galápagos 2018

Fuente: Villafuerte, 2022.

En el 2018 se reportaron un total de 2835 individuos de pepino de mar en 6 islas principales de la Reserva Marina en Galápagos, como se puede observar en la gráfica 8, las densidades fluctuaron entre 3 y 8 ind/100m² en un área total de 41300 m². La mayor densidad se encontró en las Islas Floreana con 8 ind/100m² y 408 organismos en 5000 m², seguido de las Islas San Cristóbal, Española, Isabela y Fernandina con una densidad de 7 ind/100m² para cada isla. Con la menor densidad se encuentra la Isla Santa Cruz con 3 ind/100m² y 121 organismos en 3700 m².

6.2.7. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2019

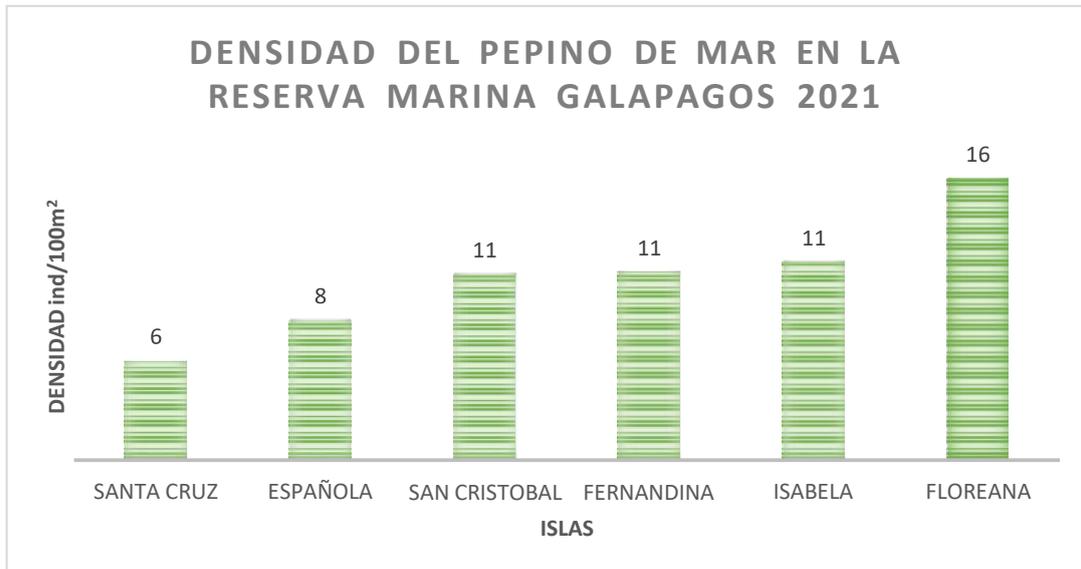


Gráfica 9. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos 2019

Fuente: Villafuerte, 2022.

En el 2019 se reportaron un total de 2528 organismos de pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos en un área de 42600m². Como se puede observar en la gráfica 9 las densidades oscilaron entre 4 y 10 ind/100m². La Isla Española presento la mayor densidad con 10 ind/100m² y 342 individuos en 3600 m² seguido de la Isla Floreana y Fernandina con 7 ind/100m² cada una. Con menor densidades se encontraron la Isla San Cristóbal con 6 ind/100m² y 527 organismos en 8400 m², seguido de la Isla Isabela con una densidad de 5 ind/100m² y 800 individuos en 16500 m² y por último, la Isla Santa Cruz con 4 ind/100m² y 177 organismos en un área de 4500 m²

