

# Estudio multidisciplinario del ecosistema manglar en la comunidad tradicional de Curral Velho (Ceará, Brasil):

## Evaluación ambiental del estado del ecosistema afectado por la camaronicultura.

### **Autores:**

**Maria Camila Serra Pompei;  
David Vide Pifarré,  
Maria Briansó Martínez,  
Joan Carrasco Domínguez,  
Júlia Amorós Monrabà.**

### **Redactora:**

**Maria Camila Serra Pompei**

Bellaterra, Junio de 2014.

### **Proyecto de Final de Carrera**

Licenciatura de Ciencias Ambientales,  
Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)

**Director y tutor: Sergio Rossi**

**Cotutora: Luciana Queiroz**









# Agradecimientos

Este estudio no hubiera sido posible si no fuera porque una gran cantidad de personas nos prestaron su ayuda y nos llenaron de conocimiento. Todas estas forman parte de nuestro trabajo y por eso queríamos darles las gracias

Al Dr. Sergio Rossi por hacer posible que este trabajo se realizara, por transmitirnos las ganas de conocer algo distinto y por su soporte durante todos estos meses.

A Luciana Queiroz, por guiarnos a todas horas, por hacer que nuestra estancia fuera más fácil, por enseñarnos a comprender otro mundo y sus costumbres y por ser nuestra compañera de viaje. Todo ha sido más fácil con tu ayuda.

A Jeovah Meireles, que nos abrió las puertas a la Universidade Federal do Ceará (UFC) y nos aportó todo lo que estuviera en sus manos para la elaboración de este proyecto.

En general también a todo el departamento de geografía por estar pendientes de nosotros.

A Thiago, VanSEa y Adriano y su familia por acogernos en fortaleza cuando éramos unos extraños que no sabían portugués y hacer que formáramos parte de sus vidas enseñándonos todo cuanto teníamos que saber sobre la ciudad. Gracias por llevarnos a todos los rincones y enseñarnos un poco de “*Cearense*” y por componernos alguna que otra canción.

A Luciano, Mauricio y Hernan por traernos a David a la comunidad y hacernos ver otra cara de Acaraú. Por todas nuestras aventuras y “bailoteos”. Siempre nos quedará el “agora chora”.

A Helena por alquilarnos su casa y hacer posible que viviéramos como uno más de la comunidad.

A Edmar, nuestro Edmar, que decir. Por absolutamente todo. Por ser nuestra familia durante tres meses, por cuidarnos, por enseñarnos todo lo que sabía, por compartir con extraños sus vivencias, sus anécdotas y sus creencias. Por querer saber de nosotros y por darnos todo lo que tenía. Por todas las

conversaciones antes de ir a dormir, por enseñarnos qué es ser pescador y dejarnos participar. Por nuestros paseos en canoa y por protegernos de todo. Faltaría tiempo y espacio para poder agradecerte todo lo que hiciste por nosotros. Nunca te olvidaremos.

A todos los pescadores/as de Curral Velho, en especial: a Abelardo por enseñarnos que el portugués en las comunidades no tiene nada que ver con el de las ciudades; a Zé Canaá por los días de pesca y las tardes de domingo; a Bolo y Ronaldo por ayudarnos en todo lo posible, por los bailes y por las historias contadas; a Batista por todas las meriendas de los lunes, no podíamos faltar a la visita; y a “Chiquinha” y Leila por mostrarnos el papel de las mujeres en la comunidad, por vuestro esfuerzo y trabajo.

A Manoel, nuestro hermano. Por ser parte de nosotros y ser nuestro guía. Y a sus compañeros, en especial: Pedro, Joel y Abelardo.

VanSEa por ser nuestra amiga y cómplice en la comunidad y por hacernos partícipes de todos los acontecimientos de la comunidad.

A todos los niños y niñas de la comunidad, por ser los primeros en darnos la bienvenida, por mantenernos entretenidos cada día, por dejarnos sus lápices de colores, y llevarnos a explorar el manglar. Y finalmente, por cuidar de nuestra querida *Mangue*.

No podemos dejar de agradecer éste trabajo a nuestra familia y amigos, por hacer posible éste viaje, por estar siempre ahí aún las distancias. Por tener paciencia y dejar que disfrutáramos de una experiencia increíble.

