

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceanográficas y
Recursos Naturales**



**“ESTRUCTURA POBLACIONAL DEL CANGREJO ROJO
(*UCIDES OCCIDENTALIS*) EN UN GRADIENTE DE
INUNDACIÓN DENTRO DE UN BOSQUE DE MANGLAR
RIVERINO (ISLA MONDRAGÓN, ESTUARIO RÍO GUAYAS).”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

Presentado por:

ALVARO GEOVANNY MORA MENDOZA

Guayaquil – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

A mis padres por el apoyo constante dentro de este camino de formación académica.

A mi directora de tesis, M.Sc. Mireya Pozo Cajas por su incentivo, enseñanzas y amistad. Así también al codirector de tesis Ph.D Víctor H. Rivera Monroy de la Universidad de Louisiana por su colaboración y juiciosas observaciones para la ejecución de este proyecto. Al M.Sc Luis Flores y al Ph.D Milton Barcos por sus consejos y revisión de este documento.

Al Blgo. Omar Alvarado del laboratorio de Ecotoxicología – ESPOL, por su ayuda para el análisis de suelos.

A la Ing. Karla Tituana por su instrucción en el procesamiento de la información cartográfica.

A mis compañeros Evelyn Linares y Jesús Delgado, de la FIMCBOR que voluntariamente colaboraron en la toma de datos en campo. A los Sres. Sr. Eduardo

Jordán, Sr. Ricardo Carpio y Sr. David Jordán, directivos de la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales “21 de mayo”, Puerto Roma.

Al presidente de la comunidad de Puerto Roma, Sr. Máximo Carpio y su esposa la Sra. Rosa Mite por su hospitalidad y amistad durante mis constantes viajes al manglar. Finalmente un gran agradecimiento a toda la comunidad de Puerto Roma, por todo el apoyo para realizar mis observaciones en el manglar dentro de las concesiones de esta comunidad.

DEDICATORIA

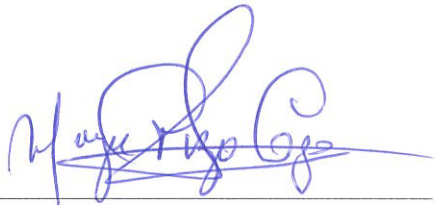
Este trabajo está dedicado a mis padres Silvia y Juan por el constante apoyo y confianza durante toda mi vida, lo cual ha significado una pieza fundamental en mi formación académica.

También a todos quienes, han sabido compartir sus conocimientos como profesores y amigos.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Eduardo Cervantes B.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



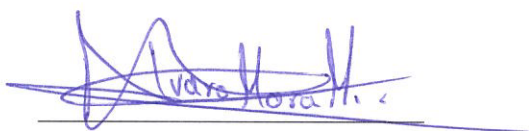
M.Sc. Mireya Pozo Cajas
DIRECTORA DE TESIS



Ph.D Milton Barcos Arias
EVALUADOR

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido
de esta Tesis de Grado
me corresponde exclusivamente;
y el patrimonio intelectual de la misma
a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.



Alvaro Geovanny Mora Mendoza

RESUMEN

Ucides occidentalis representa una especie clave en la trofodinámica de los bosques de manglar, además juega un papel importante en la economía de las comunidades costeras del Ecuador. El objetivo de este estudio fue evaluar la estructura poblacional del cangrejo rojo a lo largo de un gradiente de elevación topográfico e inundación, mediante transectos de 200 m hacia el interior del manglar, entre dos zonas de la Isla Mondragón. A lo largo de este gradiente se midieron tallas (ancho y largo) y proporción sexual de los cangrejos capturados, además se evaluó la densidad y agregación de madrigueras. Los datos fueron interpretados en relación a los factores físicos del sedimento (materia orgánica, humedad, arenas, limos y arcillas). La media de tallas (para un rango entre 5,6 y 9 cm AC) a lo largo del gradiente no registró diferencias significativas (ANOVA, $p > 0,05$), además la proporción sexual (machos/hembras) podría variar estacionalmente al igual que la densidad de madrigueras. Entre ambas zonas la cantidad de materia orgánica en el suelo presentó diferencias significativas (ANOVA, $p < 0,05$), y está asociado a la densidad de cangrejos. Esta asociación sugiere que una alta densidad de cangrejos, podría limitar la acumulación de materia orgánica.

Palabras claves: *Ucides occidentalis*, estructura poblacional, bosque de manglar, gradiente, Isla Mondragón.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS	XVI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.	6
INFORMACIÓN GENERAL	6
2.1. <i>Ucides occidentalis</i>	6
1. 1. 1. Taxonomía	7
1. 1. 2. Distribución	8
1. 1. 3. Biología	9
2.2. Pesquería del cangrejo rojo.	11
CAPITULO II.	13
METODOLOGÍA.....	13
2.1. Zona de estudio.....	14
2.2. Diseño de muestreo en campo.....	15
2. 1. 1. Muestreo en parcelas de estudio.	16
2. 1. 2. Colección de muestras de sedimento.	20

2.3. Fase de Laboratorio	21
2. 2. 1. Determinación de textura del sedimento	21
2. 2. 2. Cálculo de materia orgánica	23
2.4. Análisis de datos.....	24
CAPITULO III.	27
RESULTADOS	27
3.1. Estructura de tallas.....	27
3.2. Proporción sexual.	30
3.3. Densidad de madrigueras.	32
3.4. Agregación de las madrigueras	34
3.5. Caracterización abiótica del hábitat	37
3.5.1. Porcentajes de materia orgánica en el suelo	37
3.5.2. Porcentajes de humedad del suelo.	39
3.5.3. Composición del suelo.	41
CAPITULO IV.	45
DISCUCIONES	45
4.1 Estructura de tallas y proporción sexual.	45
4.2 Densidad de madrigueras	47
4.3 Agregación	48
4.4 Factores físicos del sedimento.....	48
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES.....	52

ANEXOS.....	54
BIBLIOGRAFÍA	63

ABREVIATURAS

AC: Ancho del cefalotórax.

LC: Largo del cefalotórax.

μm : Micras.

mm: Milímetros.

cm: Centímetros.

m: Metros.

m^2 : Metros cuadrados.

ml: Mililitros.

g: Gramos.

$^{\circ}\text{C}$: Grados centígrados.

GPS: Sistema de posicionamiento global.

PVC: Policloruro de vinilo.

$>$: Mayor que.

$<$: Menor que.

\bar{x} : Promedio.

%: Porcentaje.

MO: Materia Orgánica.

DS: Desviación estándar.

$^0/_{00}$: Partes por mil

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Zonas de manglares en ambos lados del continente Americano donde se distribuye el genero <i>Ucides</i> .	8
Figura 2.	Formas del abdomen entre macho y hembra de <i>U. occidentalis</i> .	9
Figura 3.	Zonas de muestreo en la Isla Mondragón - Golfo de Guayaquil.	14
Figura 4.	Diseño de muestreo, transecto de 200 metros hacia el interior del bosque de manglar.	17
Figura 5.	Subcuadantes de la parcela de estudio y ubicación puntos de coordenadas geográficas.	18
Figura 6.	Largo del cefalotórax (LC) y ancho del cefalotórax (AC).	19
Figura 7.	Diseño del muestreo, parcela de 5m x 5m con sus cuatro subunidades de muestreo de 1m x 1m en cada vertice.	20
Figura 8.	Histograma de frecuencias relativas de tallas (AC) entre los cangrejos capturados en ambas zonas durante los dos muestreos.	28
Figura 9.	Gráfica de promedios de tallas (AC) en machos y hembras con respecto a las parcelas en ambas zonas– primer muestreo.	29
Figura 10.	Análisis de varianza de las tallas (AC) de <i>U. occidentalis</i> a lo largo de un gradiente de elevación e inundación , en ambas zonas– primer muestreo.	30

Figura 11. Análisis de varianza de la densidad de madrigueras obtenidos entre Zona I y II, en ambos muestreos.....	33
Figura 12. Análisis de varianza de la densidad de madrigueras por parcelas, entre Zona I y II, primer muestreo.	33
Figura 13. Análisis de varianza de la densidad de madrigueras por parcelas, entre Zona I y II, segundo muestreo.....	34
Figura 14. Mapa de agregación de madrigueras en las parcelas 1, para transectos uno y dos (T1yT2)	35
Figura 15. Mapa de agregación de madrigueras en las parcelas 2, para transectos uno y dos (T1yT2).	35
Figura 16. Mapa de agregación de madrigueras en las parcelas 3, para transectos uno y dos (T1yT2).	36
Figura 17. Mapa de agregación de madrigueras en las parcelas 4, para transectos uno y dos (T1yT2)	37
Figura 18. Análisis de varianza en la cantidad de materia orgánica en ambas zonas – primer muestreo y segundo muestreo.	38
Figura 19. Porcentajes de Materia Orgánica (% MO) por cada parcela de estudio en ambas zonas – primer muestreo.....	38
Figura 20. Porcentajes de Materia Orgánica (% MO) por cada parcela de estudio en ambas zonas – segundo muestreo.	39
Figura 21. Análisis de varianza de la cantidad de humedad registrada entre ambas zonas – primer muestreo y segundo muestreo.....	40

Figura 22.	Porcentajes de humedad en cada parcela de estudio de ambas zonas – primer muestreo	40
Figura 23.	Porcentajes de humedad en cada parcela de estudio de ambas zonas – segundo muestreo	41
Figura 24.	Composición de sedimentos en la Zona I–primer muestreo.	42
Figura 25.	Composición de sedimentos en la Zona II–primer muestreo.....	42
Figura 26.	Composición de sedimentos en la Zona I–segundo muestreo.....	43
Figura 27.	Composición de sedimentos en la Zona II–segundo muestreo.	44
Figura 28.	Análisis de multivariado de la textura del suelo en ambas zonas de muestreo – primer muestreo y segundo muestreo.	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.	Comparación de la proporción de macho/hembra de <i>U. occidentalis</i> en un área de 1 m ² a lo largo de un gradiente en ambas zonas (primer muestreo).	31
Tabla II.	Comparación de la proporción de macho/hembra de <i>U. occidentalis</i> en un área de 1 m ² a lo largo de un gradiente en ambas zonas (segundo muestreo).	31
Tabla III.	Datos obtenidos sobre las diferencias significativas en cantidad de individuos entre las parcelas, mediante la prueba de Chi-cuadrado (X^2) para ambos muestreos.	32

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A – MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	55
ANEXO B – TABLA DE INTERVALOS DE TIEMPO - METODO DE LA PIPETA.....	56
ANEXO C – DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SHEPARD, 1954.....	57
ANEXO D –TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS SUELOS.....	58
ANEXO E – TABLA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS (PRIMER MUESTREO).....	59
ANEXO F – TABLA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS (SEGUNDO MUESTREO).....	60
ANEXO G – DATOS DE AGREGACIÓN DE MADRIGUERAS (ZONA I).....	61
ANEXO H – DATOS DE AGREGACIÓN DE MADRIGUERAS (ZONA II)	62

INTRODUCCIÓN

El bosque de manglar es un ecosistema con propiedades funcionales y estructurales características de los humedales costeros tropicales, y ofrece un hábitat óptimo para especies de importancia comercial y no comercial [1] [2] [3] [4] [5].

Entre las propiedades ambientales únicas, se incluyen las aguas marinas-salobres y un extenso rango de amplitud de mareas, las temperaturas adecuadas para la reproducción de animales (vertebrados e invertebrados) y plantas, además de la alta disponibilidad de materia orgánica (hojas, flores y propágulos) como fuente básica de alimentación para crustáceos como el cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*), constituyendo un hábitat de importancia ecológica para la especie [2] [6].

Adicionalmente, se conoce que los procesos geofísicos tienen un control sobre la biodiversidad y en la regulación de las funciones ecológicas del ecosistema de manglar, caracterizada por su alta productividad primaria neta [4]. Esta productividad primaria de los bosques de manglar está relacionada con la fisiología específica de cada especie de manglar, características hidrológicas, el hidroperiodo, entre otros.

En los bosques de manglar del estuario del río Guayas se observan cambios en la elevación relativa del suelo desde las zonas adyacentes al estero hasta el interior del bosque de manglar. Las definiciones existentes sobre fisiografía de manglares [7],

para la zona estuarina del río Guayas podrían no comportarse de igual manera, debido a la dinámica hidrológica y patrones de sedimentación en el estuario.

Diversos estudios demuestran que *U. occidentalis* es una especie de crustáceo clave y esencial en la cadena trófica dentro de la dinámica del ecosistema de manglar en zonas tropicales, especialmente en el estuario del Río Guayas [6] [8] [9]. Por ejemplo, *U. occidentalis* es capaz de remover cantidades significativas de hojarasca fresca, como fuente de alimento, reduciendo considerablemente la salida de materia orgánica hacia los ecosistemas estuarinos; esto promueve el reciclaje de nutrientes como nitrógeno, fósforo y carbono en los suelos del manglar [2].

Barragán (1993) llevo a cabo un estudio sobre la biología de *U. occidentalis*, destacando que el decápodo habita dentro de madrigueras agrupadas en tierras bajas, bajo la sombra de los árboles de mangle. En este estudio se observó que en salitrales situados detrás de la zona de manglar el número de madrigueras decrece paulatinamente con respecto a la zonificación del manglar debido a la escasa protección contra la desecación y la falta de alimento necesario [6].

La construcción de las madrigueras, al parecer está determinado por: a) cercanías al mar u otra fuente de agua, b) el tipo de vegetación circundante y c) las propiedades fisicoquímicas del sedimento. Por lo tanto este crustáceo está limitado a vivir en terrenos húmedos y suaves con altos valores de porcentaje de materia orgánica y baja densidad del suelo, con el fin de conservar humedad que le permita una fácil construcción de sus madrigueras [10].

Anecdóticamente se ha reportado entre los recolectores de cangrejo la hipótesis de que la talla de *U. occidentalis* incrementa hacia la zona interna de los bosques de manglar el tamaño y que la mayor proporción de hembras está cerca de los cuerpos de agua.

El objetivo principal de este estudio es evaluar la estructura poblacional del cangrejo rojo en su ambiente natural, a lo largo de un gradiente de elevación topográfico e inundación, en dos zonas de la Isla Mondragón.

Específicamente se evaluaron si existen diferencias en la estructura de tallas y proporción sexual de *U. occidentalis*, además de evaluar la densidad de madrigueras y hacer observaciones sobre la agregación de madrigueras a lo largo del el gradiente de la orilla del estuario hacia el interior del bosque de manglar. Esta información se relacionó con factores físicos del sedimento para determinar su asociación con la estructura poblacional, la densidad y agregación de *U. occidentalis* en ambas zonas y a lo largo del gradiente hidrológico.

La importancia de analizar la estructura poblacional del cangrejo rojo *U. occidentalis*, se debe a que esta especie tiene una función ecológica y trofodinámica significativa dentro de los ecosistemas de manglar, ya que existen factores y patrones biológicos que influyen en la dinámica del detritus foliar, que también modulan la productividad de estos bosques [11].

Sobre todo porque la actividad de captura y comercialización de *U. occidentalis* genera ingresos económicos a miles de personas, y significa una actividad económica de importancia vital para el desarrollo de los pueblos costeros del Ecuador [12].

Por ejemplo, en el Golfo de Guayaquil, incluyendo la isla Mondragón, participan al menos 2.215 cangrejeros (asociados) en esta actividad económica, generando ingresos de USD 16'266.990; esta cantidad representa el 2,8% del PIB pesquero total de la provincia del Guayas y el 1,6% del PIB pesquero a nivel nacional [13].

En el Ecuador, el Ministerio del Ambiente (MAE) ha entregado Acuerdos de Uso Sustentable y Custodia del Manglar, mediante derecho de uso a comunidades ancestrales alojadas en estas zonas costeras del país, previamente estas cumplan con lo señalado en el Acuerdo Ministerial N° 172¹.

