

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Comparación de las técnicas de capturas de cangrejos en playas
arenosas para el estudio de la contaminación plástica

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Biólogo

Presentado por:

Gabriela Raquel Segarra Panchana

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a mis padres, por su esfuerzo y sacrificio por darme una gran educación. A mis abuelitas en el cielo porque sé que nunca dejaron de cuidarme y guiarme. A mis hermanos y esposo por darme siempre un empujón, ayudándome a acercarme a la meta. A mi bebé en camino que resultó ser un impulso más para lograrlo. Y por supuesto, a mí, por no rendirme ante cualquier circunstancia y creer que todo es posible con empeño y dedicación...

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría, paciencia y perseverancia en estos años de estudio. A mis padres Wellington y Patricia por ser siempre mis pilares en cada tropiezo y darme su apoyo desde que elegí esta carrera. A mis hermanos Wellington y Patricia por sus palabras de aliento y compañía. A mi primo Augusto por ayudarme con los muestreos. A mi esposo Ricardo por estirar su mano para sostenerme en cada etapa realizada. A mi tutor de tesis, Gustavo Domínguez, por ayudarme en la presentación y guía de mi proyecto. A cada uno de los docentes por impartir con amor sus conocimientos. Y a cada uno de mis familiares y amistades de carrera que nunca dudaron de que podría conseguirlo. Los llevo en mi corazón...

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; (*Gabriela Raquel Segarra Panchana*) y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Gabriela Segarra P.

Gabriela Raquel Segarra Panchana

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
**GUSTAVO ADOLFO
DOMINGUEZ CAZCO**

.....
Diego Arturo Gallardo Pólit

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Gustavo Adolfo Domínguez Cazco

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Desde la década de los 50 el plástico ha resultado un contaminante en aumento hasta la actualidad, amenazando al ecosistema marino por su alta persistencia y porque da paso a la bioacumulación y biomagnificación del mismo a través de la cadena trófica. Uno de los ecosistemas más contaminados son las playas arenosas, donde invertebrados como crustáceos ingieren este sólido contaminante, el género *Ocypode* es usado como indicador de esto. Sin embargo, en el Ecuador no existe información que pueda constatar esta realidad, razón por la cual esta propuesta se enfoca en la evaluación de la mejor técnica para capturar estos crustáceos y así reportar la situación actual de estos decápodos en relación con el posible impacto negativo de los microplásticos. Para conseguirlo, se muestrearon 2 playas arenosas, dejando cajas trampas enterradas en la arena construidas con dimensiones específicas que facilitaron la entrada de los organismos y se implementó una carnada en una de las cajas como otra variable. Se obtuvo mayor captura de organismos en la playa turística, la variable carnada no indicó mayor significación en el muestreo y se ajustó a un presupuesto económico y factible tecnológicamente para implementarse en el campo ya que los organismos resultaron ilesos luego de las capturas. Estos resultados permitieron la obtención de una técnica estandarizada de capturas de cangrejos, dando hincapié a muestreos viables, eficientes y sostenibles para el estudio de la contaminación plástica. Se recomienda para estudios posteriores tomar otras variables con el fin de obtener resultados con más información que ayuden a proponer un mejor manejo de las áreas recreacionales como lo son las playas arenosas.

Palabras Clave: Playas arenosas, cangrejos, capturas, plástico.

ABSTRACT

*Since the 1950s, plastic has been an increasing pollutant, threatening the marine ecosystem due to its high persistence and because it leads to bioaccumulation and biomagnification through the food chain. One of the most contaminated ecosystems are sandy beaches, where invertebrates such as crustaceans ingest this solid pollutant, the genus *Ocypode* is used as an indicator of this. However, in Ecuador there is no information that can confirm this reality, which is why this proposal focuses on the evaluation of the best technique to capture these crustaceans and thus report the current situation of these decapods in relation to the possible negative impact of microplastics. To achieve this, 2 sandy beaches were sampled, leaving trap boxes buried in the sand built with specific dimensions that facilitated the entry of the organisms and a bait was implemented in one of the boxes as another variable. A greater capture of organisms was obtained in the tourist beach, the bait variable did not indicate greater significance in the sampling, and it was adjusted to an economic and technologically feasible budget to be implemented in the field since the organisms were unharmed after the captures. These results allowed obtaining a standardized technique for crab captures, emphasizing viable, efficient, and sustainable sampling for the study of plastic pollution. It is recommended to further studies to take other variables to obtain results with more information that help to propose a better management of recreational areas such as sandy beaches.*

Keywords: *Sandy beaches, crabs, catches, plastic.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Justificación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	4
1.4.1 Contaminación con plástico en playas de América Latina	4
1.4.2 Impacto del plástico en la vida marina y en la salud humana	4
1.4.3 Microplásticos en crustáceos.....	5
1.4.4 Técnicas de capturas de cangrejos usadas en otras investigaciones.....	6
CAPÍTULO 2.....	7
2. METODOLOGÍA	7
2.1 Área de estudio	7
2.2 Organismo de estudio	7
2.3 Muestreo/Captura.....	9
2.3.1 Diseño de trampas.....	9
2.3.2 Diseño experimental	9
2.3.3 Análisis estadístico	10
CAPÍTULO 3.....	11

3.	Resultados y Análisis.....	11
3.1	Resultados de campo.....	11
3.2	Resultados de la ANOVA	12
3.3	Análisis de costos.....	13
CAPÍTULO 4.....		15
4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	15
4.1	Conclusiones.....	15
4.2	Recomendaciones.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....		17
APÉNDICES.....		20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Área de estudio en Santa Elena, Ecuador.....	7
Figura 2.2. <i>Ocypode gaudichaudii</i>	8
Figura 2.1.1. Diseño de trampas usadas.....	9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.3.1. Modelo del diseño experimental de 2 factores.....	100
Tabla 3.1.1. Evidencia de los organismos capturados.....	11
Tabla 3.2.1. Análisis de Varianza de 2 factores.....	13
Tabla 3.3.1. Presupuesto empleado durante el tiempo de experimentación	14

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Con la producción masiva de productos fabricados o elaborados de plástico desde los 50's, se ha incrementado la contaminación por parte de éste hasta la actualidad. Ningún organismo ha evolucionado para degradarlo de manera fácil, por lo que lo convierte en un gran problema ambiental con efectos adversos en la salud de la vida marina y en la salud humana (Blair Crawford & Quinn, 2016).