Por último gracias Curral Velho, por hacer que esta experiencia tuviera sentido. Por hacernos más humildes y formar parte de nuestras vidas. Porque ya nunca seremos lo que fuimos.

## Resumen ejecutivo

El presente estudio tiene como objetivos (I) realizar una primera aproximación del deterioro padecido por el ecosistema manglar de Curral Velho, causado aparentemente por las actividades relacionadas con la acuicultura del camarón; así como, (II) identificar los principales factores responsables de esta situación. Por lo tanto, durante tres meses se ha hecho un análisis en profundidad de dos indicadores del estado de salud del ecosistema manglar: la composición, talla y diversidad del bosque manglar y la densidad, talla y mortalidad de la ostra del manglar (*Crassostrea Rhizophorae*). Con los resultados obtenidos se ha podido observar que realmente, las fincas de camarones están provocando una degradación del ecosistema manglar, no tan solo a nivel de la ocupación del territorio y de la deforestación, sino de banalización del ecosistema manglar cercano a la comunidad de Curral Velho. Los resultados han mostrado un deterioro del ecosistema, reflejando en la dominancia de una única especie de arbusto con diámetros inferiores en la zona afectada respecto a la gamboa control y una mortalidad prácticamente absoluta de ostras de manglar en las zonas más inmediatas a las descargas de efluentes, y unas densidades y tallas inferiores a lo largo de la zona afectada. Se demuestra que los indicadores, basados en literatura previa, son robustos para evaluar el impacto de la industria camaronera de la zona.





# Tabla de contenido

1. Antecedentes.....	15
1.1 Manglar .....	17
1.1.1 Manglar a nivel global.....	17
1.1.2 Manglar en la zona de estudio.....	19
1.1.3 Ecodinámica del manglar .....	19
1.1.4 Geomorfología.....	21
1.1.5 Flora .....	23
1.1.6 Fauna .....	28
1.1.7 Servicios ecosistémicos.....	30
1.1.8 Amenazas.....	33
1.1.9 Legislación.....	34
2. Análisis del vector .....	37
2.1 Localización .....	39
2.2 Clima.....	40
2.3 Geomorfología y geología.....	41
2.4 Las comunidades tradicionales.....	42
3. Diagnóstico del problema: la acuicultura .....	47
3.1 La camaronicultura.....	49
3.2 Principales impactos ambientales relacionados con las fases de instalación y operación de las fincas de camarón.....	55
4. Justificación .....	59
5. Objetivos.....	61
6. Metodología .....	63
6.1 Zona de estudio .....	65
6.2 Elección de los métodos seguidos .....	67

6.3	Diseño experimental.....	69
6.3.1	Análisis de la estructura de la vegetación.....	69
6.3.2	Ostra del manglar ( <i>Crassostrea rhizophorae</i> ).....	71
6.4	Procedimiento analítico .....	72
6.4.1	Estructura de la vegetación .....	72
6.4.2	Ostra del manglar ( <i>Crassostrea rhizophorae</i> ).....	75
6.5	Análisis estadístico.....	76
6.6	Diagrama de las etapas del proyecto .....	76
7.	Resultados.....	79
7.1	Estructura de la vegetación.....	81
7.1.1	Datos estructurales.....	81
7.1.2	Riqueza, diversidad y equidad de especies.....	84
7.1.3	Diámetros .....	85
7.2	<i>Crassostrea rhizophorae</i> .....	87
7.2.1	Densidades.....	87
7.2.2	Mida y peso .....	89
8.	Discusión .....	91
9.1	Estructura de la vegetación.....	93
9.2	<i>Crassostrea rhizophorae</i> .....	101
10.	Conclusión.....	107
11.	Propuestas de mejora.....	113
12.	Bibliografía.....	121
13.	Acrónimos y palabras clave .....	131
13.1	Palabras clave.....	131
13.2	ACRÓNIMOS .....	134
14.	Presupuesto.....	137
15.	Programación .....	139

16. Anexo.....	141
16.1 Ficha de recogida de datos durante el muestreo de vegetación. ....	143
16.2 Análisis estadísticos .....	143
16.2.1 Contraste de hipótesis de diámetros de árboles.....	143
16.2.2 Contraste hipótesis <i>Crassostrea rhizophorae</i> .....	144
16.3 Cartografía y planos.....	147