A pesar de la importancia socioeconómica y ecológica que durante años ha tenido *U. occidentalis* en la zona costera del Ecuador, la mayoría de investigaciones han sido dirigidas al seguimiento de capturas comerciales en los principales puertos de desembarque [14] [15]. Sin embargo existe poca información sobre su estructura poblacional en ambientes naturales y como está asociada a los cambios estructurales y a la productividad de los ecosistemas de manglar.

Actualmente no se conoce cuál es el grado de asociación entre los bosques de manglar y la estructura poblacional de *U. occidentalis*, y como una disminución en la

¹ Acuerdo No. 172, instructivo para el otorgamiento de Acuerdo de Uso Sustentable del Manglar a favor de Comunidades Ancestrales y Usuarios Ancestrales, expedido el 5 de enero del 2000.

extensión del bosque de manglar resultado de perturbaciones antrópicas y naturales (cambio climático) afectará el futuro de la pesquería de *U. occidentalis*. Este estudio podría contribuir además al fortalecimiento de planes de manejo de la pesquería del cangrejo rojo para promover su conservación y optimización a largo plazo.

CAPITULO I.

INFORMACIÓN GENERAL

2.1. *Ucides occidentalis*

El cangrejo rojo (*U. occidentalis*) representa una especie clave en la dinámica de ecosistemas de manglar en áreas estuarinas de la costa ecuatoriana [10]. Este crustáceo remueve cantidades significativas de hojas frescas caídas del mangle e incrementa el reciclaje de nitrógeno en los suelos del manglar, reduciendo considerablemente la salida de materia orgánica hacia los ecosistemas estuarinos [2].

Debido a su amplia distribución espacial y tamaño, este crustáceo no solo es consumido dentro de las cadenas tróficas del ecosistema, también es una pesquería tradicional influyente en la economía de los pueblos que ancestralmente se han beneficiado de este recurso en la zona de estudio.

En el Ecuador son escasos los estudios sobre estructura poblacional de *U. occidentalis* dentro de los bosque de manglar. Así que no se tiene información extensa sobre la dinámica poblacional y características del hábitat, sobre todo dada la importancia económica de esta especie. Aunque existen este tipo de estudios en otras regiones costeras a nivel mundial no hay estudios sistemáticos en el Ecuador como es el caso de *Ucides cordatus*, en Brasil, y otras especies de cangrejos [16] [17].

1. 1. 1. Taxonomía

La especie de estudio es se encuentra dentro del subphylum Crustacea, actualmente en la familia Ucididae (Stevcic, 2005), donde únicamente existe un género y dos especies [18]. Según la Base de Datos Especializada de Especies Marinas a nivel mundial (WoRNS) [19], su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino: Animalia.

Phylum: Arthropoda.

Subphylum: Crustacea

Clase: Malacostraca.

Orden: Decapoda.

Familia: Ucididae.

Género: *Ucides*.

Nombre Científico: *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897).

1. 1. 2. Distribución

El género *Ucides* tiene afinidad a las zonas de manglares y se encuentra tanto en la región del pacifico y atlántico tropical y subtropical de Sudamérica (Figura 1). Dos especies son las reportadas dentro de este género, *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897) y *Ucides. cordatus* (Linnaeus, 1763).



Figura 1. Zonas de manglares en ambos lados del continente Americano donde se distribuye el genero *Ucides* .

Fuente: Mapa basado en Giri *et al.* (2011) y redibujado por UNEP (2013) [20].

U. cordatus (Linnaeus, 1763) se encuentra del lado oeste del atlántico, distribuido desde las costas de Florida (EE.UU) hasta el Estado de Santa Catarina en Brasil y en parte de las Islas Antillas [21]. En cambio, *U. occidentalis* (Ortmann, 1897) del lado del pacifico, se encuentra distribuido desde las Islas Espiritu Santo en Baja

California, México hasta el Río Tumbes en Perú [22]. Esta distribución geográfica coincide con la mayor parte de la distribución geográfica de los bosques de manglar [23]. En Ecuador se encuentra distribuido en bosques de manglares de las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas y El Oro [6].

1. 1. 3. Biología

U. occidentalis muestra un cefalotórax con forma oval (más ancho que largo), su superficie es lisa y su coloración va desde amarillo-naranja a gris azulado en distintas regiones del cefalotórax. Sus ojos son pedunculados, en su morfología interna presentan 10 branquias y los márgenes laterales del abdomen están rodeados por una fila de pelos cortos, que en hembras son más largos en comparación con los machos [10].

Presenta dimorfismo sexual, muy fácil de distinguir en campo al observar las distintas formas en el abdomen entre ambos sexos. Las hembras con abdomen ancho y los machos con abdomen angosto (Figura 2).

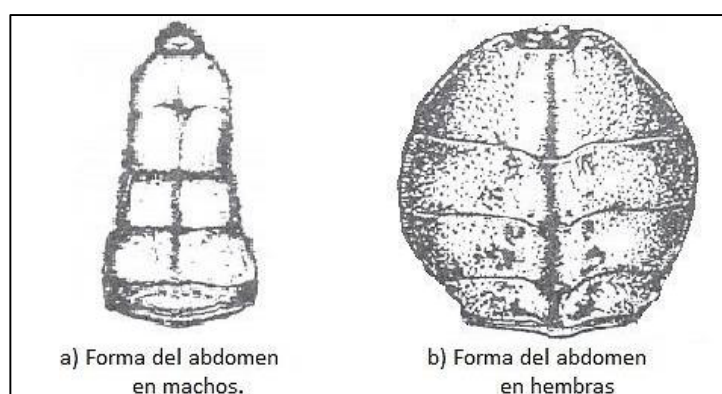


Figura 2. Formas del abdomen entre macho y hembra de *U. occidentalis*.

Otra de las diferencias más representativa entre machos y hembras se observa en los quelípedos (quelas). En los machos con fuerte granulación, más grandes y diferenciados en tamaño, mientras que en las hembras no son tan desiguales en tamaño [24].

Investigaciones sobre el aspecto reproductivo han demostrado que existe una baja relación entre fecundidad y el ancho del cefalotórax (AC), esto indica que el ancho del cefalotórax no es un factor determinante para relacionarlo con la fecundidad de la especie [25].

El apareamiento está relacionado con el inicio de la temporada lluviosa en el litoral ecuatoriano (diciembre-enero). La reproducción ocurre mediante fecundación sexual interna, los espermatozoides del macho son transferidos con ayuda de sus órganos copuladores hacia el receptáculo seminal de la hembra; los óvulos se formaran varios días después del apareamiento y permanecen adheridos en los pleópodos de la hembra con ayuda de una secreción mucosa donde permanecerán hasta eclosionar [12].

Se conoce que esta especie muestra un ritmo de reproducción y de alimentación significativamente ligado al hidroperiodo de las mareas, lo cual implica interrumpir su alimentación, cerrar sus madrigueras o enterrarse cuando la marea es baja [10].

2.2. Pesquería del cangrejo rojo.

Una de las actividades representativas de las comunidades costeras en Ecuador, es la captura artesanal y comercialización de *U. occidentalis*, la cual genera ingresos económicos a miles de personas en esta zona [12].

En el año 1999 la actual Subsecretaría de Gestión Marina Costera (SGMC) del MAE firma el Decreto Ejecutivo N° 1102², el cual menciona que las comunidades ancestrales pueden pedir que se les otorgue el uso sustentable del manglar, con el fin de subsistir y beneficiarse del comercio de las especies que se desarrollen en este ecosistema. Dicho decreto fue derogado, y actualmente está incluido en el Art. 19 del vigente Libro V del Texto Unificado de Legislación Secundaria y Medio Ambiente³ [26].

Aproximadamente 49.377,834 ha. de bosque de manglar han sido concesionadas por la Subsecretaría de Gestión Marina Costera a organizaciones de usuarios ancestrales, en la provincia del Guayas se estima un total de 32.104,33 ha representado un 65% entre las áreas concesionadas dentro del país [27].

Dentro de la Isla Mondragón, existen varias zonas concesionadas por comunidades ancestrales como: Puerto Roma con 1.374,33 ha., Puerto La Cruz con 1.137,31 ha., y

² Decreto Ejecutivo 1102. Publicado en Registro Oficial No. 243, Ecuador, 28 de julio de 1999.

³ Decreto Ejecutivo N° 3516. Publicado en el Registro Oficial Suplemento 2, Ecuador, 31 de marzo de 2003.

Buena Vista con 454,57 ha. de bosque de manglar; para el Uso Sustentable y Custodia, por parte del Ministerio de Ambiente del Ecuador.

La mayoría de los miembros de las comunidades mencionadas realiza actividades de extracción del cangrejo rojo, los horarios de captura están sujetos a regímenes de marea debido a que existen zonas de difícil acceso en marea baja.

Para movilizarse a los sitios de captura se utilizan embarcaciones (canoas de 6 a 9 m de largo y de 1,5 m de ancho aproximadamente) a motor en la cual viajan varios “cangrejeros”, unos pocos salen en “chingos” (canoas pequeñas) impulsados a remo, y algunas veces con ayuda de velas fabricadas artesanalmente. Estas embarcaciones se pueden distribuir por varias zonas dentro de la isla y en algunos casos avanzan hacia áreas circundantes fuera de sus zonas concesionadas.

El arte de pesca utilizado, es manual con ayuda guantes gruesos de tela y un gancho de metal curvado en la punta, debido a la profundidad que alcanzan las madrigueras. Cada recolector de cangrejo, por lo general, utiliza botas de caucho y una vestimenta típica elaborada en sus comunidades, la cual consta de una camisa gruesa de manga larga, pantalón y un pequeño gorro para protegerse dentro del manglar.

CAPITULO II.

METODOLOGÍA

En el presente estudio la metodología esta dividía en una fase de campo y otra de laboratorio. En la fase de campo se obtuvieron registros de temperaturas y de salinidad (partes por mil) en los puntos de desembarque, además de obtener datos sobre estructura de tallas, sexo, y realizar observaciones de la densidad y agregación de las madrigueras en las zonas de estudio. En la fase de laboratorio analizó el sustrato en donde se encuentran las madrigueras observadas en campo para conocer las propiedades fisicoquímicas del hábitat en donde crece y se reproduce *U. occidentalis*.

2.1. Zona de estudio

El estudio se llevó a cabo en la parte central del Estuario del Golfo de Guayaquil específicamente en la Isla Mondragón, la cual políticamente pertenece a la parroquia Puná del cantón Guayaquil, provincia del Guayas (Figura 3).

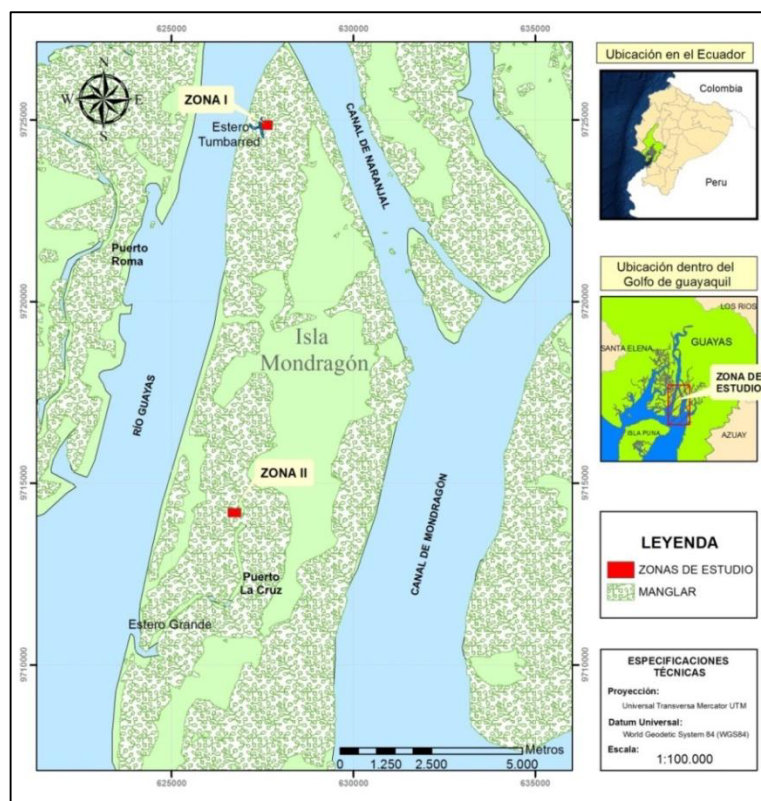


Figura 3. Zonas de muestreo en la Isla Mondragón - Golfo de Guayaquil.

Fuente: Información base tomada de MAE (2013), IGM e INEC (2012). Información cartográfica procesada por el autor.

Dentro de la isla se seleccionaron dos zonas de muestreo, la Zona I se encuentra ubicada al noroeste de la isla Mondragón, ingresando por el Estero Tumbared, dentro de la Concesión de Manglar entregada a la Asociación de Cangrejeros y Pescadores “21 de mayo” de Puerto Roma. La Zona II está situada al suroeste de la isla,

ingresando por el Estero Grande, en el área concesionada por la Cooperativa de Producción Pesquera Artesanal Puerto La Cruz, comunidad de Puerto Las Cruces (Figura 3).

Las zonas de muestreo al localizarse a lo largo de la zona de intermarea, están influenciadas por las aguas del Río Guayas y la entrada del agua marina; dichas zonas además están conformadas por una cobertura vegetal de bosque de manglar muy denso, dominado por mangle rojo *Rhizophora sp.* El clima de la Isla Mondragón está sujeto a dos estaciones bien marcadas, la estación lluviosa de enero a mediados de mayo (la precipitación promedio varía anualmente de 500 a 1000 mm), y la estación seca que va desde mediados mayo hasta el mes de diciembre, como ocurre en toda la costa ecuatoriana [28].

2.2. Diseño de muestreo en campo.

Se ubicaron parcelas hacia el interior del bosque de manglar con el objetivo de medir la configuración de la estructura poblacional de *U. occidentalis* y registrar si existen cambios en la densidad de madrigueras hacia el interior del bosque. Debido a la complejidad en la capturar del cangrejo en periodos de aguje, la fecha y horas para los muestreos fueron establecidos previamente consultando las tablas de mareas proporcionadas por el INOCAR [29].

Los muestreos se realizaron durante los días 2 de noviembre 2014 y el 24 de febrero del 2015. El equipo de campo se trasladó hacia la comunidad de Puerto Roma un día

previo a cada muestreo, desde donde se realizó el desplazamiento vía fluvial hacia los puntos de desembarque en cada zona de muestreo.

Durante el primer muestreo, se accedió por la mañana a la Zona II, con una predicción de marea baja de aproximadamente 0,3 m de altura. La Zona I fue visitada por la tarde en marea alta (3,9 m de altura) por la dificultad de acceder al sitio en marea baja.

En el segundo muestreo se inició en la Zona I durante la mañana con una predicción de marea de 4,1 m de altura; para luego acceder a la Zona II con una predicción de 0,1 m de altura en marea baja. El trabajo en cada zona tomó aproximadamente 3 horas de muestreo.

En cada sitio de desembarque, se registró la posición geográfica del punto utilizando un GPS, se midió la temperatura y se estimó la salinidad del agua (partes por mil) *in situ* con un refractómetro.

2. 1. 1. Muestreo en parcelas de estudio.

Se estableció un transecto perpendicular al cuerpo de agua en cada zona, de 200 metros de distancia a lo largo de un gradiente de elevación e inundación, iniciando desde el punto de desembarque hacia la parte interna del manglar (bosque interior); en cada transecto se ubicaron sistemáticamente cuatro parcelas de una dimensión de 5 x 5 metros (Figura 4).