6.2.8. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina de Galápagos 2021

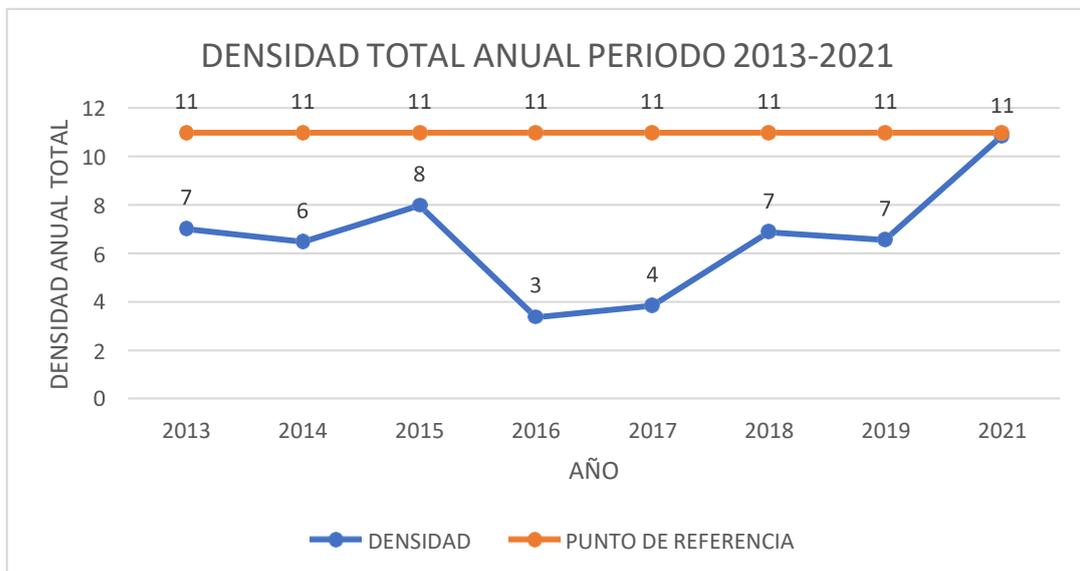


Gráfica 10. Densidad poblacional del pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos 2021

Fuente: Villafuerte, 2022.

En el año 2021 se contabilizaron un total de 4692 individuos de pepino de mar en 6 de las islas principales de la Reserva Marina Galápagos cuyas densidades variaron entre 6 y 16 ind/100m² como se puede observar en la gráfica 10. La mayor densidad se presentó en la isla Floreana con 16 ind/100m² y 588 organismos en un área de 3600 m², seguido de las islas Isabel, Fernandina y San Cristóbal con una densidad de 11 ind/100m² para cada isla. Las densidades más baja se presentaron en la isla Española con 8 ind/100m² y 259 organismos en 3200 m², y la isla Santa Cruz con 6 ind/100m² y 235 organismos en 4100 m²

6.3. DENSIDAD POBLACIONAL DE PEPINO DE MAR DURANTE EL PERIODO 2013-2021



Gráfica 11. Densidad total anual durante el periodo 2013-2021

Fuente: Villafuerte, 2022.

En el gráfica 11 se pueden observar los valores de las densidades en la población de pepino de mar en la Reserva Marina Galápagos cuyas densidades fluctuaron entre 7 y 11 ind/100m², donde la densidad mínima se dio en el año 2016 con un valor de 3 ind/100m² y máxima en el 2021 con 11 ind/100m² llegando a fase de recuperación luego de 10 años de veda. Se puede notar como a partir del 2016 existe un aumento en la densidad que paso de 3 ind/100m² a 11 ind/100m².