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Distribución mundial de manglares. Fuente: Burriel, 2012. ....	17
Ilustración 2. Distribución de manglares en el continente Americano. Fuente: Jumenez&Lugo, 1985. ....	19
Ilustración 3: Diferenciación geomorfológica del manglar. Fuente: Meireles et al. 2008. ....	21
Ilustración 4. Rhizophora mangle. Fuente: elaboración propia.....	24
Ilustración 5: Avicennia germinans. Fuente: elaboración propia. ....	25
Ilustración 6: Laguncularia Racemosa. Fuente: Elaboración propia.....	26
Ilustración 7: Localización del área de estudio. Fuente: modificado de Queiroz et. al., 2007.....	39
Ilustración 8: Distribución climática en Ceará. Fuente: Instituto de Pesquisa e Estrategia Económica do Ceará.....	40
Ilustración 9 spectos geomorfológicos, geológicos y ambientales. Fuente: Impactos Ambientais decorrentes das actividades de camaronicultura ao longo do litoral Cearense. Meireles et. al., 2008. ....	41
Ilustración 10: Proximidad de las fincas de camarón a Curral Velho de Baixo (izquierda) y a Curral Velho Honórios (derecha). Fuente: Elaboración propia a partir de un ortofotomapa obtenido de IPECE.....	54
Ilustración 11. Construcción de una finca tanto en bosque de manglar como en apicum en la zona de Curral Velho. Fuente: elaboración propia.....	57
Ilustración 12. Muestras de ostras del tramo bajo de la gamboa afectada.....	88
Ilustración 13. Muestras de ostras del tramo medio de la gamboa afectada....	88
Ilustración 14. Muestras de ostras del tramo alto de la gamboa afectada.....	88

## Índice de tablas

Tabla 1: principales especies presentes en el manglar de Curral Velho. Fuente Meireles et. al., 2008. ....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Servicios Ecosistemicos del manglar. Fuente Queiroz et al, 2014 .....	30
Tabla 3. Características de los estadios y de medición del diámetro en el muestreo de la vegetación. ....	70
Tabla 4. Dominancia, densidad y frecuencia absolutas de cada una de las especies según estadio gamboa. ....	81
Tabla 5. Índices de Margalef, Shannon y equidad. ....	84
Tabla 6 Diámetros (mm).....	85
Tabla 7. Medias de las longitudes (mm) de las conchas y del peso (g) según el tramo y la gamboa.....	89

## Índice de figuras

Figura 1: Esquema ilustrativo de los principales procesos ocurientes en el ecosistema manglar. Fuente: elaboración propia.....	20
Figura 2. Ficha resumen de especies: Rhizophora mangle. Fuente: Jiménez & Lugo, 1985; Meireles et al, 2008. ....	24
Figura 3. Ficha resumen de especies: Avicennia germinans. Fuente: Jiménez & Lugo, 1985; Meireles et al, 2008. ....	25
Figura 4. Ficha resumen de especies: Laguncularia racemosa. Fuente: Jiménez & Lugo, 1985; Meireles et al, 2008. ....	26
Figura 5. Ficha resumen de especies: Avicennia schauerianna. Fuente: Jiménez & Lugo, 1985; Meireles et al, 2008.....	27
Figura 6: Principales actividades destructivas del manglar y % del área perjudicado. Fuente: IUCN 2007. ....	33
Figura 7: Diagrama de red lineal de los principales impactos ambientales del proceso productivo de camarones. Fuente: Jorge Isaac Flores et al (2007) ....	52
Figura 8. Mapa de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia. ....	66
Figura 9. Mapa indicando los puntos de muestreo de la vegetación. Fuente: elaboración propia. ....	70
Figura 10. Mapa indicando las zonas de muestreo de ostras de manglar. Fuente: elaboración propia.....	71