La contaminación en el mar con desechos plásticos es evidente y amenaza a este ecosistema debido a su alta persistencia. Los macroplásticos pueden provocar cambios físicos en el fondo del mar, daños nocivos en los organismos por la ingestión, daños en organismos marinos por quedarse atrapados o enredados en mallas y el ingreso a través de estos de especies invasoras a nuevos hábitats. Con los microplásticos se generan daños a nivel de individuo, afectando a nivel fisiológico o bioquímico a peces, organismos filtradores y/o pequeños invertebrados. La presencia de microplásticos en playas arenosas, en organismos marinos y en el agua de mar es evidente y los plásticos de un solo uso son la principal fuente de contaminación (Campoy & Beiras, 2019).

En un estudio se testearon desechos marinos antropogénicos en playas del Ecuador, los cuales mayoritariamente fueron plásticos con más del 60%, seguido de papel y metal. Este porcentaje fue en mayor proporción en algunas playas localizadas en el Golfo de Guayaquil y en resultados generales indicaron que la mayoría de los desechos sólidos en las playas de la costa del Ecuador se generan a partir de fuentes locales (Gaibor et al., 2020).

Este proyecto tiene como objetivo la estandarización de la mejor técnica para capturas de cangrejos en playas arenosas con el fin de estudiar la contaminación plástica en estos crustáceos decápodos.

1.1 Descripción del problema

En los últimos años el impacto de la contaminación plástica ha ido en aumento en muchas partes del mundo. Uno de los ecosistemas mayormente afectados por este problema ambiental son las playas arenosas y por ende los invertebrados que se encuentran en este hábitat. Algunas especies de decápodos son usadas para el estudio de disturbios humanos en las playas, especialmente se ha considerado la disminución de la población como indicador del impacto de las actividades antrópicas. Sin embargo, se desconoce el impacto de la contaminación plástica en estos organismos en nuestro país. Para empezar a caracterizar esta problemática ambiental, esta propuesta se enfoca en evaluar la mejor técnica para capturar estos crustáceos y así reportar la situación actual de estos decápodos del género *Ocypode* en relación con el posible impacto negativo de los microplásticos. Los organismos del género *Ocypode* se encuentran muy a menudo en playas arenosas de las regiones tropicales y subtropicales, habitan en galerías que construyen cerca o en la zona supralitoral y desarrollan un papel fundamental en transferir energía a otros niveles tróficos. Algunas especies de este género han sido usadas como indicador de la afectación de disturbios humanos en playas, donde se ha evidencia una disminución de la población en playas por afectaciones humanas. Para la evaluación del impacto humano en estos crustáceos, son necesarias diferentes técnicas de capturas como primera instancia. En la guía para la colecta, manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de la calidad del agua realizado por la CNDA, se indica que para la captura de crustáceos y poliquetos se pueden realizar muestreos en el bentos con cuadrantes, dragas o nucleadores (Comisión Nacional Del Agua, 2004). En el estudio de Branco y su equipo se realizaron capturas de estos ejemplares durante 14 meses de forma manual con diferentes dietas para los mismos. Se puede evidenciar que existen distintas técnicas para capturar cangrejos en playas arenosas, las cuáles van a depender del sitio y objetivo del estudio. Aun así, es fundamental la obtención de una técnica de captura estandarizada que permita de manera global brindar a futuros investigadores de este grupo de animales, cuál debería ser la más viable y eficiente (Branco et al., 2010).

1.2 Justificación del problema

Los decápodos del género *Ocypode* se encuentran muy a menudo en playas arenosas de las regiones tropicales y subtropicales y también han sido reportados a lo largo de la costa ecuatoriana y Galápagos. Estos organismos habitan en galerías que construyen cerca o en la zona supramareal y desarrollan un papel fundamental en la transferencia de energía a otros niveles tróficos. Para comenzar con una evaluación integral de la salud de estos crustáceos con relación al impacto de la contaminación plástica, es importante definir la mejor técnica de captura por medio de métodos pasivos (trampas) para evitar el daño físico de los organismos que pudieran ocurrir durante el procesamiento usando técnicas activas, por ejemplo, la pérdida de apéndices por enganchamiento en redes. Asimismo, se podrá determinar los períodos (horas) durante el día que serían ideales para capturar estos organismos. Por otro lado, se podría comprender si la dieta regular de estos crustáceos está compuesta por microplásticos, y su posible bioacumulación y potencial transferencia a otros niveles tróficos dentro de la cadena trófica. Finalmente, el levantamiento de esta información servirá para generar acciones de conservación en playas arenosas mayormente impactadas por la contaminación plástica.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Establecer una técnica estandarizada de capturas de cangrejos en playas arenosas mediante la comparación *in situ* de diferentes técnicas para la evaluación de la contaminación plástica en estos crustáceos.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Examinar dos playas pertenecientes al cantón Santa Elena para el establecimiento del sitio de estudio.
2. Comparar las técnicas de captura más adecuadas para cangrejos de arena.
3. Examinar la calidad de las muestras para la posterior identificación de las especies de cangrejos capturadas.
4. Determinar la mejor técnica empleando el número de cangrejos atrapados como medida de eficiencia durante 8 días.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Contaminación con plástico en playas de América Latina

La contaminación en las playas de América Latina se origina por no contar con disposición final de los desechos que se generan en playas de los países costeros. Por cada metro cuadrado de playa se evidencia en un estudio realizado en playas de Perú que existen 20 ítems de contaminación por plásticos y microplásticos, y por la pandemia de la actualidad podría incrementarse debido a los distintos materiales de protección contra la COVID-19. La basura marina está presente en todos los mares y océanos del mundo, presenciándola incluso en la Antártida, lo cual afecta a la biodiversidad de los mares, a estos ecosistemas y por consiguiente al hombre (Molina-Castro, 2021).