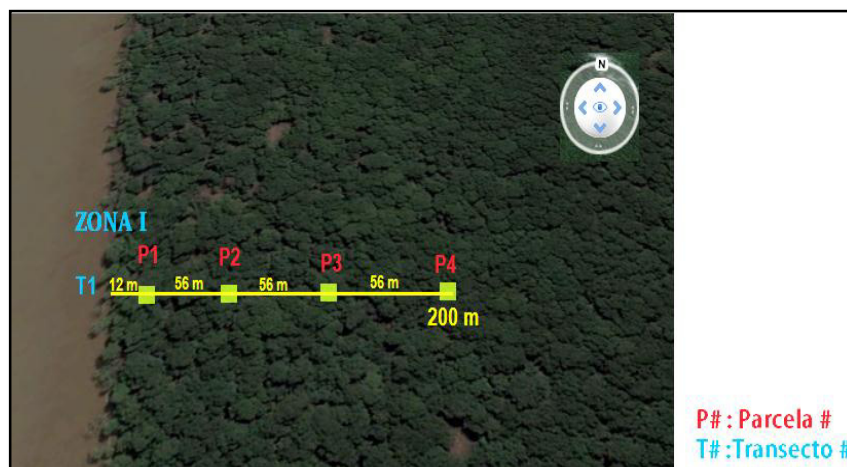


Figura 4. Diseño de muestreo, transecto de 200 metros hacia el interior del bosque de manglar.

La primera parcela (P1) se ubicó a 12 metros del cuerpo de agua, y cada una de las siguientes parcelas con una separación de 56 metros de distancia entre sí (Figura 4). Las distancias entre parcelas se establecieron en el campo utilizando una cinta métrica, posteriormente las parcelas fueron demarcadas con cintas fosforescentes y estacas.

Las parcelas fueron divididas en cuatro partes (subcuadrantes), empezando el trabajo desde el lado superior izquierdo (subcuadrante A) y continuando en sentido horario, de esta manera se evitaba la confusión y el error de muestrear dos veces una misma madriguera y a los mismos cangrejos (Figura 5).

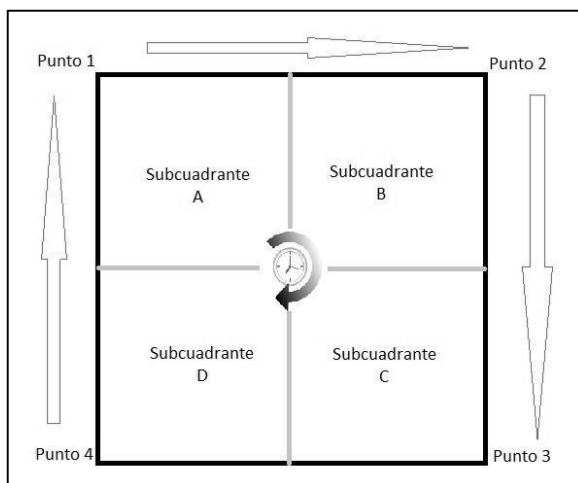


Figura 5. Subcuadrantes de la parcela de estudio y ubicación puntos de coordenadas geográficas.

En los cuatro vértices (Puntos: 1, 2, 3 y 4) de cada parcela se tomaron las coordenadas geográficas decimales con el GPS, buscando obtener precisión en la posición geográfica (Figura 5).

Las parcelas se establecieron con un área de 25 m², en las que luego se colocaron equidistantes sub-unidades de muestreo elaboradas con tubos PVC de 1 m² de área en cada vértice de las parcelas, obteniendo un número de 4 réplicas por parcelas. Esta área de muestreo (1 m²) ha sido utilizada para estudios dirigidos a *U. occidentalis* en Ecuador [30].

En cada subunidad de muestreo se colectaron datos de la observación del sexo por cada individuo y su biometría medido en largo del cefalotórax (LC) y ancho del cefalotórax (AC) (Figura 6), de acuerdo a protocolos de muestreo de cangrejo rojo [31]; luego de obtener estos datos cada individuo fue devuelto a su madriguera.

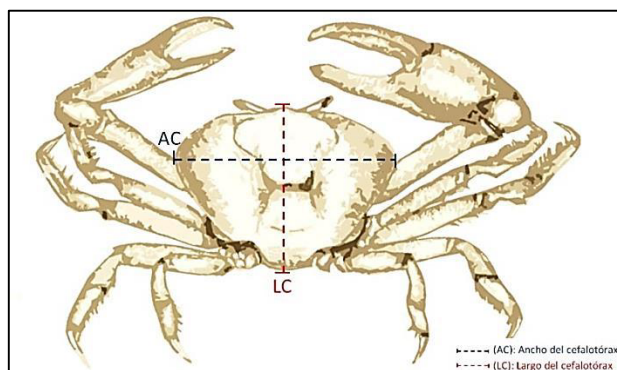


Figura 6. Largo del cefalotórax (LC) y ancho del cefalotórax (AC).

La colección de cada individuo se realizó artesanalmente mediante el método manual de captura utilizando un gancho, como se explicó anteriormente. Para lo cual se contó con la ayuda y experiencia de dos recolectores de cangrejos (cangrejeros) de la Asociación “21 de Mayo” de Puerto Roma.

Además se tomaron medidas (cm) de distancia (d) del vértice del cuadrante a cada madriguera y se midieron las coordenadas cartesianas (x-y) con la finalidad de hacer observaciones de la agregación de las madrigueras y crear una base de datos a utilizarse en un posterior estudio donde se calcule el índice de agregación (Figura 6).

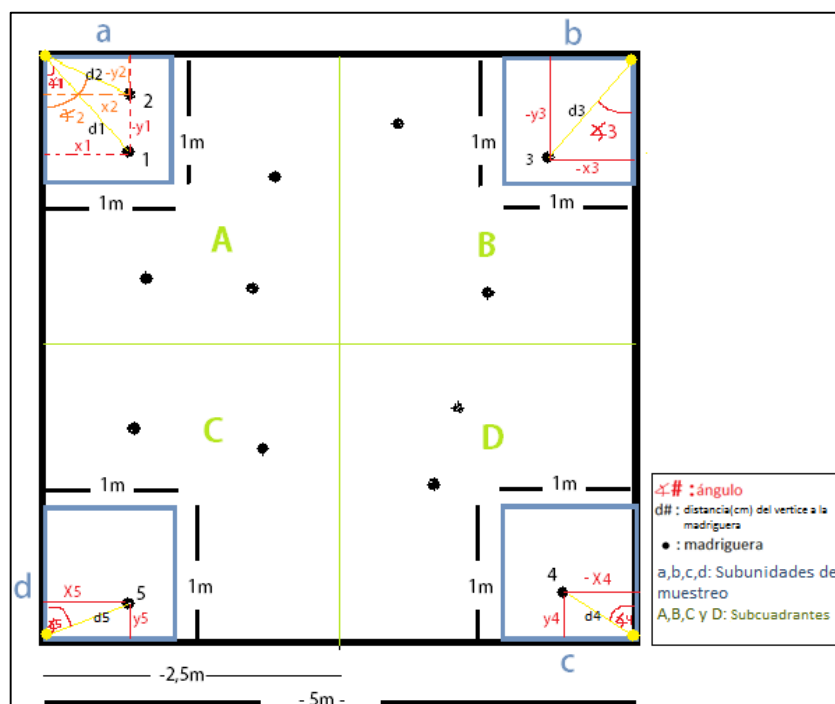


Figura 7. Diseño del muestreo, parcela de 5m x 5m con sus cuatro subunidades de muestreo de 1m x 1m en cada vértice.

Con respecto a los factores bióticos y abióticos, se anotaron como observaciones las especies de flora o fauna que se encontraron dentro y cerca de cada parcela. En cada parcela se colectó un núcleo de suelo (para posterior análisis en el laboratorio).

2. 1. 2. Colección de muestras de sedimento.

Se colectó una muestra de suelo en el centro de cada parcela, a 15cm de profundidad, con la ayuda de un núcleo de perforación de PVC con 10 cm de diámetro interior.

Cada muestra fue colocada en una funda “ziploc” previamente rotulada con indicaciones del número de la parcela y el transecto correspondiente, posteriormente

cada muestra una fue completamente sellada y expulsándose el aire del interior, las muestras se almacenaron en una hielera para preservación de las mismas y para el traslado hacia el laboratorio, para su posterior análisis.

Las muestras de suelo fueron tomadas con el objetivo de determinar la humedad y textura física del sedimento comprendida en porcentaje de materia orgánica, arena, limo y arcilla en cada parcela; la finalidad de estos análisis es de obtener datos que reflejen las condiciones físicas del sedimento en que habitan los cangrejos hacia el interior del bosque medido largo de los transectos en ambas zonas de estudio.

2.3. Fase de Laboratorio

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Ecotoxicología de la FIMCBOR – ESPOL, al llegar al laboratorio se mantuvieron congeladas, luego se procedían a descongelar según el análisis.

2. 2. 1. Determinación de textura del sedimento

Se analizó la textura del suelo mediante el método modificado de la Pipeta descrito por Plumb, el cual permite obtener de manera fácil y precisa el porcentaje de humedad, arenas ($>63\mu\text{m}$), limos y arcillas ($<63\mu\text{m}$) [32] [33].

Para el cálculo del porcentaje de humedad (%H), se utilizaron vasos de vidrio previamente pesados, a los que se agregó 20 g de la muestra y se puso en la estufa a 90 °C por 24 horas, finalmente se obtuvo el peso seco y se aplicó la siguiente ecuación:

$$\% H = \frac{W_{beaker} + W_{sample} - W_1}{W_{beaker} + W_{sample}} \times 100$$

Dónde:

W_{beaker} : Peso del vaso (g).

W_{sample} : Peso de la muestra (g).

W_2 : Peso seco de la muestra (después del horno a 90 °C).

El porcentaje de arenas, limos y arcillas fue calculado extrayendo 20 g de cada muestra, y se agregó 20 ml de hexametáfosfato de sodio al 5% (dispersante) con 10 minutos de reposo; luego se llevó a un tamiz de 63 μm , lavando sutilmente la muestra con 1000 ml de agua destilada.

Las arenas (>63 μm) fueron coladas en un vaso previamente pesado e ingresadas al horno a 90 °C por 24 horas. Se extrajeron 20 ml de la muestra tamizada, según los intervalos de tiempo de muestreo del método de la Pipeta para obtener limos y arcillas (<63 μm), posteriormente cada muestra obtenida se colocó a 90 °C en el horno por 24 horas, luego se obtuvo el peso de las muestras en seco y los datos se ingresaron en hojas de Microsoft Excel para realizar los cálculos correspondientes según el método citado.

2. 2. 2. Cálculo de materia orgánica

Para determinar el porcentaje de materia orgánica, se empleó el método de pérdida por ignición (LOI, *loss on ignition*), descrito por Bengtsson y Enell (1986), y evaluado luego por Deam (1974) [34] [35].

LOI se considera un método simple que permite estimar la materia orgánica y carbonato en sedimento. Es importante ser cuidadosos con los tiempos de exposición al calor, la posición de los crisoles en el horno y el tamaño de la muestra, ya que esto puede influir en la confianza de los resultados [36].

Se colocó 10 g de cada muestra en crisoles (con una réplica), luego fueron expuestos a 90 °C en la estufa por 24 horas, posteriormente se obtuvo el primer peso seco, y finalmente fueron sometidos a 600 °C en una mufla por 6 horas para obtener el segundo peso en seco.

Los porcentajes de materia orgánica (% MO) se obtuvieron aplicando la fórmula:

$$\% \text{ MO} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_0} \times 100$$

Dónde:

W_0 : Peso del crisol (g).

W_1 : Primer peso seco de la muestra (después del horno a 90 °C).

W_2 : Segundo peso seco de la muestra (después de la estufa a 600 °C).

2.4. Análisis de datos

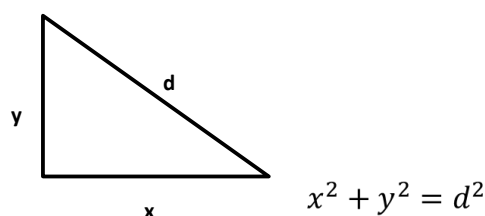
Los datos colectados en campo y laboratorio fueron categorizados e ingresados en bases de datos en Microsoft Excel.

Con respecto a estructura de tallas del ancho del cefalotórax (cm), se realizaron tablas de frecuencia con un intervalo de clase de 1 cm para cada una de las parcelas entre ambas zonas de muestreo. Seguido a esto se realizaron gráficas de histogramas de frecuencias, para observar los cambios en las frecuencias de tallas que se dan entre las parcelas ubicadas hacia el interior del manglar (200 m).

Se estimaron, además los promedios del ancho del cefalotórax (AC) en ambos sexos con sus respectivas desviaciones estándar y se realizaron pruebas de ANOVA de una vía para observar si existían diferencias significativas entre las tallas (AC) observadas entre las parcelas en cada zona de estudio.

Se evaluó la proporción sexual (machos/hembras) en función de la sumatoria total de individuos colectados en cada parcela a lo largo del gradiente establecido en ambas zonas. La proporción sexual se estimó para un área de 1 m² para cada parcela. Luego se realizaron pruebas de Chi-cuadrado (X^2) para evaluar si existían diferencias significativas en la cantidad de individuos (machos/hembras) entre las parcelas de estudio. También se realizaron pruebas de ANOVA de una vía para observar la diferencia entre la densidad de madrigueras en un área de estudio de 1 m², por cada zona de estudio; y ANOVA multivariado para las diferencias entre las parcelas por cada zona, estas pruebas fueron realizadas por cada muestreo.

Se elaboraron mapas (x-y) de agregación de las madrigueras mediante gráficas de dispersión, en los cuales en esta investigación solo se harán observaciones a lo largo del gradiente, entre ambas zonas. Se utilizaron los datos de la distancia (d) tomados en el campo, del vértice del cuadrante a cada madriguera y su componente espacial en el eje X. Con el fin de esquematizar en gráficas bidimensionales la agregación de las madrigueras, la componente en Y se calculó mediante el teorema de Pitágoras:



Dónde:

x: componente en el eje de las abscisas.

y: componente en el eje de las ordenadas.

d: distancia ente el vértice de la subunidad de muestreo y la madriguera.

Estos datos de agregación de madrigueras podrían ser utilizados para futuras investigaciones sobre la agregación de las madrigueras de *U. occidentalis*.

Con respecto a la caracterización abiótica del hábitat, se realizaron gráficas de barras para mostrar los porcentajes de materia orgánica (% MO) y de humedad (% H) obtenidas a lo largo del gradiente. Además se analizaron las diferencias significativas entre las zonas de estudio mediante pruebas de ANOVA de una vía.

Después de obtener los resultados porcentuales de arenas, limos y arcillas; los valores se graficaron en un diagrama ternario, elaborado con el software libre Past (Paleontological Statistics) Versión 2.17; para comparar los resultados con el esquema de clasificación de sedimentos, planteado por Shepard (1954) [37] [38]. Finalmente los resultados de cantidades de arenas, limos y arcillas, fueron evaluados mediante pruebas de ANOVA multivariado para cada muestreo.

CAPITULO III.

RESULTADOS

Los puntos de desembarque cercanos al cuerpo de agua presentaron durante el primer muestro en la Zona I una temperatura de 25,5 °C y salinidad de 25 ‰, en la Zona II la temperatura fue 26 °C y la salinidad de 20 ‰. En el segundo muestreo las condiciones variaron registrando en la Zona I y en la Zona II la misma temperatura 28 °C y una salinidad de 0,5 ‰ y 9 ‰ respectivamente. A continuación se detallan los resultados obtenidos en las parcelas de estudio.

3.1. Estructura de tallas

Con respecto a la frecuencia de tallas (AC) de los individuos capturados en ambas zonas, en el primer muestreo se registró la talla mínima de 5,6 cm y la máxima de 9 cm. En las hembras la talla mínima fue de 5,4 cm y la máxima de 8 cm. En el

segundo muestreo, la talla mínima fue de 6 cm y la máxima de 8,4 cm. En las hembras la talla mínima fue 5,6 cm y la máxima de 7 cm.