Figura 11. Fórmulas de las variables estructurales de la vegetación. Fuente: Elaboración propia con datos de Martínez-Vilalta y Piñol, 2006; Espinosa et al, 2009. ....	74
Figura 12. Etapas seguidas para la elaboración del proyecto. Fuente: elaboración propia.....	77
Figura 13. Dominancia (%), densidad (%), frecuencia (%) y IVI de cada especie de plántulas según gamboa. A.g.= Avicennia germinans; A.s.=Avicennia Schaueriana; L.r.=Laguncularia racemosa; R.m.= Rhizophora mangle; IVI= índice de valor de importancia. ....	83
Figura 14. Dominancia (%), densidad (%), frecuencia (%) y IVI de cada especie de árboles jóvenes según gamboa. A.g.= Avicennia germinans; A.s.=Avicennia Schaueriana; L.r.=Laguncularia racemosa; R.m.= Rhizophora mangle; IVI= índice de valor de importancia.....	83
Figura 15. Dominancia (%), densidad (%), frecuencia (%) y IVI de cada especie de árboles adultos según gamboa. A.g.= Avicennia germinans; A.s.=Avicennia Schaueriana; L.r.=Laguncularia racemosa; R.m.= Rhizophora mangle; IVI= índice de valor de importancia.....	83
Figura 16. Cuadro resumen de los resultados del análisis de la vegetación. Fuente: elaboración propia.....	86
Figura 17. Densidad de ostras en los primeros 30 cm de raíz según tramo de la gamboa. ....	87
Figura 18. Cuadro resumen con los resultados del análisis de ostras. Fuente: elaboración propia.....	90

# 1. Antecedentes





## 1.1 Manglar

El término manglar refiere-se, en un primer sentido, al complejo de comunidades vegetales pertenecientes a las zonas intermareales de los márgenes costeros de las regiones tropicales y subtropicales (Lugo & Snedaker, 1974). Sin embargo, este término describe también un grupo ecológico de especies vegetales halófitas pertenecientes a 28 géneros de 20 familias distintas, con aproximadamente 52 especies repartidas por todo el mundo; siendo 17 de estas reconocidas exclusivamente como manglares “verdaderos” (Twilley, 2008). Estos se definen en base a cinco características únicas: (i) completa fidelidad a la zona intermareal; (ii) aislamiento taxonómica de sus familiares terrestres, al menos a nivel genérico; (iii) composición de comunidades que suelen formar rodales puros; (iv) especialización morfológica representando una adaptación al medio intermareal; y (v) adaptaciones fisiológicas (Tomlinson, 1986).

Por tanto, el término manglar puede definir tanto un único individuo como la totalidad de su conjunto, en asociación con otros conjuntos de comunidades de la zona intermareal, entendiéndose como ecosistema.

### 1.1.1 Manglar a nivel global

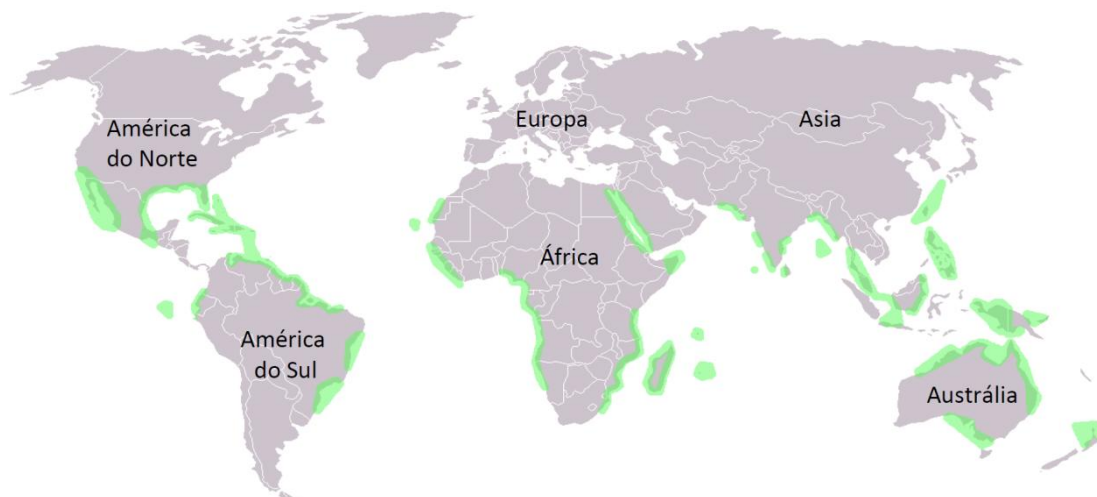


Ilustración 1. Distribución mundial de manglares. Fuente: Burriel, 2012.