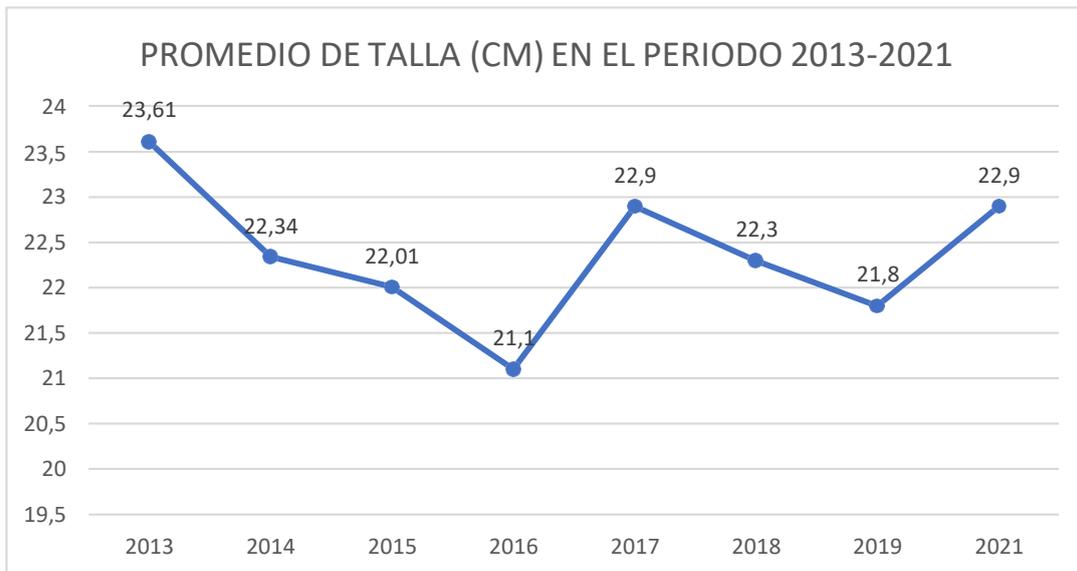
6.1.1. Período de pesca año 2015

En el año 2015, los monitoreos poblacionales de pepino de mar realizados por la Dirección del Parque Nacional Galápagos arrojaron como resultados una densidad baja para proceder a una pesquería legal de esta especie, teniendo en cuenta que la densidad fue de 7 ind/m², sin embargo, el punto de referencia acuerda que a partir de 11 ind/m² es posible una pesquería, pero por las necesidades que el sector pesquero estaba presentando en este año, la DPNG, MAGAP, SPAG, CGREG a través de la resolución 050-2015 se aprobó una apertura de pesquería de pepino de mar, donde la fecha de inicio es a partir del 11 de agosto hasta el 24 de septiembre del 2015, dando así 45 días sin prórroga, estableciéndose una cuota fija de captura de 500.000 pepino de mar (*I. fuscus*), durante este lapso de tiempo, por otro lado se mencionó de igual manera que se respeta la zonificación del Canal Bolívar y los lugares de pesca son: Santa Cruz, San Cristóbal, Floreana, Isabela, Española y Fernandina. (Dirección de Parque Nacional Galápagos, 2015)

6.1.2. Período de pesca 2021

En el año 2021, los monitoreos poblacionales de pepino de mar realizados por la Dirección del Parque Nacional Galápagos arrojaron como resultados una densidad de 11 ind/m², la cual después de 6 años de veda de este organismos, entro en una fase de recuperación, por lo que se determinó que existen las condiciones para dar apertura a una pesquería de pepino de mar de forma sostenible.(Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021) sin embargo la cuota de captura para este organismos fue de 600.000 pepinos de mar (*I. fuscus*), con un lapso de 60 días

6.4. PROMEDIO DE TALLA (CM) EN EL PERIODO 2013-2021



Grafica 12. Promedio de talla (cm) en el periodo 2013-2021

Fuente: Villafuerte, 2021.

En la gráfica 12 se pueden observar las tallas promedio de pepino de mar censado durante el periodo 2013-2021, cuyos valores fluctúan entre 21,1 cm a 23,61 cm. En el año 2013 la talla promedio alcanzó a 23,61 cm y posteriormente comenzó a descender hasta en el 2016 alcanzar una talla promedio de 21,3 cm, esto pudo haberse dado debido a la pesquería ilegal de la especie o a factores ambientales. Para el 2017 la talla promedio aumentó a 22,9 cm sin embargo en los dos siguientes años se redujo hasta 21,8 cm, en el año 2020 no se realizaron los monitoreos debido a la pandemia de Covid-19. En el año 2021 se reportaron individuos con una talla promedio de 22,9 cm, en el dicho año el pepino de mar entro en fase de recuperación al registrarse una densidad total de 11 ind/100m² permitiendo la apertura en las pesquerías del mismo, sin embargo, no se refleja una recuperación total ya que la talla promedio es similar a la de los años anteriores y más del 70% de individuos son adultos a diferencia de años con mayor abundancia (2001-2003) donde la mayoría de individuos eran jóvenes.

7. CONCLUSIONES

La población de la especie (*Isostichopus fuscus*) en la Reserva Marina de Galápagos, mostraron variaciones en cuanto el total de individuos realizados por las macro zonas donde se evidenció en los períodos de 2013 al 2021, presentando la Isla Isabela una alta población de pepino de mar debido a que presenta un mayor número de macro zonas a comparación de las demás islas, además por sus condiciones geográfica y al ser la isla más grande del archipiélago, mientras que la isla con menor población fue la isla Santa Cruz ya que la isla presenta condiciones ambientales desfavorable.