1.4.2 Impacto del plástico en la vida marina y en la salud humana

Los plásticos que llegan al mar en sus distintas formas, por procesos físicos se convierten o fragmentan en microplásticos, lo cual facilita que sea consumido por los animales de vida marina, provocando alteraciones en los organismos, incluso la muerte. Esta contaminación en los individuos marinos pasa a formar parte de la cadena trófica, en la cual está incluido también el ser humano (Vázquez et al., 2016).

En la salud animal, estos microplásticos asfixian ya que sus moléculas tienen la capacidad de funcionar como disruptores endocrinos; así mismo poseen la propiedad de ser atrayentes y acumuladores de contaminantes hidrofóbicos del agua del mar, lo que significa, que actúan como esponjas químicas para los distintos contaminantes tóxicos que llegan a los mares. Estos plásticos han sido hallados desde el microplancton hasta organismos más grandes de la fauna marina (Arredondo, 2018).

Los microplásticos que ingresan al cuerpo humano de manera directa, por ingestión o inhalación, tienen grandes impactos en la salud: inflamación, genotoxicidad, estrés oxidativo que desencadena la apoptosis, necrosis, estas consecuencias del ingreso del plástico en el ser humano deriva a distintos problema de salud: enfermedad infamatoria intestinal, artritis reumatoide,

diabetes, inflamación crónica, cáncer, trastornos del sistema inmune, accidentes cerebrovasculares y enfermedades relacionadas al corazón y cerebro (Center for International Environmental Law, 2015).

1.4.3 Microplásticos en crustáceos

Algunos estudios han evidenciado que muchos organismos acuáticos que habitan en el mar ingieren microplásticos: plancton, peces, mamíferos marinos, aves, crustáceos, moluscos, entre otros. Los crustáceos decápodos inspiran estos microplásticos mediante sus branquias o los ingieren por medio de la boca (Pereiras, 2019; Lavayen , 2021).

Los microplásticos son de diferentes colores, formas, tipos y tamaños y poseen alto contenido de fibras y están altamente disponibles para organismos como plancton, bivalvos, cangrejos y peces, lo cual puede ser muy perjudicial provocando efectos negativos en la salud del animal (Fernández et al., 2019) .

En la especie de cangrejo *Nohelice granulata* se han encontrado evidencia de microplásticos en las muestras que se recogieron para un estudio, presentando mayor abundancia en las branquias que en el tracto digestivo, sugiriendo que por medio de las branquias se adhieren más fácilmente estos contaminantes (Villagran et al., 2020).

Ciertos estudios han comprobado que algunos microplásticos de color y tamaño específicos son fácilmente confundibles con alimento para organismos marinos planctónicos (Shaw & Day, 1994; Day et al., 1990). El zooplancton a realizar migraciones diarias a lo largo de la columna de agua, se convierte en un vector que transporta microplásticos hacia distintas profundidades, lo que hace disponibles estos contaminantes a las diferentes cadenas alimenticias (Wright et al., 2013). Para organismos marinos de mayor tamaño, pueden ingerir estos microplásticos o pueden estar incorporados en las presas que ingieren, dando paso a la bioacumulación y biomagnificación de estos contaminantes en la cadena trófica (Bergmann et al., 2019).

1.4.4 Técnicas de capturas de cangrejos usadas en otras investigaciones

Los cangrejos topo *Emerita talpoida* han sido muestreado en playas mediante el uso de nucleadores de 10 cm de profundidad y 10 cm de diámetro en las distintas zonas de la playa, las muestras fueron tomadas durante la marea baja y el contenido obtenido de los nucleadores se analizó en el campo. En este estudio, las densidades de cangrejos fantasma solo fueron inferidas a partir de la observación del número de madrigueras en las playas (Morrow et al., 2014). Así mismo en varios estudios, el indicador para determinar presencia y densidad de cangrejos de la familia Ocypodidae fueron determinadas a partir de la observación del número de hoyos en los transectos de arena muestreados (Lucrezi et al., 2009) (SINAC, 2016). En otro estudio se muestreó crustáceos en manglares usando una cuadrata de 1 m² en parches de 30 m² y se encontraron especies del género *Uca* (Gonzabay, 2008).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El área de estudio para este proyecto abarcó las comunidades de Ballenita y San Pablo, ubicados a 5 km y 16 km respectivamente de la capital de la provincia de Santa Elena (**Figura 2.1**). Ballenita cuenta con 3 playas principales: Ballenita, Castillo y Chulluype, mientras que San Pablo cuenta con una del mismo nombre. Para seleccionar las playas en este estudio se usó el criterio de mucha o poca afluencia de turistas. Por lo tanto se escogió la playa de San Pablo porque es muy concurrida por turistas (Punto A) (Sotomayor & Morán, 2013) y la playa Chulluype por no ser un punto turístico importante, aunque es visitada de forma ocasional por surfistas (Punto B) (Gavilanes et al., 2009).