Su rango de distribución, entre las latitudes 30° N y 30° S aproximadamente, se ve delimitado por las corrientes oceánicas y la isoterma de 20°C del agua del mar en invierno (Alongi, 2009). Debido a este amplio rango de distribución, el número y distribución de especies puede variar enormemente entre una zona y otra, siendo los bosques de los trópicos americanos más pobres en especies, habiendo únicamente ocho especies de cinco familias; a bosques de más de 36 especies en la región indo-pacífica, donde suelen alcanzar su máximo desarrollo (Macnae, 1968). A pesar de esta amplia variedad taxonómica y rango geográfico, todos los manglares exhiben marcadas similitudes en sus características fisiológicas y adaptaciones morfológicas, volviéndolos altamente tolerantes y adaptándose al medio a lo largo de su desarrollo (Shaeffer-Novelli *et. al.*, 1990). Debido a su distribución geográfica, todas estas plantas se caracterizan por ser tolerantes a elevadas concentraciones de salinidad, presentando mecanismos de resistencia y tolerancia (exclusión, secreción, acumulación de sal) para tal situación adversa; otros mecanismos desarrollados para su supervivencia en este medio adverso son la creación de raíces aéreas o la viviparidad del embrión; permitiéndoles adaptarse a la situación de anoxia producida por la anegación de la zona y por las crecidas de las mareas, hecho que lo convierte en un ecosistema dinámico (Krauss *et. al.*; 2008).

### 1.1.2 Manglar en la zona de estudio.

En Brasil, se calcula que los bosques de manglar ocupaban un área de 962,683 ha en el año 2010, representando un 7% del total a nivel mundial (Giri *et. al.*, 2010). Aproximadamente el 85% de los manglares de este país se encuentran situados en los 1800Km del litoral norte, donde encuentran las condiciones hidrológicas, topográficas y climáticas óptimas para su desarrollo (Burriel, 2012). Aún así, en todo el país tan solo se encuentran 7 especies de 4 géneros distintos (Shaeffer-Novelli *et. al.*, 1990): Avicenniaceae, Combretaceae, Mealiaceae y Rhizophoraceae (Lugo & Snedaker, 1974).



Ilustración 2. Distribución de manglares en el continente Americano. Fuente: Jumenez&Lugo, 1985.

### 1.1.3 Ecodinámica del manglar

De forma general, el proceso de segregación de los manglares se inicia por su situación geomórfica (delta, laguna, delta/laguna o estuario), basados en el grado de insumos terraginosos y la posición del manglar relativa a estos insumos (Twilley, 1995). Después de estas imposiciones obligatorias en las que se asienta el manglar, estos se pueden clasificar por su ecología, donde el

manglar se desarrollará según los recursos del suelo y los gradientes de estrés a los que estará sometido (Krauss, 2008).

De forma muy simplificada (Figura 1) se puede dividir el ecosistema del manglar en dos compartimentos acoplados: estructuras en superficie y el suelo en sí (incluyendo raíces y procesos aerobios y anaerobios). Estos se ven conectados por el ciclo de materia y energía resultante de la interacción de la energía solar con la materia a través de la fotosíntesis. Es decir, al ser un sistema abierto, cede materia orgánica al estuario o ecosistemas contiguos; esta pérdida de materiales se ve compensada por los insumos provenientes tierras arriba, pero también por los procesos producidos por los compartimientos vivos, que se mantienen en parte por la respiración de los productos de la fotosíntesis, causando la caída de hojas, y permitiendo por tanto el ciclo de nutrientes (Lugo & Snedaker, 1974).