Las densidades poblacionales de los pepinos de mar (ind/m²) en la Reserva Marina de Galápagos desde el año 2013 hasta el año 2019 presentaron valores por debajo de la mediana por lo que una apertura de pesquería de pepino de mar no era posible ya que en este punto se encuentra en estado crítico, manteniéndose en veda total y con un control efectivo durante todo el período 2013-2019. Sin embargo el año 2020 no se realizó ningún monitoreo poblacional por la pandemia del SRAS-CoV-2 (COVID 19).

Los monitoreos poblacional del pepino de mar se lo realiza año a año para determinar si es factible o no una pesquería de esta especie, pero en el año 2015 se dio una apertura de pesquería legal por necesidades del sector pesquero, por la cual, la pesca de altura en ese año estaba demasiada baja por lo que hubo una crisis inminente, por lo tanto a través de la Resolución 050-2015 se realizó esta pesquería bajo ciertas condiciones, pero para el año 2021 la densidad poblacional se encontró en una fase de recuperación con un total de 11 ind/m² donde el nivel de abundancia se permite la explotación del recurso bajo regulaciones especiales de manejo de la cual se dio la apertura de pesquería, manteniendo el control adecuado durante este año.

8. RECOMENDACIONES

Implementar medidas estratégicas para seguir con los monitoreos poblaciones del pepino de mar, para evaluar y analizar las condiciones actuales y poder efectuar de una manera adecuada una posible apertura de pesquería legal.

Hacer controles más seguidos para evitar una pesquería ilegal, evitando así una disminución en las poblaciones de este organismo.

Elaborar programas de manejos para conocer más acerca de esta especie como su biología y ecología para un desarrollo sustentable.

Mantener el control acerca de las tallas promedio establecidas por la Dirección del Parque Nacional Galápagos, para evitar problemas futuros.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Banks, S. (2002). Ambiente Físico. En: Reserva Marina de Galápagos, Línea Base de la Biodiversidad. E. Danulat & G. Edgar (eds) Santa Cruz, Galápagos. 22-37.
- Cascante Mosquera, W. X. (2009). Invertebrados .
- Conde, J. H. (1991). Disintegration of holothurian fecal pellets in beds of the seagrass *Thalassia testudinum*.J. . *Coast. Res*, 853-862.
- De Miras C, M. A. (1996). Evaluación socioeconómica de la pesca experimental de pepino de mar en Galápagos. . *Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos*, 191.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. (2013). *Monitoreo poblacional de pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz. Dirección de Parque Nacional Galápagos.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. (2014). *Monitoreo poblacional de pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz. Dirección de Parque Nacional Galápagos.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. (2015). *Monitoreo poblacional de pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz. Dirección de Parque Nacional Galápagos.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. (2016). *Monitoreo poblacional de pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz. Dirección de Parque Nacional Galápagos.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. (2017). *Monitoreo poblacional de pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz. Dirección de Parque Nacional Galápagos.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. (2018). *Monitoreo poblacional de pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz. Dirección de Parque Nacional Galápagos.

- Dirección de Parque Nacional Galápagos. (2019). *Monitoreo poblacional de pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz. Dirección de Parque Nacional Galápagos.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. (2021). *Monitoreo poblacional de pepino de mar (Isostichopus fuscus) en la Reserva Marina de Galápagos*. Santa Cruz. Dirección de Parque Nacional Galápagos.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. 2009, . Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Dirección de Parque Nacional Galápagos. 2018, . Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Dirección del Parque Nacional Galápagos. 2000. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Dirección del Parque Nacional Galápagos. 2014. Plan de Manejo de las Áreas Protegidas de Galápagos para el Buen Vivir. Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador.
- Espinoza, E., J.C. Murillo, M.V. Toral-Granda, et al. 2001. La pesca en Galápagos: comparaciones de las capturas entre 1997-2000. Informe Galápagos 2000-2001. WWF-Fundación Natura, Quito, pp 55-64.
- Fajardo-León, M.C., E. Michel-Guerrero, J. Singh-Cabanillas, et al. 1995. Estructura poblacional y ciclo reproductor del pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en Santa Rosalía, BCS, México. Cienc. Pesq. 11: 45-53.
- Galicia Vázquez B. sf. Implementación de una Unidad de Manejo Animal (UMA) de Pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en la Bahía Magdalena, Municipio de San Carlos en el Estado de Baja California Sur. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. División de Ciencias Biológicas y de Salud. Departamento de Biología. 54p.