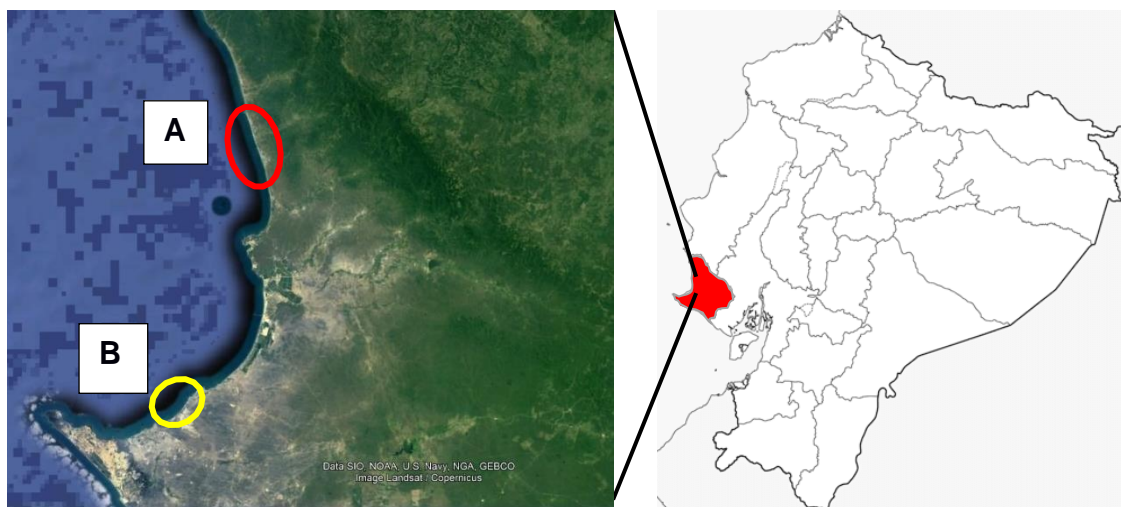


Figura 2.1. Área de estudio en Santa Elena, Ecuador. A) San Pablo playa con alto turismo, y B) Chulluype playa con bajo turismo. Imagen tomada de Google Earth Pro.

2.2 Organismo de estudio

El cangrejo, *Ocypode gaudichaudii* pertenece a la familia Ocypodidae, son organismos muy representativos de las playas arenosas en ambientes tropicales (**Figura 2.2**). Posee el cuerpo cuadrilateral, llegando a medir hasta 5 cm desde

donde comienza la cabeza hasta el telson. Tienen largo pelos y tallos oculares prolongados distalmente, una cresta larga compuesta por 18 tubérculos y 38 estrías, con una palma muy convexa (Sakai & Tuerkay, 2013). Esta especie se distribuye geográficamente desde El Salvador hasta Chile, por lo que su reproducción va a depender de la latitud ya que su desove está relacionado con la temperatura de su hábitat (Bahamonde, 1954). Este organismo es mayoritariamente activo durante el día en playas arenosas, las hembras y machos cavan madrigueras para evitar a los depredadores (Arndt, 1999).

En las playas arenosas, estos cangrejos cumplen un rol fundamental en transferir energía a los distintos niveles tróficos y son depredadores en estos ambientes. Su alimentación consiste en: plantas, insectos, crustáceos, anfípodos, neonatos de tortugas y/o animales que se están descomponiendo (Morrow et al., 2014). Los crustáceos que se establecen en la zona supralitoral de las playas poseen 5 adaptaciones que les permiten tolerar estos ambientes: ritmos circadianos, capacidad de construir galerías, movilidad, orientación espacial y plasticidad (Scapini, 2014). Esta especie habita en galerías construidas en la zona supralitoral (con profundidades de hasta 1.6 m) y son proporcionales al tamaño que posee el cangrejo, lo cual permite dar una estimación del tamaño de la población (Turra et al., 2005). Se pueden adaptar a los disturbios humanos pero la distribución en la playa puede que se limite por factores como salinidad y temperatura; aun así, su densidad poblacional puede verse afectada por urbanización o el paso de las personas por sus galerías (Neves & Bemvenuti, 2006; Rosa & Borzone, 2008).



Figura 2.2. *Ocypode gaudichaudii*.

2.3 Muestreo/Captura

2.3.1 Diseño de trampas

Las dos trampas se realizaron con malla metálica de $1 \times 1 \text{ cm}^2$ de dimensiones: 40 cm x 30 cm de perímetro y 30 cm de altura, con una abertura por el lado frontal y una rampa implementada de 20 cm de altura por el lado abierto para que el organismo entre por la misma. Para facilitar el retiro de los cangrejos una vez en el interior, se implementó una abertura por la parte superior de la caja. Durante el muestreo a la trampa A se le incorporó una carnada para atraer al organismo, lo que se puede observar en el diseño B de la figura 2.1.1.

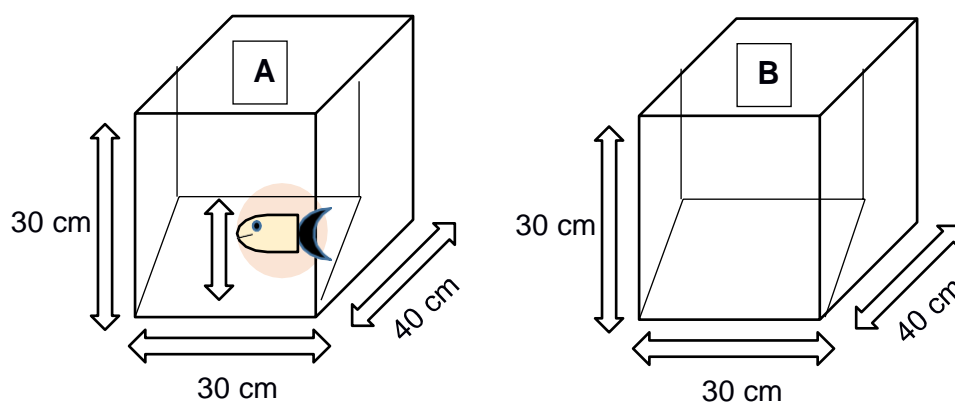


Figura 2.3.1. Diseño de trampas usadas.