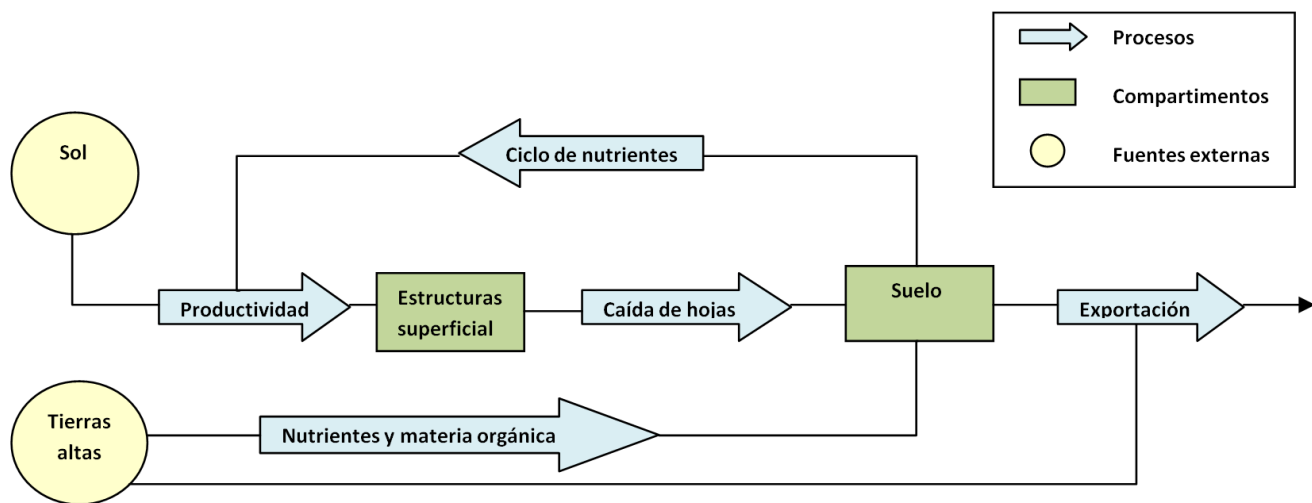
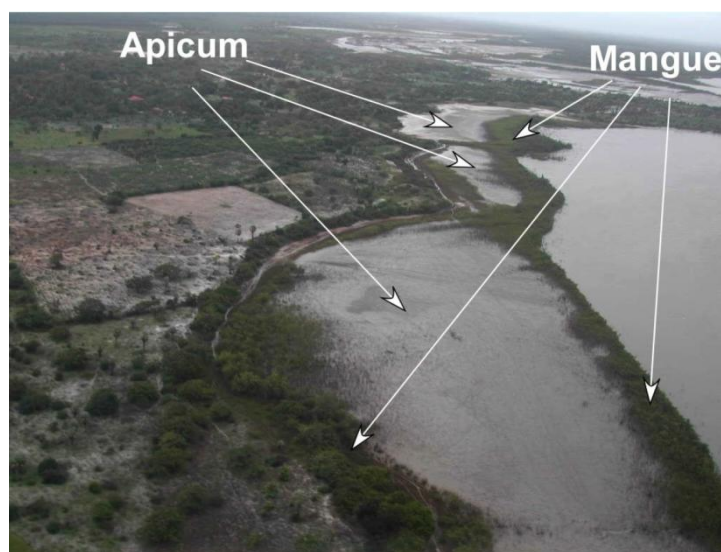


Figura 1: Esquema ilustrativo de los principales procesos ocurientes en el ecosistema manglar. Fuente: elaboración propia.

### 1.1.4 Geomorfología

Como principales agentes geomorfológicos se encuentran las marismas (apicum) situadas entre los bosques de manglar, los canales de marea, las gamboas, las dunas y las planicies aluviales; que mediante el intercambio de materia forman un proceso dinámico en el ecosistema manglar (Meireles *et. al.*,2008). A continuación se definen algunos de estos conceptos y las interrelaciones que se producen entre todos ellos, dando lugar al manglar de esta zona.