- González Navarro, P. (2012). Biología y ecología de las holoturias [Echinodermata: Holothuroidea] de la isla de Gran Canaria (Atlántico CentroOriental)
- Herrero-Pérezrul M.D., Reyes-Bonilla H., García-Domínguez F.& C.E.CintraBuenrostro 1999.Reproduction and growth of *Isostichopus fuscus* (Echinodermata: Holothuroidea) in the southern Gulf of California, Mexico. *Marine Biology*. 135, 521-532.
- Herrero-Pérezrul, M.D., H. Reyes-Bonilla, & F. García-Dominguez. 1998. Casual hermaphroditism in gonochoric *Isostichopus fuscus* (Ludwig, 1875) (Echinodermata: Holothuroidea) of the southern Gulf of California, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 63: 611-615.
- Maluf, L.Y. 1991. Composition and distribution of the central eastern Pacific echinoderms. *Nat. Hist. Mus. Los Angeles Count. Tech. Rep.* 2: 1-242.
- Mantelli de la Fuente, J. A. (2011). Factibilidad de Exportación de Pepinos de Mar a Hong Kong (en línea) http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cfmantelli_jf/pdfAmont/cf-mantelli_jf.pdf consulta (25 de marzo del 2015).
- Marrero, Annaliese. (27 de agosto de 2019). Pepino de mar: características, hábitat, reproducción, alimentación. Liferder. Recuperado de <https://www.liferder.com/pepino-de-mar/>.
- Ministerio del Ambiente, A. y. (2021). Inició la temporada de pesquería de pepino de mar en Galápagos.
- Pelegrín, E. C. (2009). Valoración de la Bahía de Cabañas para el cultivo de pepino de mar *Isostichopus badionotus* en Cuba. *Revista electrónica de Veterinaria*, 1695-7504. Vol. 10, Nº 10.
- Piu, M., (2002). Reserva Marina de Galápagos. Dirección de Parque Nacional Galapagos.

- Prieto Ríos, E. (2010). Taxonomía de Holothuroidea (Echinodermata) del mar del Perú.
- Purcell, S.W., C.A. Hair & D.J. Mills. 2012. Sea cucumber culture, farming and sea ranching in the tropics: progress, problems and opportunities. *Aquacult.* 368: 68-81.
- Purcell, S.W., Y. Samyn & C. Conand. 2012. Commercially important sea cucumbers of the world. *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. No. 6. Rome, FAO. 150 pp.
- Reyes, H., Angulo, O & Ramírez, J. (2013). Monitoreo poblacional de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) en la Reserva Marina de Galápagos, año 2013. Comisión Técnica Pesquera de la Junta de Manejo Participativo. Informe técnico.
- Richmond R. y Martínez P.C. 1993. Sea cucumber fisheries in the Galápagos islands: Biological aspects, impacts, and concerns. Submitted to the International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Informe Técnico.
- Rupert E. & Barnes R. 1996. *Zoología de los Invertebrados*, sexta edición, McGraw-Hill Interamericana, 974 – 984 pp.
- Sambrano, A., H. Díaz & J.E. Conde. 1990. Caracterización de la ingesta en *Isostichopus badionotus* (Salenka) y *Holothuria mexicana* Ludwig (Echinodermata: Holothuroidea). *Carib. J. Sci*, 26: 45-51.
- Schuhbauer, A. Wolff, M y Castrejon, M. 2010. Una estrategia revisada para el monitoreo y manejo del pepino de mar de Galápagos. *Fundacion Charles Darwin-World Wildlife Fund (WWF)*. 75-80
- Solís-Marín, F.A., J.A. Arriaga-Ochoa, A. Laguarda-Figueras, C.S. Frontana-Uribe & A. Durán-González. 2009. *Holoturoideos del Golfo de California*. CONABIO-UNAM, México. 165pp.
- Toral-Granda, M. V. y Martínez, P. C. (2007). Reproductive biology and population structure of the sea cucumber *Isostichopus fuscus* (Ludwig,

1875)(Holothuroidea) in Caamaño, Galápagos Islands, Ecuador. *Marine Biology*, 151(6), 2091-2098.

Toral-Granda, M. y Martínez, C. 2004 Population density and fishery impacts on the sea cucumber (*Isostichopus fuscus*) in the Galapagos Marine Reserve, p. 91 – 100. In A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel & A. Mercier (eds). *Advances in the sea cucumber Aquaculture and Management*. FAO Fish. Tech. Paper, No. 463, FAO, Rome, Italy.