2.3.2 Diseño experimental

Para la parte experimental, se tomó de manera aleatoria tramos en la playa donde fueron dejadas las dos trampas con 1 metro de separación entre ambas. Se trabajó con la variable de respuesta: número de individuos capturados y dos factores con los siguientes niveles o tratamientos: presencia o ausencia de carnada y playa turística o playa no turística, por lo que se lo consideró un experimento de 2 factores (**tabla 2.3.1**). Se realizaron un total de 8 días de muestreo consideradas como las réplicas de la experimentación (22/07/21-01/08/21), los cuatro primeros días en la playa no turística y los otros cuatro días en la playa turística, en el horario de 17H30-19H30 cada día.

Tabla 2.3.1 Modelo del diseño experimental de 2 factores

	Factor A: tipo de playa	
Factor B: carnada	Turística	No turística
Presencia	Réplicas	Réplicas
Ausencia	Réplicas	Réplicas

Variable de respuesta: número de individuos capturados

Factor A: tipo de playa (2 niveles: turística, no turística)

Factor B: carnada (2 niveles: presencia, ausencia)

Ambos factores de efectos fijos

2.3.3 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se comprobó que los datos siguieran una distribución normal y homogeneidad de las varianzas. Luego, se realizó un análisis de varianza de 2 factores con 2 niveles cada uno y 4 réplicas para cada factor, mediante una tabla ANOVA. El modelo estadístico para este diseño está representado en la ecuación 2.3.3.1.

$$y_{ijk} = \mu + r_i + \beta_j + (r\beta)_{ij} + \mu_{ijk}, i = 1, \dots, a; j = 1, \dots, b; k = 1, \dots, r \quad (2.3.3.1)$$

Se realizaron pruebas como: normalidad en los errores de las muestras, homogeneidad de las varianzas, interacción entre los niveles tipo de playa y carnada con el número de individuos capturados, interacción entre cada factor en el número de individuos capturados y una comparación múltiple en el factor tipo de playa.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Resultados de campo

Durante los 8 días de muestreo en las distintas playas de la provincia de Santa Elena se obtuvieron un total de 16 observaciones:

Tabla 3.1.1. Evidencia de los organismos capturados

Factor B: Tipo de playa	Factor A: Carnada		Réplicas
	Ausencia	Presencia	
No turística (Chulluype)	0	1	Día 1
	0	0	Día 2
	1	0	Día 3
	0	0	Día 4
Turística (San Pablo)	2	2	Día 5
	2	3	Día 6
	1	0	Día 7
	3	2	Día 8

En la playa de San Pablo se obtuvo el mayor número de organismos capturados (15 cangrejos). La diferencia con la playa de Chulluype (2 cangrejos capturados) se pudo ser porque esta playa tuvo poca extensión de arena y no se observaron galerías construidas por los cangrejos, además se presentó otra extensión de rocas donde sí se encontraban los cangrejos, pero de una especie diferente a la presentada como organismo de estudio y también eran muy pequeños. Mientras que la playa turística poseía una gran extensión de arena donde las galerías de cangrejos se podían ver sin dificultad, sin ocupar mayormente espacio en las rocas. Además, los cangrejos capturados presentaron mayor similitud con la especie como organismo de estudio.

Como se citó en el apartado de organismo de estudio (Neves & Bemvenuti, 2006; Rosa & Borzone, 2008) , los cangrejos de playas arenosas se pueden adaptar a disturbios humanos, lo cual se observó en la playa de San Pablo, a pesar de ser una playa turística, no fue un impedimento para que los cangrejos ocupen este hábitat, sino más bien, se hayan adaptado a la presencia de las de personas que van a ejercitarse o disfrutar de un momento en la playa. Sin embargo, se asustan con la presencia de personas cuando estas se encuentran muy cercanas y tienden a ingresar a las galerías. Cuando los cangrejos no sienten o no ven movimientos de personas salen de sus galerías. El horario de 17H30 - 19H30 fue muy propicio, puestos que ciertos días, se quiso realizar los muestreos más temprano y no se veía a los cangrejos fuera de sus galerías, pero a partir de las 18H00 horas ya había movimiento de los organismos fuera de sus galerías.

El uso de carnada también resultó muy eficaz, ya que en un principio se iba a utilizar una luz en el interior de las trampas como fuente de atracción, pero está no tuvo éxito. Como resultado de esta observación, se decidió usar la carnada. También hubo una pequeña diferencia en el uso de la carnada. Se observó que la carnada congelada resultaba más atractiva que la carnada fresca. Aunque eso no fue variable a tomar dentro del estudio, pero es una observación que se podría explorar en un estudio posterior. Lo que sí fue la variable incluyó la presencia o la ausencia de la carnada en el interior de las trampas, dando un resultado poco o nada significativo, lo cual implicó poca diferencia en este factor (carnada), de todas maneras, los cangrejos ingresaban, el motivo se desconoce, pero se puede inferir en que sea curiosidad para hacer sus galerías o curiosidad de encontrar alimento.

3.2 Resultados de la ANOVA

Los datos al seguir una distribución normal, existir una homogeneidad de las varianzas de los 2 factores (Apéndices: A, B y C) y ser valores independientes para cada día de experimentación, permitieron el análisis de varianza mediante la tabla ANOVA. Esta tabla permitió descubrir si los resultados de esta experimentación fueron significativos. Demostrando que los factores involucrados (tipo de playa y carnada) de manera conjunta no implican significación en el número de individuos que se capturaron durante el muestreo ya que su valor p fue mayor que el nivel de

significancia ($0,768 > 0,005$). Sin embargo, al analizarlos por separado, el factor tipo de playa indicó una significación importante para el estudio ($0,002 < 0,05$), lo que implicaría que dependiendo del sitio de estudio se va a lograr capturar mayor número de individuos de los cangrejos, resultados que se aprecian en la **tabla 3.2.1**.