**Ilustración 3: Diferenciación geomorfológica del manglar. Fuente: Meireles et al. 2008.**

Para empezar, es importante entender lo que se denomina apicum, palabra utilizada por los habitantes de la zona y que será usada de ahora en adelante debido a su fuerte significado para las comunidades tradicionales. De forma estricta, apicum en tupi guaraní significa manglar, o pantano de agua salada; sin embargo en este caso, apicum se refiere a planicies de marea asociadas al ecosistema manglar. Éste presenta una fisionomía plana, afectada por las oscilaciones de las mareas y por el agua dulce durante los eventos de inundaciones fluviales y exutorios de acuíferos. Esta unidad ambiental, cuando inundada se ve sometida a reacciones ambientales vinculadas con los procesos de sedimentación (decantación de los sedimentos y producción de biodetritos), morfológicos (dinámica de los canales de mareas asociados) y ecológicos (producción y distribución de nutrientes). Debido a no presentar una

cobertura vegetal expresiva, se comporta como área de baja turbidez, proporcionando una camada de agua fótica esencial para una amplia franja de organismos de la cadena trófica. Durante los intervalos de marea baja, sobre su superficie reposa una capa de microorganismos (algas y bacterias) resguardando la base de la cadena trófica. La fauna encuentra en el apicum lugares de reposo, alimentación y reproducción (Meireles *et. al.*, 2008).

Otro término importante a tener en cuenta son los canales de marea, identificándose como brazos estrechos de mar que se extienden tierra adentro. El término gamboa se refiere a los canales de marea asociados al bosque de manglar (Meireles *et. al.*, 2008), siendo precisamente alrededor de estas donde se desarrolla la vegetación.

Como se ha dicho anteriormente, el manglar se caracteriza por ser un ecosistema dinámico, presentando intercambios de materia y energía entre sus diversas unidades (y también los ecosistema adyacentes). Como principales relaciones entre las unidades geomorfológicas se encuentra que los flujos de sedimentos, promovidos por la acción de olas, mareas, vientos y aportes fluviales a lo largo de las planicies costeras, promueven la construcción de bancos de arena en los canales estuarinos. Mediante la interacción hidrodinámica, se produce un transporte de sedimentos provocando que parte de este banco de arena evolucione a sectores de apicum, que posteriormente actuarán como unidades de expansión del bosque de manglar. Cuando asociados al origen de flechas de arena en la desembocadura de los estuarios, se observa una interferencia en la dinámica morfológica y batimétrica de los canales de marea internos, promoviendo el desvío y entierro de las gamboas, y por tanto recubriendo áreas con vegetación del manglar, dando origen finalmente a sectores de apicum. Por lo tanto se observa una gradación de apicum a bosque y viceversa. En gran parte de los estuarios del nordeste brasileño la aportación de arena en la hidrodinámica estuarina también ocurre por intermedio del flujo eólico, cuando los campos de dunas migran en la dirección de los canales estuarinos, crean bancos de arena que también evolucionan a sectores de apicum. Los campos de dunas localizados en las proximidades del manglar también regulan la disponibilidad de agua dulce a

través de sus exutorios en la dirección del canal estuarino (Meireles *et.al*, 2001, 2008).

Por tanto, las derivas litoráneas y eólicas de los sedimentos junto con los flujos hidrodinámicos asociados (hidrología subterránea y superficial, dinámica de mareas), promueven y regulan (Meireles *et. al.*, 2008).

### 1.1.5 Flora

En la zona de estudio, se observan cinco especies arbóreas de manglar: *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erecta* (Meireles *et. al.*, 2008); variando tramos de bosque monoespecíficos, así como tramos donde todas ellas coexisten. Todas estas especies arbóreas se caracterizan por presentar mecanismos de adaptación al medio intermareal, como la presencia de raíces aéreas o de mecanismo de resistencia y tolerancia a la sal.

Según el gradiente de establecimiento de la vegetación, se encuentra en primera línea el manglar rojo (*Rhizophora mangle*) (Figura.2) en contacto directo con el agua, característico por sus raíces aéreas arqueadas. Estas permiten una sedimentación de materia orgánica e inorgánica presente en la columna de agua, formando un suelo de granulación muy fina que puede extenderse y servir de substrato para otras plantas, actuando por tanto como agente geomorfológico (Burriel, 2012). Siguiendo esta franja de manglares rojo se encuentran los manglares negros (*Avicennia germinans* y *Avicennia schaueriana*) (figuras 3 y 5), característicos por los neumatóforos (raíces que crecen de forma vertical por encima del nivel de la marea), para suministrar aire a la planta; y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) (Figura. 4). Finalmente, ya en la zona fuera del alcance de las mareas diurnas se encuentra el mangle botón (*Conocarpus erecta*) (Meireles *et. al.*, 2008).