Dentro de los datos finales agrupados en 3 clases de tallas, la parcela ubicada a 12 m del cuerpo de agua (P1), registró la mayor frecuencia de tallas en la clase correspondiente a un rango entre 7,7 cm – 9 cm. En la parcela ubicada a 58 m del cuerpo de agua (P3) se registra una mayor frecuencia de tallas en la clase correspondiente a un rango entre 5,6 cm – 6,6 cm.

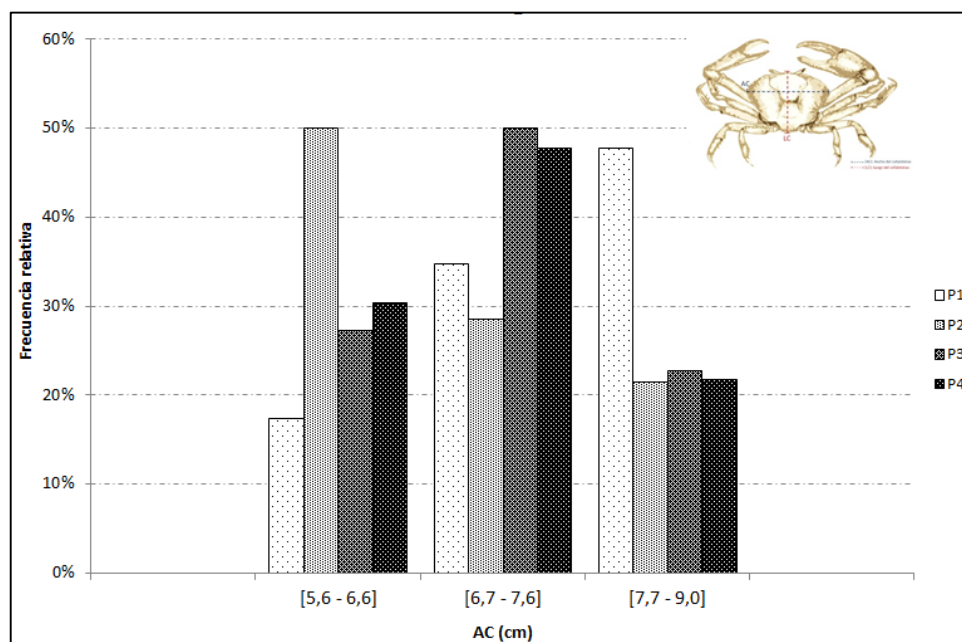


Figura 8. Histograma de frecuencias relativas de tallas (AC) entre los cangrejos capturados en ambas zonas durante los dos muestreos.

Se estimaron, además los promedios del ancho del cefalotórax (AC) en ambos sexos con sus respectivas desviaciones estándar. Al evaluar separando ambas zonas se observó que los mayores promedios de tallas (AC) se encontraron en la Zona II tanto en machos como en hembras (Figura 9).

En la parcela ubicada a 12 m del cuerpo de agua (P1) de ambas zonas de muestreo se observan promedios de tallas (AC) de machos muy similares, comprendidos entre 7,8 cm \pm 1 desviación estándar (DS) y de 7,6 cm \pm 1,1 (DS).

En la Zona I se registran los menores promedios de tallas (AC) en hembras de 6,2 cm \pm 0,0 (DS) y 6,6 cm \pm 0,6 (DS) en las parcelas P2 y P3 (Figura 9).

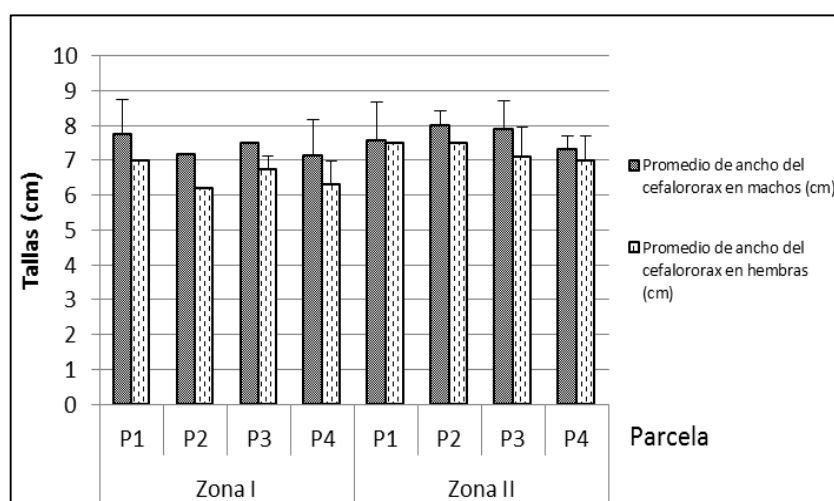


Figura 9. Gráfica de promedios de tallas (AC) en machos y hembras con respecto a las parcelas en ambas zonas— primer muestreo.

Por lo tanto en la Zona II se encontraron promedios de tallas (AC) mayores a 7 cm para machos y hembras, y en la Zona I se registran datos en hembras menores a 7 cm.

Al estimar las diferencias significativas entre las medias de tallas encontradas en las parcelas durante ambos muestreos (P1=7,20 cm \pm 0,17 error estándar; P2= 6,78 cm \pm 0,18 error estándar; P3= 7,19 cm \pm 0,16 error estándar; P4=6,86 cm \pm 0,16 error estándar) entre ambas zonas, no se encontró diferencias significativas ANOVA ($p > 0,05$), sin embargo al analizar las Zona I durante el primer muestreo, aunque pareciera

existir diferencias significativas, las varianzas muestran que estas diferencias no están bien marcadas (Figura 10).

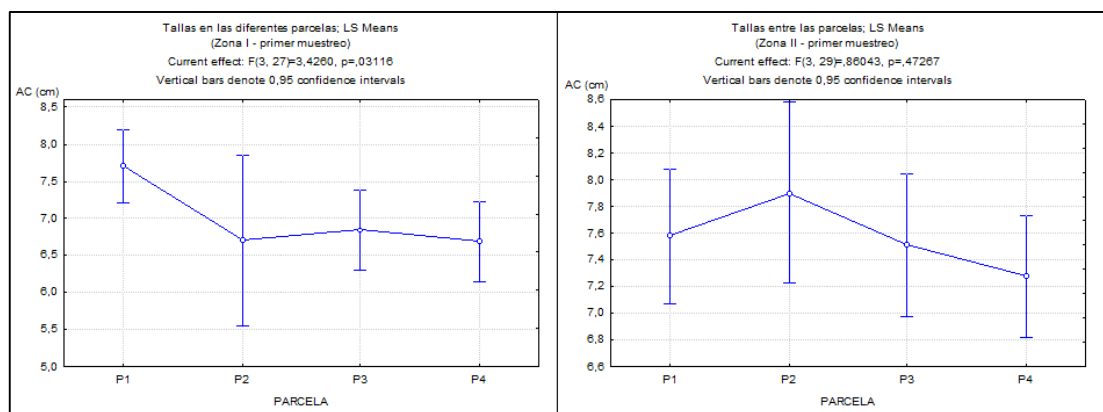


Figura 10. Análisis de varianza de las tallas (AC) de *U. occidentalis* a lo largo de un gradiente de elevación e inundación, en ambas zonas— primer muestreo.

3.2. Proporción sexual.

Ente ambos muestreos realizados se colectó un total de 68 individuos (primer muestreo) y 18 individuos (segundo muestreo). Se estimaron los datos de la densidad media de individuos en 1 m², por cada parcela, y la proporción sexual (machos/hembras) durante ambos muestreos.

Durante el primer muestreo, en ambas zonas se observó que las parcelas ubicadas a 12 m del cuerpo de agua (P1) muestran una mayor cantidad de machos en proporción a hembras dentro de un área de 1 m². Además se observa en la Zona I, mayor proporción de hembras en P3 y P4, sin embargo este patrón no se observa en la Zona II de muestreo (Tabla I).

Tabla I. Comparación de la proporción de macho/hembra de *U. occidentalis* en un área de 1 m² a lo largo de un gradiente en ambas zonas (primer muestreo).

Zona	Parcela	Σ individuos / 1 m ²	Proporción de machos / hembras
Zona I	P1	0,44	0,40 : 0,04
	P2	0,08	0,04 : 0,04
	P3	0,36	0,08 : 0,28
	P4	0,36	0,16 : 0,20
Zona II	P1	0,36	0,32 : 0,04
	P2	0,20	0,16 : 0,04
	P3	0,32	0,16 : 0,16
	P4	0,44	0,36 : 0,08

Durante el segundo muestreo, en ambas zonas se evidencia que las parcelas ubicadas a 128 m del cuerpo de agua (P3) muestran una mayor cantidad de machos en proporción a hembras dentro de un área de 1 m² (Tabla II).

Tabla II. Comparación de la proporción de macho/hembra de *U. occidentalis* en un área de 1 m² a lo largo de un gradiente en ambas zonas (segundo muestreo).

Zona	Parcela	Σ individuos / 1 m ²	Proporción de machos / hembras
Zona I	P1	0,00	0,00 : 0,00
	P2	1,25	0,25 : 1,00
	P3	0,75	0,75 : 0,00
	P4	0,50	0,25 : 0,25
Zona II	P1	0,75	0,25 : 0,50
	P2	0,50	0,50 : 0,00
	P3	0,50	0,50 : 0,00
	P4	0,25	0,25 : 0,00

Mediante las pruebas de Chi-cuadrado realizadas para cada zona durante cada muestreo, se observó que solo durante el primer muestreo en la Zona I existen

diferencias significativas en la cantidad de individuos (machos/hembras) entre las parcelas (P1-P2-P3-P4) ($X^2 = 10,05$; $p < 0,05$) (Tabla III).

Tabla III. Datos obtenidos sobre las diferencias significativas en cantidad de individuos entre las parcelas, mediante la prueba de Chi-cuadrado (X^2) para ambos muestreos.

Muestreo	Zona	Chi-cuadrado (X^2)	Grados de libertad (gl)	Significancia (p)
Primero	I	10,05	3	0,018
Primero	II	4,00	3	0,261
Segundo	I	4,80	3	0,187
Segundo	II	4,44	3	0,217

3.3. Densidad de madrigueras.

Al analizar los datos para verificar si existen diferencias significativas entre ambas zonas con respecto al número de madrigueras observadas, se obtuvo que durante el primer muestreo la Zona I presentó un promedio de 3,12 madrigueras/m² y una desviación estándar de $\pm 0,31$; en la Zona II se observa un promedio de 0,93 madrigueras/m² con una desviación estándar de $\pm 0,31$. Mediante una prueba de ANOVA de una vía resultó que existen grandes diferencias significativas entre la densidad de madrigueras observadas entre ambas zonas ($p < 0,05$) (Figura 11).

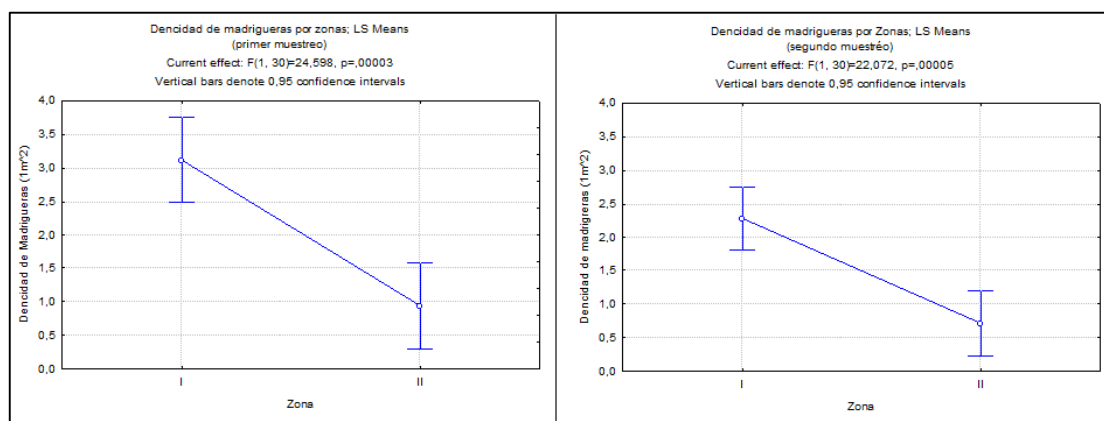


Figura 11. Análisis de varianza de la densidad de madrigueras obtenidos entre Zona I y II, en ambos muestreos.

Al evaluar las diferencias entre las parcelas de estudio a lo largo del gradiente, durante el primer muestreo no se registraron diferencias significativas entre la densidad de madrigueras observadas tanto en la Zona I como en la Zona II ($p > 0,05$) (Figura 12).

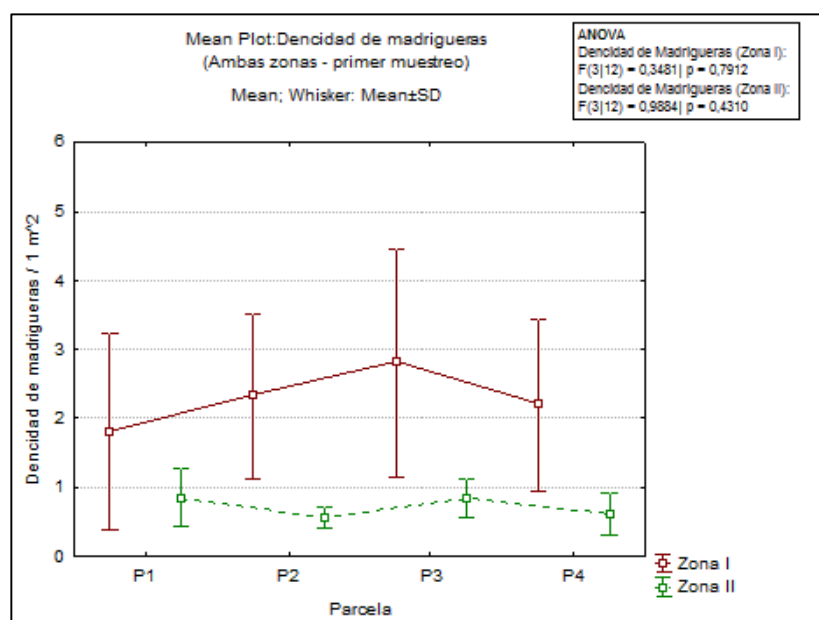


Figura 12. Análisis de varianza de la densidad de madrigueras por parcelas, entre Zona I y II, primer muestreo.

De igual manera, durante el segundo muestreo no se registran diferencias significativas entre la densidad de madrigueras observadas en las parcelas de estudio, tanto en la Zona I como en la Zona II ($p > 0,05$) (Figura 13).

Sin embargo en este muestreo se registra un incremento de la media en P2 (a 68 metros del cuerpo de agua) con respecto a las otras parcelas en la Zona I, registrando una media de 4,75 madrigueras/m² con una desviación estándar de $\pm 0,62$.