Tabla 3.2.1. Análisis de Varianza de 2 factores

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de playa	1	10,5625	10,5625	15,36	0,002
Carnada	1	0,0625	0,0625	0,09	0,768
Tipo de playa*Carnada	1	0,0625	0,0625	0,09	0,768
Error	12	8,2500	0,6875		
Total	15	18,9375			

Una vez comprobado que el factor tipo de playa influía en los resultados de la variable de respuesta, fue necesaria una comparación múltiple de Tukey (Apéndices H e I) puesto que esta prueba permitió la comparación de las medias de organismos capturados en cada tipo de playa, resultados provenientes de la tabla ANOVA. En la playa San Pablo se consiguió mayor número de organismos capturados ya que la prueba de Tukey dio una media de dos organismos capturados diarios por cada tratamiento, mientras que la playa Chulluype no lograba alcanzar ni un solo organismo capturado diario en ninguno de los dos tratamientos o niveles del otro factor (carnada).

3.3 Análisis de costos

Este presupuesto puede variar dependiendo del estudio ya que, si se desea muestrear un área con más extensión en las playas, se necesitaría más cajas trampa. Por otro lado, el valor de la carnada puede no variar mucho porque se podría dividir en trozos más pequeños los trozos de pescado utilizados. Por el contrario, el costo de la gasolina si variara cuando los sitios de estudio se encuentren más lejos, incluso pudiendo gastar más por hospedaje, alimentación y otro tipo de gastos. De todas maneras, si no se cuenta con suficiente disponibilidad de presupuesto, el costo usado durante esta experimentación resultó ser muy económico por su facilidad de empleo y buenos resultados (**tabla 3.3.1**).

Tabla 3.3.1. Presupuesto empleado durante el tiempo de experimentación

Descripción	Cantidad	Valor
Malla metálica	5 metros	\$ 20,00
Varilla de 1/8	3 unidades	\$ 9,00
Carnadas (pescado)	8 trozos	\$ 5,00
Gasolina para transporte a los lugares de estudio desde el cantón Santa Elena a Chulluype y San Pablo	25 galones	\$20.00
Mano de obra para la construcción de las cajas	-	\$ 30,00
Total de gastos		\$84,00

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se logró comprobar que la técnica propuesta para la captura de cangrejos está influenciada por la actividad turística. Mediante el análisis ANOVA se puede concluir que el tipo de playa, de manera particular la playa turística de San Pablo influyó significativamente en el número de individuos capturados.
- También se puede concluir que el horario de muestreo sugerido por la literatura citada es el ideal para la obtención de un número mayor de organismos. En el periodo de 17h30 a 19h30 los cangrejos fueron muy activos, sin relevancia con la presencia o no de carnada.
- Con este diseño de trampa se demuestra que la técnica propuesta no daña a los organismos, es decir, no sufren daños intentando introducirse en el interior de la caja o al intentar escapar. Se comprobó que los organismos estaban completos lo que resulta en un punto positivo porque mantienen la calidad de la muestra para una posterior identificación de la especie capturada.
- Este trabajo de experimentación aporta positivamente con una técnica de captura de especímenes no solo para el estudio de microplásticos, sino también para otros tipos de estudios como taxonómicos, fisiológicos, reproductivos o de comportamiento de cangrejos de arena.

4.2 Recomendaciones

- Considerar variables ambientales como: lluvia, viento, especialmente estar pendientes de las tablas de mareas proporcionadas por los institutos oceanográficos de cada región, para que esto no sea de influencia en el muestreo, en el caso de no contar con tiempo extenso de disponibilidad para realizar la experimentación.

- Una vez que se sepa el mejor sitio de estudio para realizar el muestreo, se recomienda implicar otras variables que den más información sobre la técnica de captura; las cuales pueden ser diferentes tipos de carnada en las trampas y diferentes horarios para que los resultados sean más robustos.
- Para evitar que los cangrejos traten de escapar desde el interior escalando la malla metálica, es recomendable usar algún recubrimiento en el interior de la caja, incluyendo el interior de la rampa inclinada para que de esta manera no busquen la forma de trepar sosteniéndose por la malla.
- El introducir las cajas trampa en la arena también es recomendable que dejarlas solo por encima de la superficie arenosa, así el organismo no siente que sea algo extraño y se introduce con facilidad.
- Se recomienda el uso de unas capas de pintura especial para las varillas usadas, de tal manera, que se evite la oxidación después de un tiempo de exposición al muestreo.
- Se recomienda hacer un seguimiento del estudio en diferentes épocas del año, ya que el presente estudio fue realizado en la época de verano y se puede realizar otro muestreo en época de invierno, e incluso en diferentes meses a lo largo del año, para determinar qué meses serían los más eficaces para el muestreo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aimone Arredondo, G. (2018). El Plástico en el mar. *Revista de Marina*, 236, 30–33.
<https://revistamarina.cl/revistas/2018/3/gaimonea.pdf>
- Arndt, R. (1999). Predation by the black iguana (*Ctenosaura similis*) on the painted ghost crab (*Ocypode Gaudichaudii*) in Costa Rica. *Florida Scientist*, 62(2), 111-114.
Recuperado el 2021, de <https://www.jstor.org/stable/24321216>
- Bahamonde, N. (1954). Crustaceos Decapodos Colectados En Tarapaca. *Revista Chilena de Historia Natural*, 6.
- Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2019). Marine Anthropogenic Litter. In *Environmental Science and Technology* (Vol. 53, Issue 9).
<https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01360>
- Blair Crawford, C., & Quinn, B. (2016). *Microplastic Pollutants*. Elsevier Limited.
- Branco, J. O., Hillesheim, J. C., Fracasso, H. A. A., Christoffersen, M. L., & Evangelista, C. L. (2010). Bioecology of the ghost crab *ocypode quadrata* (fabricius, 1787) (crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the Southwestern Atlantic. *Journal of Shellfish Research*, 29(2), 503–512.
<https://doi.org/10.2983/035.029.0229>
- Campoy, P., & Beiras, R. (2019). *REVISIÓN Efectos ecológicos de macro-, meso- y microplásticos*.
- Center for International Environmental Law. (2015). *El plástico y la salud*.
<https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/03/Plastic-Health-Spanish.pdf>
- Comisión Nacional Del Agua. (2004). *Guía para la colecta, manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de la calidad del agua*.
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2014/229011.pdf>
- Day, R. H., Shaw, D. G., & Ignell, S. E. (1990). The quantitative distribution and characteristics of neuston plastic in the North Pacific Ocean, 1985-88. *Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris, April 1989*, 247–263.
- Fernández Severini, M. D., Villagran, D. M., Buzzi, N. S., & Sartor, G. C. (2019). Microplastics in oysters (*Crassostrea gigas*) and water at the Bahía Blanca Estuary (Southwestern Atlantic): An emerging issue of global concern. *Regional Studies in Marine Science*, 32, 100829. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100829>
- Gaibor, N., Condo-Espinel, V., Cornejo-Rodríguez, M. H., Darquea, J. J., Pernia, B.,