Zamorano, P., & Leyte-Morales, G. E. (2005). Cambios en la diversidad de equinodermos asociados al arrecife coralino de La Entrega, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 9(27), 19-28.

10. ANEXOS

Anexo 1. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2013

AÑO	ISLA	I. ENCONTRADOS	AREA (m2)	TRANSECTOS	DENSIDAD
2013	ISABELA	936	9100	91	10
2013	SAN CRISTOBAL	500	8800	88	6
2013	FLOREANA	287	4000	40	7
2013	ESPAÑOLA	248	3600	36	7
2013	SANTA CRUZ	165	2800	28	6
2013	FERNANDINA	119	1100	11	11
	TOTAL	2255	29400	294	7,8

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 2. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2014.

AÑO	ISLA	I. ENCONTRADOS	AREA (m2)	TRANSECTOS	DENSIDAD
2014	ESPAÑOLA	317	5400	54	5,9
2014	FERNANDINA	368	2700	27	13,6
2014	FLOREANA	149	2100	21	7,1
2014	ISABELA	1373	15400	154	8,9
2014	SAN CRISTOBAL	416	9300	93	4,5
2014	SANTA CRUZ	133	3700	37	3,6
	TOTAL	2756	38600	386	6,5

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 3. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2015.

AÑO	ISLA	I. ENCONTRADOS	AREA (m2)	TRANSECTOS	DENSIDAD
2015	ESPAÑOLA	113	2000	20	5,7
2015	FERNANDINA	156	1500	15	10,4
2015	FLOREANA	480	5500	55	8,7
2015	ISABELA	1102	12900	129	8,5
2015	SAN CRISTOBAL	146	3200	32	4,6
2015	SANTA CRUZ	194	2600	26	7,5
	TOTAL	2191	27700	277	8,0

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 4. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2016.

AÑO	ISLA	I. ENCONTRADOS	AREA (m2)	TRANSECTOS	DENSIDAD
2016	ESPAÑOLA	141	2400	24	5,9
2016	FERNANDINA	6	600	6	1,0
2016	FLOREANA	72	4600	46	1,6
2016	ISABELA	431	8500	85	5,1
2016	SAN CRISTOBAL	426	10700	107	4,0
2016	SANTA CRUZ	135	4800	48	2,8
	TOTAL	1211	31600	316	3,4

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 5. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2017.

AÑO	ISLA	I. ENCONTRADOS	AREA (m2)	TRANSECTOS	DENSIDAD
2017	ESPAÑOLA	194	3600	36	5,4
2017	FLOREANA	142	4400	44	3,2
2017	ISABELA	545	14300	143	3,8
2017	SAN CRISTOBAL	471	9400	94	5,0
2017	SANTA CRUZ	100	2600	26	3,8
	TOTAL	1452	34300	343	3,8

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 6. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2018.

AÑO	ISLA	I. ENCONTRADOS	AREA (m2)	TRANSECTOS	DENSIDAD
2018	ESPAÑOLA	334	4800	48	7,0
2018	FERNANDINA	190	2800	28	6,8
2018	FLOREANA	408	5000	50	8,2
2018	ISABELA	891	13100	131	6,8
2018	SAN CRISTOBAL	891	11900	119	7,5
2018	SANTA CRUZ	121	3700	37	3,3
	TOTAL	2835	41300	413	6,9

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 7. Individuos de pepino de mar encontrados por islas en el censo 2019.

AÑO	ISLA	I. ENCONTRADOS	AREA (m2)	TRANSECTOS	DENSIDAD
2019	ESPAÑOLA	342	3600	36	9,5
2019	FERNANDINA	323	4700	47	6,9
2019	FLOREANA	359	4900	49	7,3
2019	ISABELA	800	16500	165	4,8
2019	SAN CRISTOBAL	527	8400	84	6,3
2019	SANTA CRUZ	177	4500	45	3,9
	TOTAL	2528	42600	426	6,6

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 8. Individuos de pepino de mar encontrados por Islas en el censo 2021.