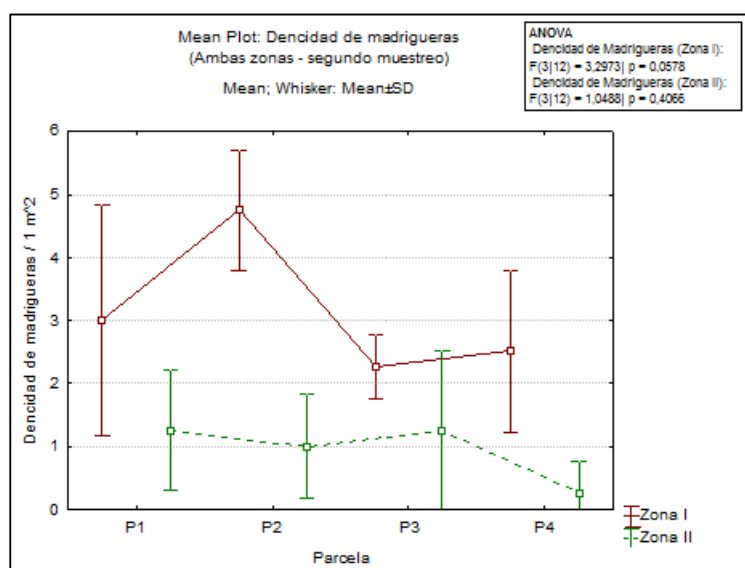


Figura 13. Análisis de varianza de la densidad de madrigueras por parcelas, entre Zona I y II, segundo muestreo.

3.4. Agregación de las madrigueras

Se realizaron mapas de agregación de las madrigueras mediante gráficas de dispersión, en base a los datos obtenidos en las cuatro subunidades de muestreo de 1m² en cada parcela.

Mediante observación de los mapas de agregación de las madrigueras se podría decir que en la P1 (ubicada a 12 m del cuerpo de agua) se observan agrupación de un bajo número de madrigueras en el transecto1 (T1) el cual se localiza en la Zona I. En T2 ubicado en la Zona II las madrigueras parecerían estar más dispersas (Figura 14).

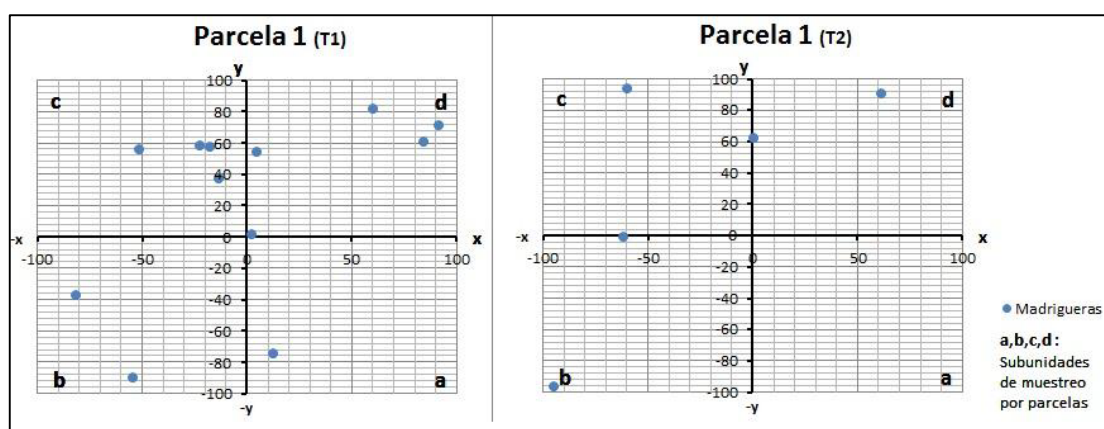


Figura 14. Mapa de agregación de madrigueras en las parcelas 1, para transectos uno y dos (T1yT2)

En P2 (a 68m del cuerpo de agua) se observa agrupación de madrigueras en T1 y leve en T2 debido a la baja cantidad de madrigueras observadas (Figura 15).

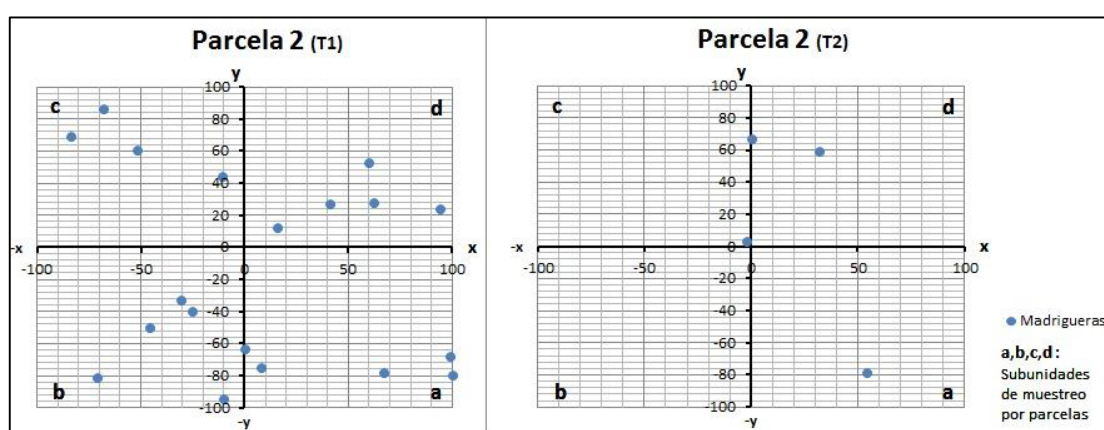


Figura 15. Mapa de agregación de madrigueras en las parcelas 2, para transectos uno y dos (T1yT2).

En P3 (a 124m del cuerpo de agua) se observa menor agregación de madrigueras en la Zona I con respecto a las anteriores parcelas de la misma zona. En la Zona II se observa un patrón de agregación mayor, pero aún sigue existiendo baja cantidad de madrigueras (Figura 16).

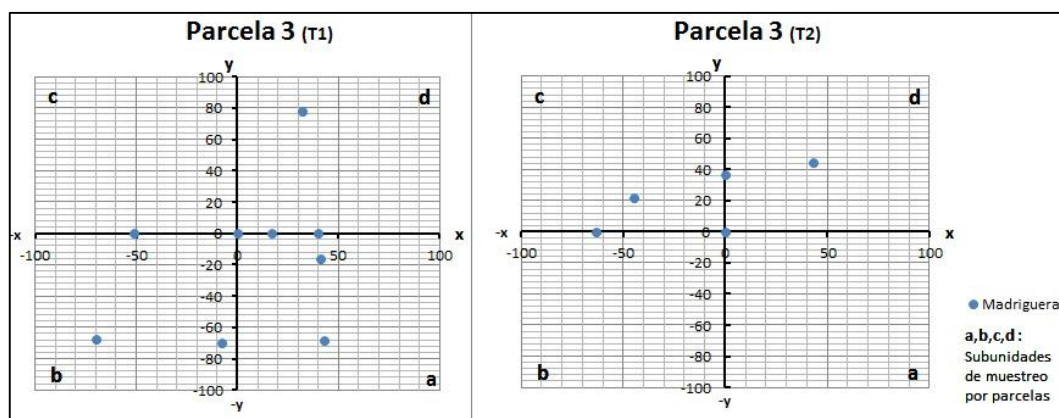


Figura 16. Mapa de agregación de madrigueras en las parcelas 3, para transectos uno y dos (T1yT2).

En la parcela ubicada a 200 metros del cuerpo de agua en la Zona I se vuelve a notar agregación, en T2 ubicada en la Zona II no se registra agregación de madrigueras (Figura 17).

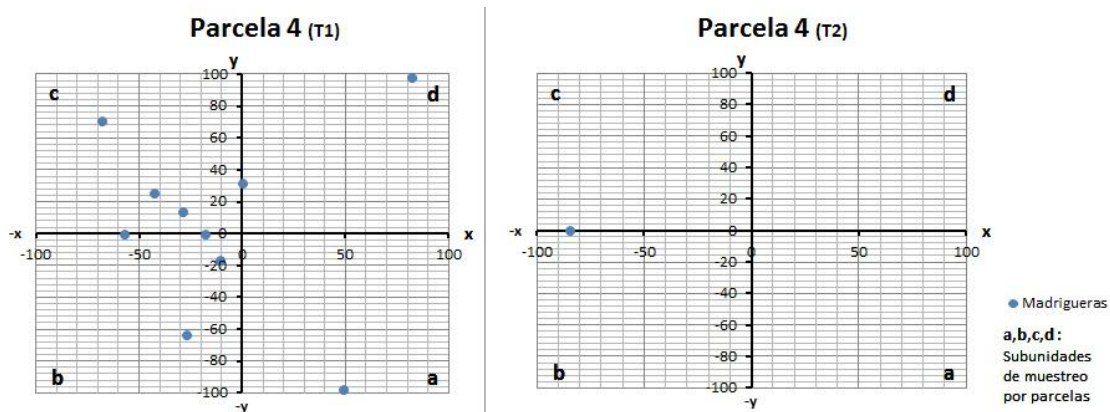


Figura 17. Mapa de agregación de madrigueras en las parcelas 4, para transectos uno y dos (T1yT2)

3.5. Caracterización abiótica del hábitat.

A continuación se detallan los resultados obtenidos en el análisis de los factores físicos del sedimento, medido en porcentajes (%) de materia orgánica, humedad, arenas, limos y arcillas para los suelos a lo largo del gradiente de inundación en ambas zonas de estudio.

3.5.1. Porcentajes de materia orgánica en el suelo

Con respecto al contenido de materia orgánica de los suelos, durante ambos muestreo se registran diferencias significativas en la cantidad de materia orgánica entre las zonas de estudio, ANOVA ($p < 0,05$) (Figura 18).

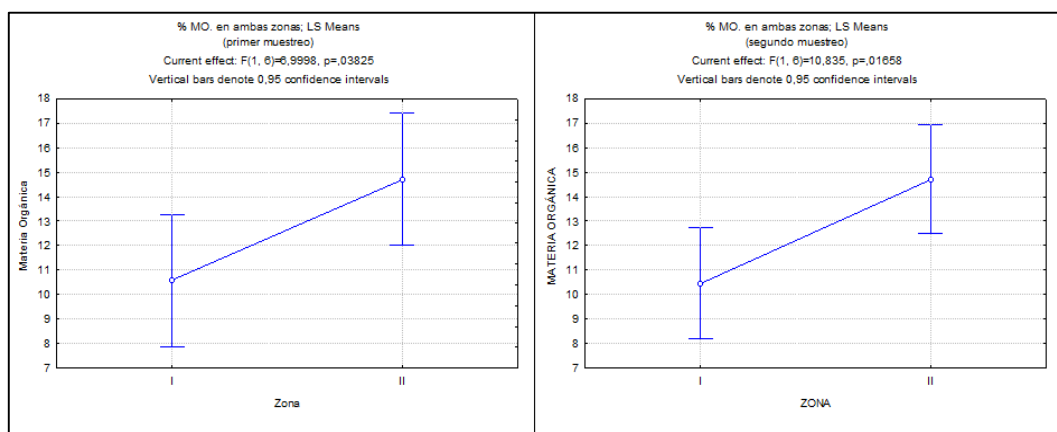


Figura 18. Análisis de varianza en la cantidad de materia orgánica en ambas zonas – primer muestreo y segundo muestreo.

Se evidencia mayores % MO en la Zona II, y se un leve incremento hacia el interior del bosque; los porcentajes en la Zona I van desde 9 % - 12 % y en la Zona II desde 11 % - 17 % (Figura 19).

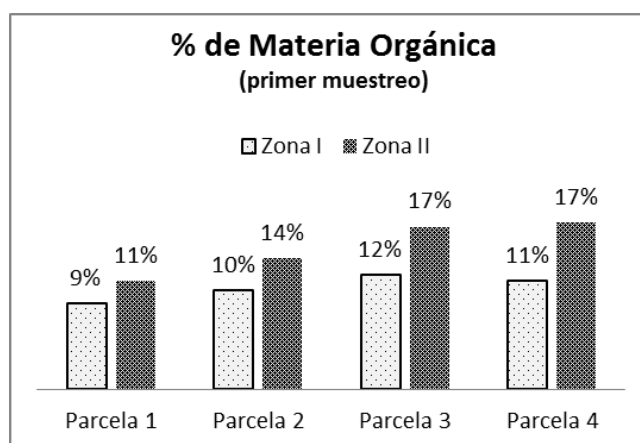


Figura 19. Porcentajes de Materia Orgánica (% MO) por cada parcela de estudio en ambas zonas – primer muestreo.

En el segundo muestreo los % MO se mantuvieron mayores en la Zona II; se volvió a observar un leve incremento hacia el interior del bosque de manglar, el cual fue más evidente en la Zona II (Figura 20).

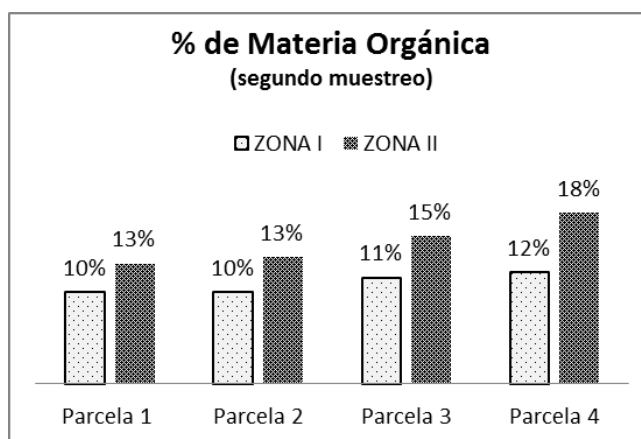


Figura 20. Porcentajes de Materia Orgánica (% MO) por cada parcela de estudio en ambas zonas – segundo muestreo.

Además no se registran diferencias significativas entre los datos obtenidos entre los muestreos, ANOVA ($p > 0,05$); pero si resultaron diferencias significativas al analizar las parcelas en ambas zonas, la cual fue más visible en la Zona II ANOVA ($p < 0,05$), que en la Zona I ANOVA ($p = 0,05$).

3.5.2. Porcentajes de humedad del suelo.

Los porcentajes de humedad entre ambas zonas de muestreo presentaron valores muy cercanos, sin embargo se observa un leve incremento de humedad durante el segundo muestreo factor que podría estar influenciado por la presencia de lluvias.

Durante el primer muestreo no se registran diferencias significativas en el porcentaje de humedad entre ambas zonas de muestreo, ANOVA ($p > 0,05$); sin embargo en el

segundo muestreo existen diferencias significativas entre ambas zonas ANOVA ($p < 0,05$) (Figura 21).

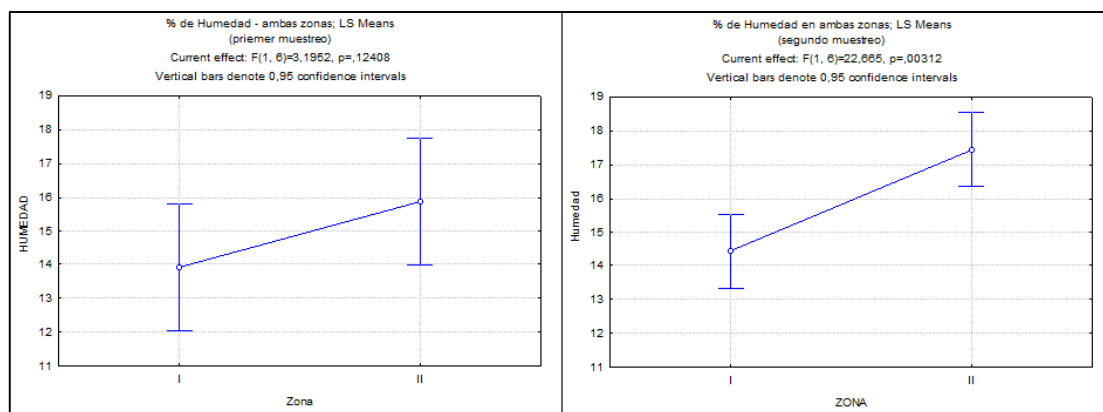


Figura 21. Análisis de varianza de la cantidad de humedad registrada entre ambas zonas – primer muestreo y segundo muestreo.

En la Zona I entre el rango del (%) de humedad fue entre 12 % a 16 % aumentando en 1 % a medida que se ingresa hacia el bosque de manglar. En la Zona II los valores fueron desde 14 % a 17 %, observándose los mayores valores en la parcela 3 y 4 (Figura 22).