- Domínguez, G. A., Briz, M. E., Márquez, Lady, Laaz, E., Alemán-Dyer, C., Avendaño, U., Guerrero, J., Preciado, M., Honorato-Zimmer, D., & Thiel, M. (2020). Composition, abundance and sources of anthropogenic marine debris on the beaches from Ecuador – A volunteer-supported study. *Marine Pollution Bulletin*, 154(September 2019), 111068. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111068>
- Gavilanes, J., Jalón, V., Magües, I., & Delgado, D. (2009). *Propuesta de Equipamiento en el Sector de Chulluype : Cabaña Comedor Turístico*.
- Gonzabay, C. A. (2008). *Identificación de crustaceos y moluscos (Macroinvertebrados) asociados al ecosistema manglar de la comuna Palmar*. 137.
- Lavayen Villamar, K. J. (2021). *Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil Carrera: Comunicación Social Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: Licenciado en Comunicación Social con mención en Producción Audiovisual y Multimedia Tema: El macroplástico y la Conta*.
- Lucrezi, S., Schlacher, T. A., & Walker, S. (2009). Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: A test of ghost crabs (*Ocypode* spp.) as biological indicators on an urban beach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152(1–4), 413–424. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0326-2>
- Molina-Castro, R. E. (2021). *Contaminación marina por desechos plásticos en países del perfil costero del Pacífico Sur, 2016-2021*. 6(5), 458–478. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i5.2671>
- Morrow, K., Bell, S. S., & Tewfik, A. (2014). Variation in ghost crab trophic links on sandy beaches. *Marine Ecology Progress Series*, 502, 197–206. <https://doi.org/10.3354/meps10728>
- Neves, F. M., & Bemvenuti, C. E. (2006). The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. *Biological Conservation*, 133(4), 431–435. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.041>
- Pereiras, M. (2019). *Contaminación marina por plásticos*. https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24187/PereirasVarela_Manuel_TFG-2019.pdf.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Rosa, L. C., & Borzone, C. A. (2008). *distribución (Crustacea: Spatial distribution of the Ocypode quadrata (Crustacea: Ocypodidae) along estuarine environments in the Paranaguá Bay Complex , southern Brazil Brazil estuarine environments Paranaguá Bay southern*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(3), 383–388.