AÑO	ISLA	I. ENCONTRADOS	AREA (m2)	TRANSECTOS	DENSIDAD
2021	ESPAÑOLA	259	3200	32	8,1
2021	FERNANDINA	513	4700	47	10,9
2021	FLOREANA	588	3600	36	16,3
2021	ISABELA	2322	20200	202	11,5
2021	SAN CRISTOBAL	775	7200	72	10,8
2021	SANTA CRUZ	235	4100	41	5,7
		4692	43000	430	10,8

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

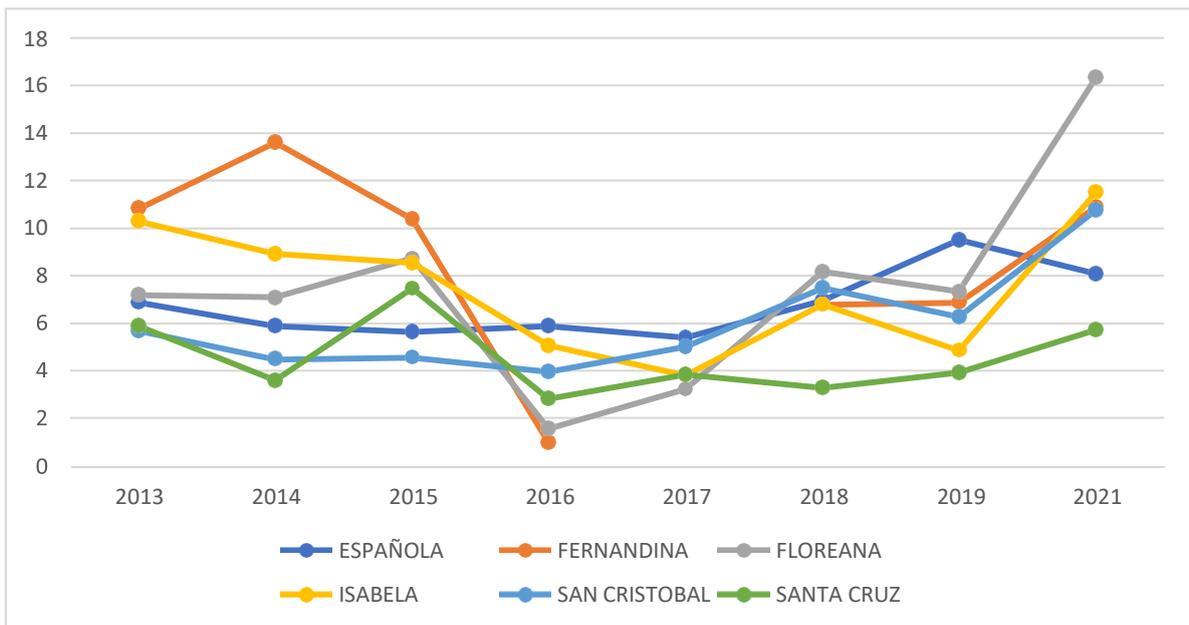
Anexo 9. Densidad anual total de pepino de mar en los periodos 2013-2021.

ISLA	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021
ESPAÑOLA	7	6	6	6	5	7	10	8
FERNANDINA	11	14	10	1		7	7	11
FLOREANA	7	7	9	2	3	8	7	16
ISABELA	10	9	9	5	4	7	5	11
SAN CRISTOBAL	6	4	5	4	5	7	6	11
SANTA CRUZ	6	4	7	3	4	3	4	6
TOTAL	47	44	45	20	21	39	39	63
DENSIDAD	7	6	8	3	4	7	7	11
PUNTO DE REFERENCIA	11	11	11	11	11	11	11	11

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 10. Densidad total de pepino de mar por Isla en los periodos 2013-2021.



Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 11. Densidad total de pepino de mar por Isla en los periodos 2013-2021.

TALLA (cm)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021
PROMEDIO	23,61	22,34	22,01	21,1	22,9	22,3	21,8	22,9
MIN.	10	9	8,5	8,5	7	6,5	9	9
MAX.	40	36	36	34	34,5	40	36	36

Elaborado por: Villafuerte, 2021.

Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 12. Monitoreo de pepino de mar durante el periodo 2013-2021.



Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 14. Monitoreo de pepino de mar durante el periodo 2013-2021 (medición de talla).



Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos

Anexo 13. Miembros del Parque Nacional Galápagos (PNG) con la evidencia recogida en



Fuente: Dirección del Parque Nacional Galápagos