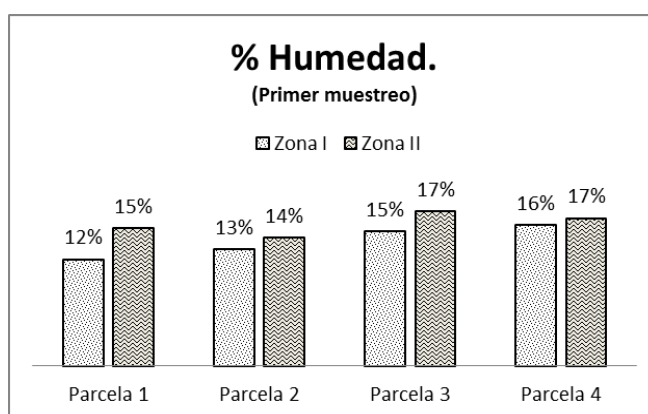


Figura 22. Porcentajes de humedad en cada parcela de estudio de ambas zonas – primer muestreo

Durante el segundo muestreo la Zona I mostró valores entre 13 % y 15 % de humedad entre las diferentes parcelas, con los mayores porcentajes en las parcelas 1 y 3 respectivamente. En la Zona II se registran valores entre 17 % y 19 % sin mucha diferencia significativa entre las parcelas, encontrando el mayor valor en la parcela 3 (Figura 23).

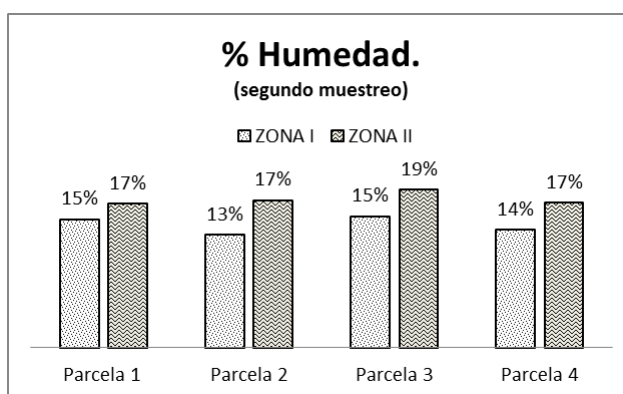


Figura 23. Porcentajes de humedad en cada parcela de estudio de ambas zonas – segundo muestreo

3.5.3. Composición del suelo.

En el primer muestreo la Zona I presenta suelos arcillosos en todas las parcelas con porcentajes desde 78 % hasta 95 % en arcillas, resultando suelos arcillosos y arcillo-limosos, observando en la parcela 2 el mayor porcentaje (95 %) de arcilla (Figura 24).

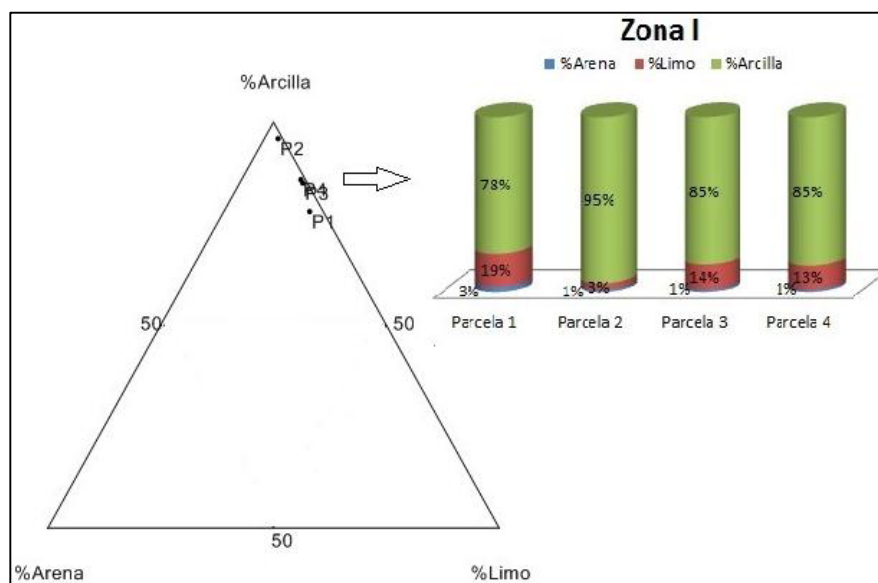


Figura 24. Composición de sedimentos en la Zona I–primer muestreo.

La Zona II presento suelos arcillosos con porcentajes entre 82 % y 84 % de arcillas sin observarse una diferencia significativa entre las parcelas de estudio (Figura 25).

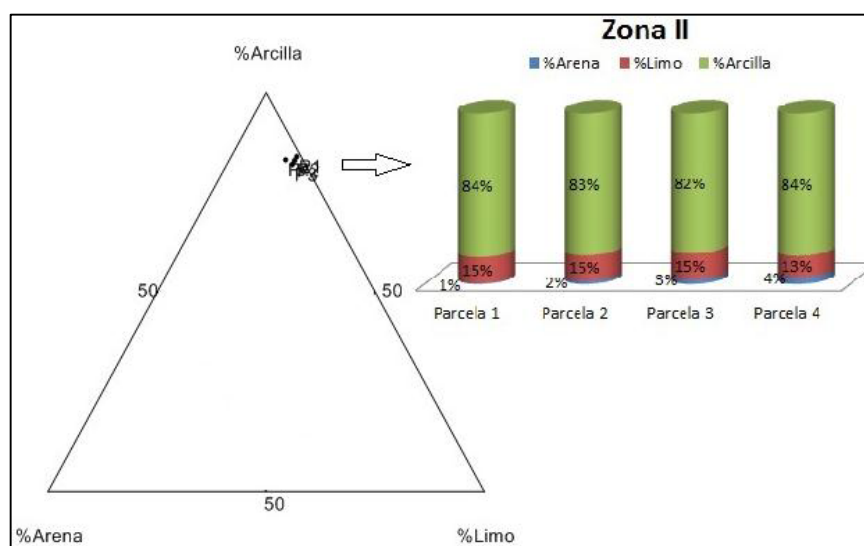


Figura 25. Composición de sedimentos en la Zona II–primer muestreo

En el segundo muestreo la Zona I reflejó un tipo de suelo arcillo-limoso en las parcelas 1 y 2, el porcentaje de arcillas incrementó moderadamente en las parcelas hacia el interior del bosque de manglar parcela 3 y 4 (Figura 26).

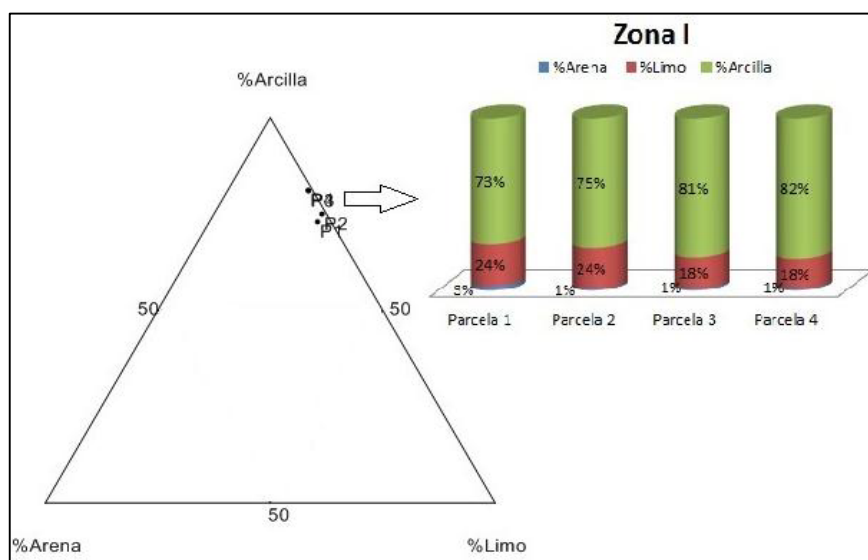


Figura 26. Composición de sedimentos en la Zona I—segundo muestreo

En la Zona II resultaron suelos: arcillo-limosos para las parcelas 2 y 3, y arcilloso para las parcelas 1 y 4, siendo la parcela 4 con mayor porcentaje de arcilla (Figura 27).

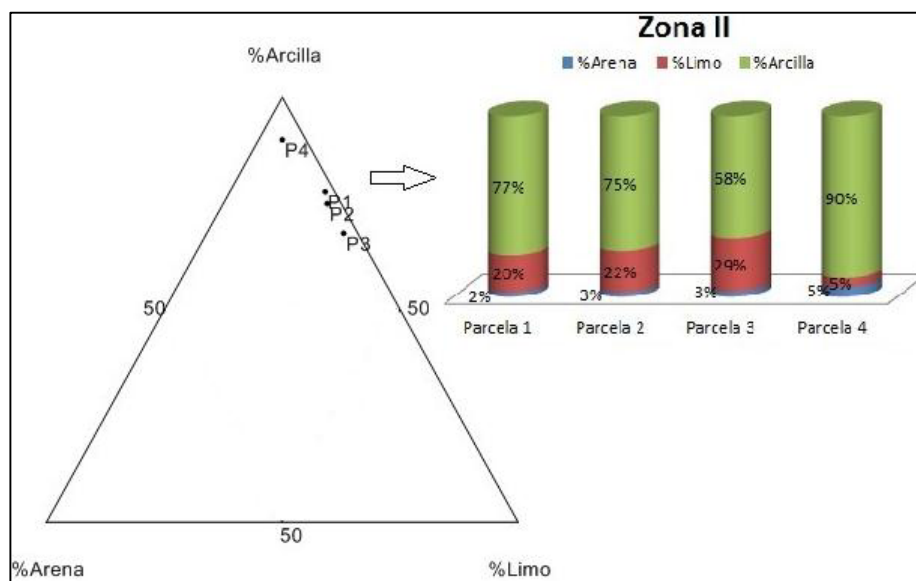


Figura 27. Composición de sedimentos en la Zona II–segundo muestreo.

Al analizar los resultados de las cantidades de arena, limos y arcillas entre ambas zonas, no se registraron diferencias significativas entre ambos muestreo, ni entre las parcelas de estudio, MANCOVA ($p > 0,05$) (Figura 28).

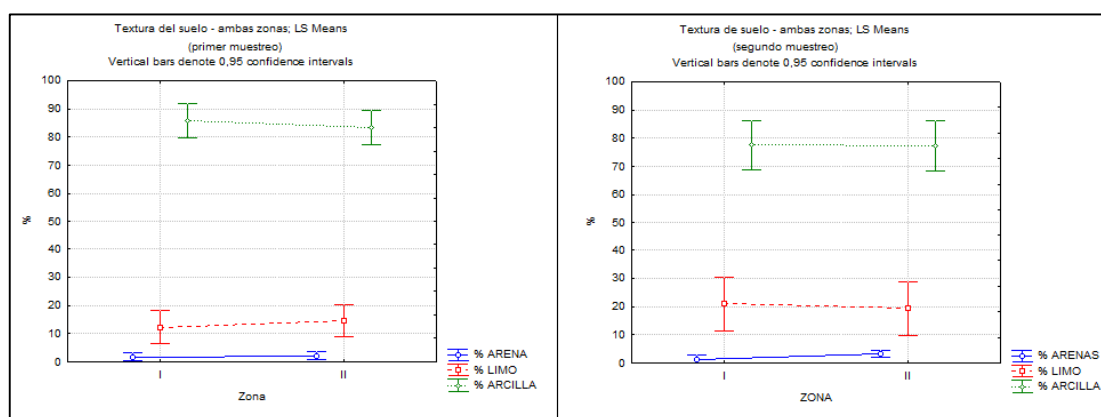


Figura 28. Análisis de multivariado de la textura del suelo en ambas zonas de muestreo – primer muestreo y segundo muestreo.

CAPITULO IV.

DISCUSIÓN

4.1 Estructura de tallas y proporción sexual

Con respecto a la estructura de tallas, se obtuvieron tallas mayores de 5,6 - 5,4 (machos-hembras), esto podría estar influenciado con el arte de pesca utilizado en la metodología, ya de acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación las tallas registradas se encuentran dentro del rango de tallas (AC) de capturas comerciales de *U. occidentalis* (machos) reportadas por el INP (Instituto Nacional de Pesca) en el Golfo de Guayaquil [39]. Con el propósito de hacer un análisis más detallado del rango de tallas colectado sería interesante aplicar un tipo de metodología de captura diferente, como por ejemplo el uso de trampas Pitfall la cual ha sido utilizada en la captura de otras especies de cangrejos que habitan en el sustrato de los manglares [40].

La mayor frecuencia relativa en cangrejos de tallas entre 7,7 – 9,0 cm se registró en las parcelas cercanas al cuerpo de agua (P1) durante el primer muestreo, durante el segundo muestreo no se observó este comportamiento. Al hacer el análisis de varianza de las tallas (AC) obtenidas entre las parcelas de estudio no se registra diferencias significativas que indique cambios en la estructura de tallas (AC) a lo largo de gradiente establecido (ANOVA, $p > 0,05$).

La frecuencia de tallas mayores cercanas al cuerpo de agua (P1) registrada para *Ucides occidentalis* durante este estudio en las dos zonas de la Isla Mondragón podría estar relacionada con patrones de comportamiento registrados en *Ucides cordatus* en zonas de manglar de Espírito Santo al Sureste de Brasil, donde cangrejos de tallas menores son reportados hacia el interior del bosque de manglar, ya que estas zonas son las primera inundadas en mareas vivas disminuyendo el riesgo de depredación, luego estos individuos podrían realizar migraciones hacia zonas cercanas a la rivera [16].

En cuanto a la proporción sexual estimada durante este estudio no se registraron diferencias significativas a lo largo de las parcelas, en contraste a otras observaciones expuestas en otras investigaciones realizadas durante mayor cantidad de muestreos donde se registran variaciones temporales entre hembras y machos a medida que se ingresa al bosque de manglar (manglar de borde-manglar de cuenca) [10].

4.2 Densidad de madrigueras

Se registran diferencias significativas con respecto a la densidad de madrigueras entre ambas zonas ($p < 0,05$). Sin embargo con respecto al gradiente establecido, en el segundo muestreo se observa un alto promedio en la densidad de madrigueras en la parcela ubicada a 68 m del cuerpo de agua en la Zona I, pero no se estimaron diferencias significativas estadísticamente que registren cambios en la densidad de madrigueras entre las parcelas ($p > 0,05$).

En el estudio realizado por Tazan & Wolf (2000) en la Reserva Ecológica Manglares Churute, se categorizó al manglar según sus tipos fisiogeográficos (manglares de ribereño, de borde, y de cuenca) [10], comparando con las parcelas ubicadas sistemáticamente en este estudio (P1-P2-P3-P4), se podría decir que las parcelas P2 y P3 corresponderían a un manglar de cuenca, concordando con lo registrado por la investigación citada, ya que se encontraron variaciones temporales en la densidad de madrigueras y la mayor densidad de madrigueras en este gradiente (P2).

Aunque en varias parcelas se registraron helechos de la especie *Acrostichum aureum* L., esto no influyó considerablemente en el número de madrigueras ya que la cantidad del helecho era muy reducida cerca de las parcelas, sin embargo se observó que en zonas de aglomeración de este helecho “ranconchal” las cantidad de madrigueras disminuye considerablemente, este registro podría ser comparado con estudios donde se indica que el comportamiento de *U. occidentalis* en la construcción de sus madrigueras está relacionado con el tipo de vegetación circundante [6].

Además las madrigueras observadas en P4 (parcela ubicada 200 m hacia el interior del manglar) muestra promedios bajos en su densidad; en el campo se observó que estas áreas en época de lluvias se inundaban primero por influencia de pequeños canales internos.