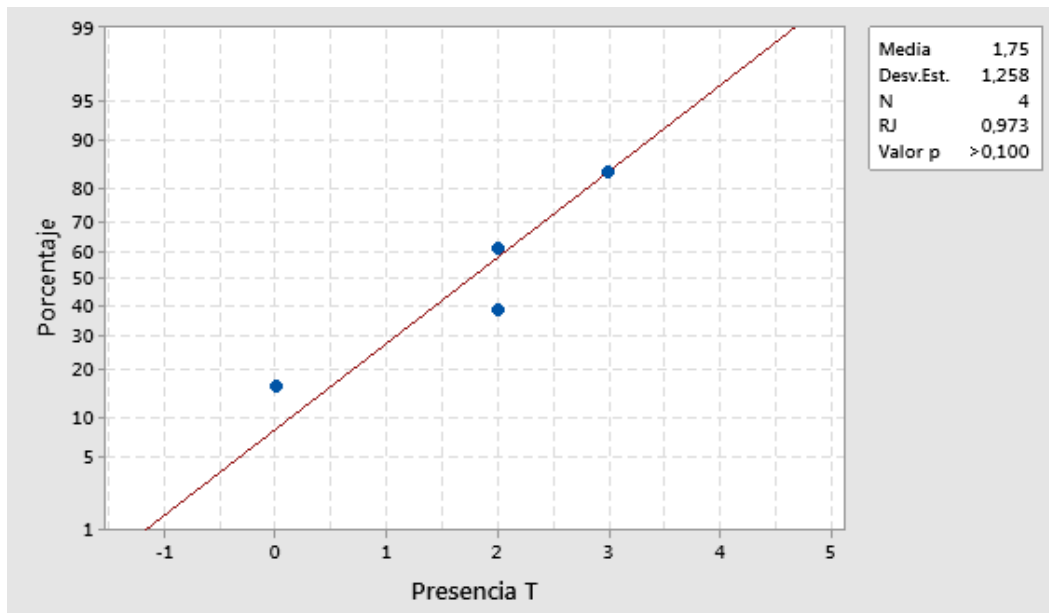
- Sakai, K., & Tuerkay, M. (2013). Revision of the genus *Ocypode* with the description of a new genus, *Hoplocypode* (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Memoirs of the Queensland Museum.*, 56(2), 665–793.
- Scapini, F. (2014). Behaviour of mobile macrofauna is a key factor in beach ecology as response to rapid environmental changes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 150(PA), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.11.001>
- Shaw, D. G., & Day, R. H. (1994). Colour- and form-dependent loss of plastic micro-debris from the North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 28(1), 39–43. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(94\)90184-8](https://doi.org/10.1016/0025-326X(94)90184-8)
- SINAC. (2016). Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas de Anidación de Tortugas Marinas. *Programa de Naciones Unidas Para El Desarrollo, June 2016*, 43p.
- Sotomayor, K., & Morán, K. (2013). *Guía Cultural del Turismo de la Provincia de Santa Elena - Ecuador*.
- Turra, A., Gonçalves, M. A. O., & Denadai, M. R. (2005). Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches. *Journal of Natural History*, 39(23), 2163–2177. <https://doi.org/10.1080/00222930500060165>
- Vázquez Morillas, A., Velasco Pérez, M., Espinosa Valdemar, R. M., Morales Contreras, M., Hernández Islas, S., Ordaz Guillén, M. Y. L., & Almeida Filgueira, H. J. (2016). Generación, legislación y valorización de residuos plásticos en iberoamérica. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 32(EspecialResiduosSolidos), 63–76. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.05.05>
- Villagran, D. M., Truchet, D. M., Buzzi, N. S., Forero Lopez, A. D., & Fernández Severini, M. D. (2020). A baseline study of microplastics in the burrowing crab (*Neohelice granulata*) from a temperate southwestern Atlantic estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 150(June), 110686. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110686>
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>

APÉNDICES

APÉNDICE A: Prueba de normalidad de Ryan-Joiner

Hipótesis	H₀: Los datos siguen una distribución normal. H₁: Los datos no siguen una distribución normal.
Nivel de significancia	α: 0,05
Estadístico de prueba	RJ: 0,973
p-valor	0,10
Decisión	No se rechaza la hipótesis nula
Conclusión	Con una significancia del 5%, se concluye que los errores tienen distribución normal (se cumple el supuesto).

APÉNDICE B: Representación de la prueba de normalidad



APÉNDICE C: Prueba de Homogeneidad de varianzas

Hipótesis	H₀: Las varianzas son iguales (homogéneas). H₁: Al menos una varianza es diferente.
Nivel de significancia	α : 0,05
Estadístico de prueba	Barlett: 3,21 (prueba exacta para datos que siguen una distribución normal).
p-valor	0,36
Decisión	No se rechaza la hipótesis nula
Conclusión	Con una significancia del 5%, se concluye que las varianzas son homogéneas (se cumple el supuesto).

APÉNDICE D: Análisis de Varianza de 2 factores

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tipo de playa	1	10,5625	10,5625	15,36	0,002
Carnada	1	0,0625	0,0625	0,09	0,768
Tipo de playa*Carnada	1	0,0625	0,0625	0,09	0,768
Error	12	8,2500	0,6875		
Total	15	18,9375			

APÉNDICE E: Combinación de los niveles: Tipo de playa y Carnada, con el número de individuos capturados

Hipótesis	H₀: No hay interacción entre el Tipo de playa y Carnada que influya en el número de individuos capturados. H₁: Existe interacción entre el Tipo de playa y Carnada que influya en el número de individuos capturados.
Nivel de significancia	α : 0,05
Estadístico de prueba	F: 0,09
p-valor	0,768
Decisión	No se rechaza la hipótesis nula
Conclusión	Con una significancia del 5%, se concluye que no hay interacción entre el Tipo de playa y Carnada que influya en el número de individuos capturados.

APÉNDICE F: Interacción entre el Tipo de playa (No turística/Turística) con el número de individuos capturados

Hipótesis	H₀: No hay efecto del Tipo de playa sobre el número de individuos capturados. H₁: Hay efecto de algún Tipo de playa sobre el número de individuos capturados.
Nivel de significancia	α: 0,05
Estadístico de prueba	F: 15,36
p-valor	0,002
Decisión	Se rechaza la hipótesis nula
Conclusión	Con una significancia del 5%, se concluye que hay efecto de algún Tipo de playa sobre el número de individuos capturados.

APÉNDICE G: Interacción entre Carnada (Ausencia/Presencia) con el número de individuos capturados

Hipótesis	H₀: No hay efecto de la Carnada sobre el número de individuos capturados. H₁: Hay efecto de la Carnada sobre el número de individuos capturados.
Nivel de significancia	α: 0,05
Estadístico de prueba	F: 0,09
p-valor	0,768
Decisión	No se rechaza la hipótesis nula
Conclusión	Con una significancia del 5%, se concluye que no hay efecto de la Carnada sobre el número de individuos capturados.

APÉNDICE H: Comparaciones múltiples (Tukey) para el factor: Tipo de playa

Hipótesis	H₀: $\mu_i = \mu_j$ H₁: $\mu_i \neq \mu_j$, para todo $i \neq j$
Nivel de significancia	α: 0,05
Conclusión	Con una significancia del 5%, se puede afirmar que el Tipo de playa de mayor eficacia en el aumento del número de individuos capturados es la playa Turística.

APÉNDICE I: Comparaciones por parejas (Tukey): Tipo de playa

Tipo de playa	N	Media	Agrupación	
Turística	8	1,875	A	
No turística	8	0,250		B