4.3 Agregación

La en base a los mapas de agregación de las madrigueras que se realizaron, se pudo observar que las madrigueras pueden estar más agregadas en zonas donde existen madrigueras de tallas menores a la media capturada y que a su vez estas madrigueras pequeñas se observan en las zonas más cercanas a los cuerpos de agua o canales. Sin embargo aún no se pueden hacer predicciones sobre la agregación de las madrigueras hasta realizar los análisis estadísticos correspondientes.

Los datos obtenidos en esta investigación serán utilizados en estudios posteriores sobre la agresión de madrigueras donde se utilizará un software que permitan estimar un índice de agregación entre las madrigueras [41].

4.4 Factores físicos del sedimento.

En los análisis de laboratorio se obtuvieron suelos arcillo-limosos, con mayor porcentaje de arcilla en su composición, los porcentajes de limos registran un leve incremento durante el segundo muestreo. Por lo tanto se podría decir que son suelos beneficiosos para la construcción de las madrigueras de *U. occidentalis*, según lo descrito por Barragán (1993) [6].

Existen diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el porcentaje de materia orgánica (%MO) entre las zonas; con un mayor porcentaje en la Zona II.

Los valores de textura de suelo y humedad no mostraron diferencias significativas a lo largo del gradiente establecido. Pero aunque la textura del suelo haya resultado muy similar entre las zonas y parcelas de estudio, la aportación de materia orgánica reflejado en el suelo quizás sea explicada por la mayor densidad de cangrejos en la zona I. Es decir una alta densidad de cangrejos podría limitar la acumulación de materia orgánica y otros compones como el carbono y nitrógeno en los suelos a largo plazo [2] [11].

La influencia de los cangrejos es representativa en el ecosistema de manglar ya que ejercen fuertes influencias bióticas a través del ciclo de ciertas especies vegetales, además estudios indican que efectos ambientales abióticos como gradientes de elevación, pueden disminuir las tasas de crecimiento, sin reducir la densidad de ciertas especies, ósea que en este caso los cangrejos influyen en las condiciones bióticas (% MO) de las zonas de manglar estudiadas [42].

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos durante esta investigación se podría estimar que la estructura poblacional de *Ucides occidentalis*, estacionalmente muestra una mayor frecuencia relativa en cangrejos de tallas en rangos mayores (7,7 cm – 9 cm) en zonas cercanas al cuerpo de agua. Sin embargo la media de tallas (AC) entre las parcelas de estudio, no registra diferencias significativas que indique cambios en la estructura de tallas (AC) 200 m hacia el interior del manglar (ANOVA, $p > 0,05$).

Con respecto a la proporción sexual estimada a lo largo de las parcelas de estudio solo se registró diferencias significativas en la cantidad de individuos (machos/hembras) entre las parcelas (P1-P2-P3-P4) durante el primer muestreo en la Zona I ($X^2 = 10,05$; $p < 0,05$) donde la proporción de machos en su mayoría superó a las hembras, a excepción de la parcela ubicada a 124 metros respecto al cuerpo de agua (P3).

Durante ambos muestreos no se registran diferencias significativas en cuanto a la densidad de madrigueras entre las parcelas de estudio ($p > 0,05$). Sin embargo existieron diferencias significativas en las densidades de madrigueras observadas entre las zonas de estudio, y variaciones en las densidades de madrigueras entre ambos muestreos ($p < 0,05$).

Con respecto a la agregación de madrigueras, se pudo construir una base de datos, de la agregación espacial de las madrigueras, la cual será utilizada en una posterior investigación, donde se analice el índice de agregación entre las madrigueras a lo largo del gradiente.

Los valores de textura de suelo y humedad no mostraron diferencias significativas a lo largo del gradiente establecido ($p > 0,05$). Sin embargo, la cantidad de materia orgánica entre las zonas presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), por lo que se estima que la aportación de materia orgánica en el sustrato sea explicada por la mayor densidad de cangrejos en la zona I. Es decir una alta densidad de cangrejos podría limitar la acumulación de materia orgánica.

RECOMENDACIONES

Conforme a las experiencias obtenidas en esta investigación sobre de la estructura poblacional de *U. occidentalis* a lo largo de un gradiente de elevación e inundación, en el bosque de manglar, se recomienda que realizar posteriores estudios en relación al tema, a fin de obtener una mayor cantidad de datos comparativos y que permitan tener resultados validados estadísticamente en modelos estadísticos.

El número total de madrigueras observadas en cada unidad de muestreo no representa la cantidad de cangrejos dentro de esa área, debido a que los cangrejos pueden realizar conexiones entre madrigueras teniendo varias salidas a la superficie, o simplemente las madrigueras pueden estar deshabitadas.

Existen zonas donde se observan cangrejos menores a la media de los capturados, por lo que sería recomendable diseñar o utilizar trampas para cangrejos de manglar, con el fin de obtener mayor variedad de tallas al obtener individuos menores a la media obtenida hasta el momento.

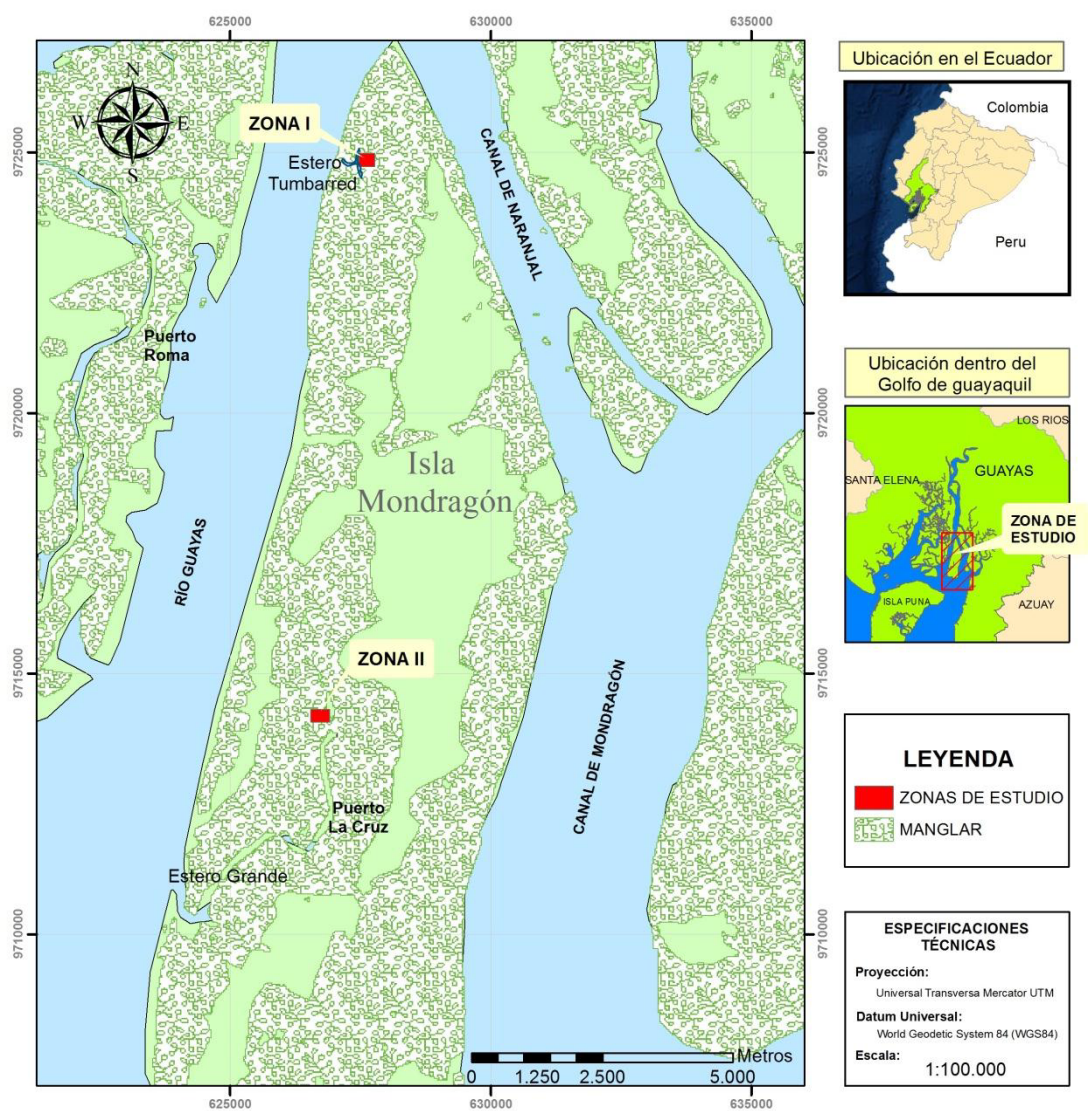
Los análisis de suelos en el laboratorio deben llevarse a cabo siguiendo los protocolos de laboratorio establecidos, desde que se colectan las muestras hasta que se transportan almacenan y procesan en el laboratorio.

Con respecto al trabajo de campo es muy importante capacitar e involucrar a quienes realizan la captura manual del cangrejo y a quienes colaboren con la toma de datos en la investigación con el fin de crear un compromiso y obtener buenos resultados durante el muestreo.

Las experiencias de los usuarios ancestrales del manglar representan una ayuda valiosa durante este tipo de investigaciones, ya que ellos a diario interactúan con el ecosistema de manglar. Esto podría dar pauta a la organización y diseño de programas de muestreo de tipo “Ciudadano Científico” como ya se ha realizado en otros ecosistemas. Esta iniciativa puede ayudar a desarrollar programas de manejo no solo sobre el recurso cangrejo rojo sino también sobre otros recursos marinos.

ANEXOS

ANEXO A – MAPA DE UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO



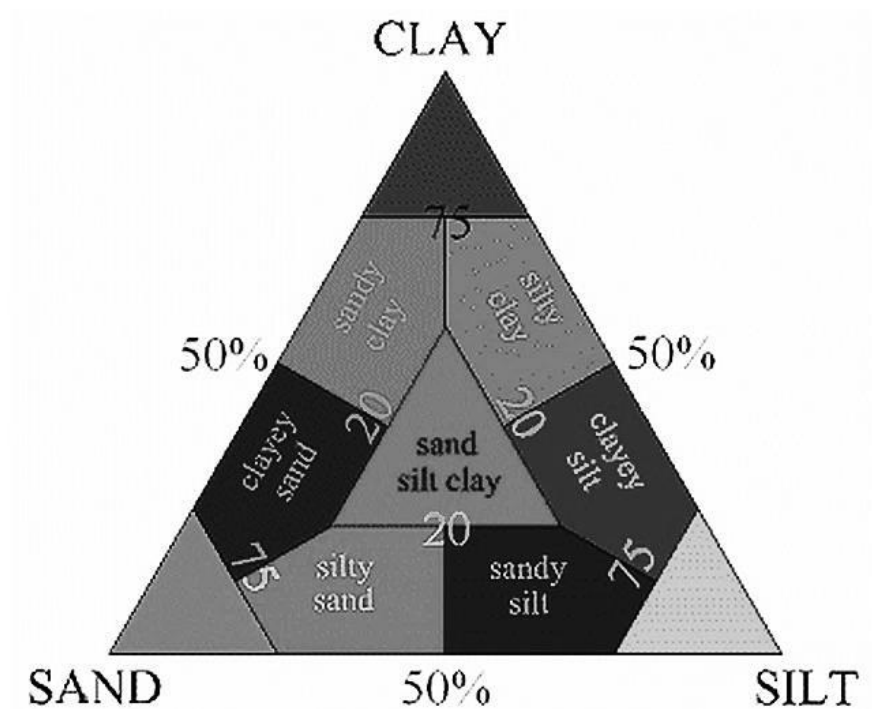
ANEXO B – TABLA DE INTERVALOS DE TIEMPO - METODO DE LA PIPETA

Sampling Time Intervals for Pipet Analysis

Diameter finer than phi	Diameter finer than μ	Withdrawal depth cm	Elapsed time for withdrawal of sample in hours (h), minutes (m), and seconds (s)									
			18°C	19°C	20°C	21°	22°C	23°C	24°C	25°C	26°C	27°C
4.0	62.5	20	20s	20s	20s	20s	20s	20s	20s	20s	20s	20s
4.5	44.2	20	2m0s Restir	1m57s Restir	1m54s Restir	1m51 Restir	1m49s Restir	1m46s Restir	1m44s Restir	1m41s Restir	1m39s Restir	1m37s Restir
5.0	31.2	10	2m0s	1m57s	1m54s	1m51s	1m49s	1m46s	1m44s	1m41s	1m39s	1m37s
5.5	22.1	10	4m0s	3m54s	3m48s	3m42s	3m37s	3m32s	3m27s	3m22s	3m18s	3m13s
6.0	15.6	10	8m0s	7m48s	7m36s	7m25s	7m15s	7m5s	6m55s	6m45s	6m36s	6m27s
7.0	7.8	10	31m59s	31m11s	30m26s	29m41s	28m59s	28m18s	27m39s	28m1s	26m25s	25m49s
8.0	3.9	5	63m58s	62m22s	60m51s	59m23s	57m58s	56m36s	55m18s	54m2s	52m49s	51m39s
9.0	1.95	5	4h16m	4h9m	4h3m	3h58m	3h52m	3h46m	3h41m	3h36m	3h31m	3h27m
10.0	0.98	5	17h3m	16h38m	16h14m	15h50m	15h28m	15h6m	14h45m	14h25m	14h5m	13h40m
11.0	0.49	5	68h14m	66h32m	64h54m	63h20m	60h50m	60h23m	58h59m	57h38m	56h20m	55h5m

Fuente: Procedures for handling and chemical analysis of sediment and water samples. Plumb, 1981 [31].

**ANEXO C – DIAGRAMA DE CLASIFICACIÓN DE
SUELOS SEGÚN SHEPARD, 1954.**



Fuente: Maryland Geological Survey [37].

ANEXO D –TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS SUELOS.

Muestreo	Zona	Parcela	%M.O.	%Humedad	%Arena	%Limo	%Arcilla
Primer muestreo	I	P1	9%	12%	3%	19%	78%
Primer muestreo	I	P2	10%	13%	1%	3%	95%
Primer muestreo	I	P3	12%	15%	1%	14%	85%
Primer muestreo	I	P4	11%	16%	1%	13%	85%
Primer muestreo	II	P1	11%	15%	1%	15%	84%
Primer muestreo	II	P2	14%	14%	2%	15%	83%
Primer muestreo	II	P3	17%	17%	3%	15%	82%
Primer muestreo	II	P4	17%	17%	4%	13%	84%
Segundo muestreo	I	P1	10%	15%	3%	24%	73%
Segundo muestreo	I	P2	10%	13%	1%	24%	75%
Segundo muestreo	I	P3	11%	15%	1%	18%	81%
Segundo muestreo	I	P4	12%	14%	1%	18%	82%
Segundo muestreo	II	P1	13%	17%	2%	20%	77%
Segundo muestreo	II	P2	13%	17%	3%	22%	75%
Segundo muestreo	II	P3	15%	19%	3%	29%	68%
Segundo muestreo	II	P4	18%	17%	5%	5%	90%

ANEXO E – TABLA DE COORDENADAS

GEOGRÁFICAS DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS

(PRIMER MUESTREO)

X	Y	PARCELAS	Vértices	ZONA
-79,85298	-2,48889	P1	A	I
-79,85302	-2,48894	P1	B	I
-79,85302	-2,48898	P1	C	I
-79,85311	-2,48898	P1	D	I
-79,85254	-2,48881	P2	A	I
-79,85250	-2,48888	P2	B	I
-79,85250	-2,48888	P2	C	I
-79,85250	-2,48885	P2	D	I
-79,85178	-2,48901	P3	A	I
-79,85181	-2,48904	P3	B	I
-79,85182	-2,48900	P3	C	I
-79,85181	-2,48893	P3	D	I
-79,85126	-2,48933	P4	A	I
-79,85120	-2,48931	P4	B	I
-79,85120	-2,48927	P4	C	I
-79,85124	-2,48924	P4	D	I
-79,85924	-2,58538	P1	A	II
-79,85919	-2,58532	P1	B	II
-79,85912	-2,58527	P1	C	II
-79,85911	-2,58528	P1	D	II
-79,85963	-2,58510	P2	A	II
-79,85967	-2,58511	P2	B	II
-79,85960	-2,58505	P2	C	II
-79,85957	-2,58511	P2	D	II
-79,86064	-2,58532	P3	A	II
-79,86025	-2,58500	P3	B	II
-79,86017	-2,58511	P3	C	II
-79,86016	-2,58500	P3	D	II
-79,86088	-2,58506	P4	A	II
-79,86116	-2,58515	P4	B	II
-79,86079	-2,58498	P4	C	II
-79,86064	-2,58494	P4	D	II

ANEXO F – TABLA DE COORDENADAS

GEOGRÁFICAS DE UBICACIÓN DE LAS PARCELAS

(SEGUNDO MUESTREO)

X	Y	PARCELAS	Vértices	ZONA
-79,85293	-2,48917	P1	A	I
-79,85294	-2,48914	P1	B	I
-79,8531	-2,48903	P1	C	I
-79,85309	-2,48911	P1	D	I
-79,85268	-2,48873	P2	A	I
-79,85271	-2,48869	P2	B	I
-79,85271	-2,48871	P2	C	I
-79,85274	-2,48874	P2	D	I
-79,85272	-2,48873	P3	A	I
-79,85248	-2,48813	P3	B	I
-79,8525	-2,4882	P3	C	I
-79,85246	-2,4882	P3	D	I
-79,85206	-2,48805	P4	A	I
-79,85198	-2,48799	P4	B	I
-79,85189	-2,48801	P4	C	I
-79,85188	-2,48803	P4	D	I
-79,85896	-2,58544	P1	A	II
-79,85897	-2,58548	P1	B	II
-79,85899	-2,58546	P1	C	II
-79,85879	-2,58547	P1	D	II
-79,85951	-2,58535	P2	A	II
-79,85951	-2,58535	P2	B	II
-79,8595	-2,58534	P2	C	II
-79,85951	-2,58539	P2	D	II
-79,86002	-2,58551	P3	A	II
-79,86012	-2,58557	P3	B	II
-79,86008	-2,58548	P3	C	II
-79,86007	-2,58552	P3	D	II
-79,86058	-2,58565	P4	A	II
-79,8606	-2,58564	P4	B	II
-79,86053	-2,58562	P4	C	II
-79,86052	-2,58562	P4	D	II

ANEXO G – DATOS DE AGREGACIÓN DE MADRIGUERAS (ZONA I)

ZONA	PARCELA	SUD-UNIDADES DE MUESTREO	Numeración de la madriguera	Separación entre madrigueras y cada vertice			Sistema de coordenadas (x, y) en el plano	
		(a,b,c,d)	Nº	d (cm)	x (cm)	y (cm)	x (cm)	y (cm)
I	P1	a	1	75	12	74,03	12	-74,0
I	P1	b	1	90	82	37,09	-82	-37,1
I	P1	b	2	105	55	89,44	-55	-89,4
I	P1	c	1	40	14	37,47	-14	37,5
I	P1	c	2	77	52	56,79	-52	56,8
I	P1	c	3	61	18	58,28	-18	58,3
I	P1	c	4	63	23	58,65	-23	58,7
I	P1	d	1	55	4,4	54,82	4,4	54,8
I	P1	d	2	3	2	2,24	2	2,2
I	P1	d	3	116	91	71,94	91	71,9
I	P1	d	4	104	84	61,32	84	61,3
I	P1	d	5	102	60	82,49	60	82,5
I	P2	a	1	75	8	74,57	8	-74,6
I	P2	a	2	103	67	78,23	67	-78,2
I	P2	a	3	120	99	67,82	99	-67,8
I	P2	a	4	128	100	79,90	100	-79,9
I	P2	b	1	45	31	32,62	-31	-32,6
I	P2	b	2	47	25	39,80	-25	-39,8
I	P2	b	3	68	46	50,08	-46	-50,1
I	P2	b	4	108	71	81,38	-71	-81,4
I	P2	b	5	95	10	94,47	-10	-94,5
I	P2	b	6	63	0	63,00	0	-63,0
I	P2	c	1	46	11	44,67	-11	44,7
I	P2	c	2	80	52	60,79	-52	60,8
I	P2	c	3	109	84	69,46	-84	69,5
I	P2	c	4	110	68	86,46	-68	86,5
I	P2	d	1	20	16	12,00	16	12,0
I	P2	d	2	49	41	26,83	41	26,8
I	P2	d	3	68	62	27,93	62	27,9
I	P2	d	4	97	94	23,94	94	23,9
I	P2	d	5	80	60	52,92	60	52,9
I	P3	a	1	81	43	68,64	43	-68,6
I	P3	a	2	44	41	15,97	41	-16,0
I	P3	b	1	70	8	69,54	-8	-69,5
I	P3	b	2	97	70	67,15	-70	-67,1
I	P3	c	1	0	0	0,00	0	0,0
I	P3	c	2	51	51	0,00	-51	0,0
I	P3	d	1	17	17	0,00	17	0,0
I	P3	d	2	40	40	0,00	40	0,0
I	P3	d	3	84	32	77,67	32	77,7
I	P4	a	1	109	49	97,37	49	-97,4
I	P4	b	1	20	11	16,70	-11	-16,7
I	P4	b	2	69	27	63,50	-27	-63,5
I	P4	b	3	18	18	0,00	-18	0,0
I	P4	c	1	50	43	25,51	-43	25,5
I	P4	c	2	32	29	13,53	-29	13,5
I	P4	c	3	57	57	0,00	-57	0,0
I	P4	c	4	98	68	70,57	-68	70,6
I	P4	d	1	32	0	32,00	0	32,0
I	P4	d	1	128	82	98,29	82	98,3

ANEXO H – DATOS DE AGREGACIÓN DE MADRIGUERAS (ZONA II)

ZONA	PARCELA	SUD-UNIDADES DE MUESTREO	Numeración de la madriguera	Separación entre madrigueras y cada vertices			Sistema de coordenadas (x, y) en el plano	
		(a,b,c,d)	Nº	d (cm)	x (cm)	y (cm)	x (cm)	y (cm)
II	P1	a	0	x	x	x	x	x
II	P1	b	1	135	95	95,92	-95	-95,9
II	P1	c	1	62	62	0,00	-62	0,0
II	P1	c	2	112	60	94,57	-60	94,6
II	P1	d	1	63	0	63,00	0	63,0
II	P1	d	2	110	61	91,54	61	91,5
II	P2	b	0	x	x	x	x	x
II	P2	a	1	95	54	78,16	54	-78,2
II	P2	c	1	4	2	3,46	-2	3,5
II	P2	d	1	67	32	58,86	32	58,9
II	P2	d	2	67	0	67,00	0	67,0
II	P3	b	0	x	x	x	x	x
II	P3	a	1	0	0	0,00	0	0,0
II	P3	c	1	50	45	21,79	-45	21,8
II	P3	c	2	37	0	37,00	0	37,0
II	P3	c	3	63	63	0,00	-63	0,0
II	P3	d	1	62	43	44,67	43	44,7
II	P4	a	0	x	x	x	x	x
II	P4	b	0	x	x	x	x	x
II	P4	c	1	85	85	0,00	-85	0,0
II	P4	d	0	x	x	x	x	x

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Twilley, R. (1988). Coupling of Mangroves to the Productivity of Estuarine and Coastal Waters. *Coastal-Offshore Ecosystem Interactions*, 22, 155-180.

- [2] Twilley, R., Pozo, M., Garcia, V., Rivera, V., Zambrano, R., & Boderó, A. (1997). Litter Dynamics in the Riverine Mangrove Forests in the Guayas River Estuary. *Oecologia*, 111, 109-122.

- [3] Ewel, K., Twilley, R., & Ong, J. (1998). Different Kinds of Mangrove Forests Provide Different Goods and Services. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7(1): 83-94.

- [4] Alongi, D. (2009). *The Energetics of Mangrove Forests*. Dordrecht: Springer Netherlands.

- [5] Castaneda-Moya, E., Rivera-Monroy, V., & Twilley, R. (2006). Mangrove zonation in the dry life zone of the Gulf of Fonseca, Honduras. *Estuaries and coasts*, 29(5): 751-764.
- [6] Barragán, J. (1993). Biología del cangrejo de manglar, *Ucides occidentalis*, ORTMANN, (Crustacea: Decapoda: Gecarcinidae). *Revista de Ciencias Del Mar Y Limnología*, 3(1): 135-149.
- [7] Citrón, G., & Schaeffer, Y. (1983). *Introducción a la Ecología de Manglar*. Montevideo.: Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe-ROSTLAC.
- [8] Cardenas, W. (1995). Patterns of phytoplankton distribution related to physical and chemical characteristics of the Guayas river estuary. Louisiana: The University of Southwestern Louisiana.
- [9] Cifuentes, L., Coffin, R., Solorzano, L., Cardenas, W., Espinoza, J., & Twilley, R. (1996). Isotopic and elemental variation of carbon and nitrogen in a mangrove estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 43, 781–800.
- [10] Tazan, G., & Wolf, B. (2000). El Cangrejo Rojo *Ucides occidentalis* (Ortmann) en la Reserva Ecológica Manglares Churute. Guayaquil-Ecuador: Fundación Natura.
- [11] Yáñez-Arancibia, A., Twilley, R. R., & Lara, D. (1998). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques*, 4(2): 3-19.

- [12] Solano, F. (2006). Aspectos pesqueros biológicos y socioeconómicos de la captura de cangrejo rojo en los manglares del Ecuador. Guayaquil: Instituto Nacional de Pesca.
- [13] Flores, J. (2012). Cadena de valor del cangrejo rojo en el golfo de Guayaquil. Quito : USAID Costas y Bosques Sostenibles.
- [14] Solano, F., & Moreno, J. (2009). Cangrejo Rojo (*Ucides occidentalis*), Un Análisis Durante el Periodo de Veda Reproductiva, 2009. Instituto Nacional de Pesca., 20(1): 37–47.
- [15] Solano, F., Flores, L., & Ruíz, W. (2010). Capturas de cangrejo rojo *Ucides occidentalis* en los puertos de la provincia del Guayas y el Oro, Ecuador. durante 2009. Instituto Nacional de Pesca, 20(8):1 – 15.
- [16] Conti, R., & Nalesso, R. 2010. Status of the population structure of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) on the Piraquê-açu River estuary, Espírito Santo, Brazil. Brazilian Journal Of Oceanography. 58(2):81-92. ISSN 1982-436X.
- [17] Sen S., Homechaudhuri S. 2015. Spatial distribution and population structure of fiddler crabs in an Indian Sundarban mangrove. Scientia Marina. 79(1): 79-88. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/scimar.04121.15A>

- [18] (NCIB) National Center for Biotechnology Information, "NCIB - Taxonomy," [Online]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>. Acceso: 23/01/ 2015.
- [19] Davie, P. (2009). (WoRMS) World Register of Marine Species - *Ucides occidentalis* (Ortmann, 1897). (World Register of Marine Species) consultado en Junio 26, 2014, Disponible en: <http://www.marinespecies.org/> on 2014-06-26
- [20] (UNEP) United Nations Environment Programme (2013). Consultado 2015, Disponible en: <http://www.unep.org/geas>
- [21] Melo, G. (1996). Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro. São Paulo: Plêiade/FAPESP.
- [22] Bright, D., & Hogue, C. (1972). A synopsis of the burrowing land crabs of the world and list of their arthropod symbionts and burrow associates. Natural History Museum - Los Angeles County - Contributions in Science (220), 58.
- [23] Giri1, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J. & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. Global Ecology and Biogeography, 20: 154–159
- [24] Muñoz, L., & Peralta, B. (1983). Aspectos biométricos de *Ucides occidentalis* ortaman. Ciencias del mar y Limnología, 2(1): 151-170.

- [25] Cedeño, I. (2013). Aspectos Reproductivos del Cangrejo Rojo de Manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil, Diciembre2011-Abril2012. (Instituto Nacional de Pesca) Boletín Especial INP (2): 1-17.
- [26] Bravo, M. (2013). Alianza público-privada para la gestión de los manglares del Ecuador, los acuerdos para el uso sustentable y custodia. Usaid costas y bosques sostenibles, p 62.
- [27] Moreira, E. (2013). Evaluación del estado actual de las concesiones de áreas de manglar entregadas a comunidades ancestrales en la provincia del Guayas. Guayaquil. p 94.
- [28] Altamirano, M. (2012). Plan de manejo para el Uso Sustentable y Custodia de 1374,33 hectáreas de Bosque de Manglar del sector Noroeste de la Isla Mondragón. Guayaquil.: USAID (Proyecto Usaid Costas y Bosques Sostenibles).
- [29] INOCAR. (2015). Instituto Oceanográfico de la Armada. Consultado el: 9/18/2014, Disponible en: <http://www.inocar.mil.ec/web/>
- [30] Villon, C., Chalen, X., Molina, R., González, J., & Castro, F. (2004). Manejo sustentable del cangrejo rojo *Ucides occidentalis* en la zona de manglar concesionada a la Asociación de cangrejero 6 de Julio. Fundación Ecológica Rescate Jambelí, p 28.
- [31] Cedeño, I. (2012). Protocolo de muestreo: estudios de densidad poblacional y aspectos reproductivos del cangrejo rojo del manglar (*Ucides occidentalis*) en el

- Golfo de Guayaquil. Guayaquil: INP y USAID Boletín Especial,(2012) Año 03(1): 35-52.
- [32] Plumb, J. R. (1981). Procedures for handling and chemical analysis of sediment and water samples. Buffalo-New York: Environmental Laboratory, U.S. Army Waterways Experimental Station, Vicksburg, M.S.
- [33] Monserrate, B., & Medina, J. (2011). Estudio de condiciones físicas, químicas y biológicas en la zona intermareal de dos sectores del estero salado con diferente desarrollo urbano. Consultado en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19123>.
- [34] Bengtsson, L., & Enell, M. (1986). Chemical analysis. (C. John Wiley & Sons Ltd., Ed.) Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology (Berglund, B. E., ed), 423–451.
- [35] Dean, W. E. (1974). Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: Comparison with other methods. *J. Sed. Petrol.* , 44:242–248.
- [36] Heiri, O., Lotter, A., & Lemcke, G. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25: 101–110.
- [37] Shepard, F. (1954). Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24:151-158.

- [38] Maryland Department of Natural Resources. (2015). Maryland Geological Survey. Consultado en: <http://www.mgs.md.gov>.
- [39] Cedeño, I., Bravo, M., Solano, F., Peña, M., & Zambrano, R. (2012). Abundancia Relativa y Estructura de tallas de Cangrejo Rojo de Manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil, Febrero 2011 – Enero 2012. (Instituto Nacional de Pesca) Boletín Especial INP (2): 1-32.
- [40] Smith III, T.J., K.G. Boto, S.D. Frusher and R.L. Giddins, 1991. Keystone species and mangrove forest dynamics: the influence of burrowing by crabs on soil nutrient status and forest productivity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 33: 419-432.
- [41] Rosenberg, M., & Anderson, C. 2011. APPLICATION PASSaGE: Pattern Analysis, Spatial Statistics and Geographic Exegesis. Version 2. *Methods in Ecology and Evolution*. (2): 229–232. doi: 10.1111/j.2041-210X.2010.00081.x
- [42] Lindquist, E., Krauss, K., Green, P., O’Dowd, D., Sherman, P., & Smith, T. (2009). Land crabs as key drivers in tropical coastal forest recruitment. *BIOLOGICAL REVIEWS*, 84(2): 203-223.