## Especie: *Rhizophora mangle*

**Nombre común:** Mangle rojo

**Género:** *Rhizophora*

**Familia:** Rhizophoraceae

**Clima:** zonas tropicales y subtropicales secas, húmedas y muy húmedas.

- Alcanza su máximo desarrollo en las zonas más húmedas.
- Gran variedad de regímenes de precipitación, desde menos de 800 mm hasta 10000 mm por año
- Restringida a regímenes de temperatura entre 21 y 30 °C.

### Suelos y topografía:

- crecen mejor en las partes más bajas de los terrenos pantanosos, en donde el agua se encuentra en un movimiento continuo y en los suelos con un nivel alto de saturación de agua y con unas inundaciones por las mareas de alta frecuencia e intensidad.
- Los suelos que se forman bajo los mangles rojos se caracterizan por un pH alto, una relación de carbono a nitrógeno alta y unos altos contenidos de azufre, nitrógeno, fósforo y carbono oxidable.

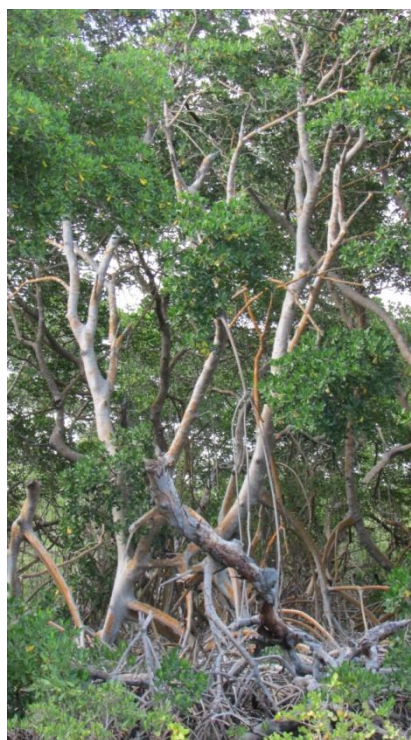


Ilustración 4. *Rhizophora mangle*.  
Fuente: elaboración propia.

### Cobertura forestal asociada:

- por lo usual asociado con otras especies de mangle de géneros *Avicennia*, *Laguncularia* y *Rhizophora*

### Adaptaciones morfológicas:

- Rizóforos, y lenticelas que auxilian la obtención de aire y nutrientes.
- Sistema fisiológico que posibilita filtrar el agua salada por medio de absorción de las sales por las raíces, permitiendo regular los niveles de concentración interna de sales en la planta.
- Es una especie vivípara: desprende su fruto únicamente después de la germinación como plántula. Dispersión hecha por hidrocoria (semillas transportadas por la dinámica de mareas), con una elevada capacidad de fluctuación, de permanencia en las aguas, y se fijan en áreas debajo de los árboles adultos.

### Altura:

- 20 m de altura en las áreas más conservadas de la zona de estudio.

Figura 2. Ficha resumen de especies: *Rhizophora mangle*. Fuente: Jiménez & Lugo, 1985; Meireles et al, 2008.



## Especie: *Avicennia germinans*

**Nombre común:** Manglar negro

**Género:** *Avicennia*

**Familia:** Acanthaceae

**Clima:** zonas tropicales y subtropicales secas, húmedas y muy húmedas; con un amplio espectro de precipitación (desde 800 a 7000 mm por año).

**Suelos:** arenosos, cenagosos o arcillosos.



Ilustración 5: *Avicennia germinans*. Fuente: elaboración propia.

- Crece en áreas inundadas por la marea con aguas saladas o salobres.
- Se le suele encontrar en arcillas fuertemente oxidadas o en suelo con altas concentraciones de pirita.
- Puede crecer en suelos cuya salinidad varía entre 0 y 100 partes por mil (ppt)

### Cobertura forestal asociada:

- puede encontrarse en rodales puros o en una asociación estrecha con otras especies de mangle dentro de su distribución.
- En los bosques donde las salinidades son de alrededor de 30 a 40 ppt, el mangle negro crece con el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), si las salinidades del suelo son de más de 50 ppt, el mangle negro es dominante.

### Adaptaciones morfológicas:

- raíces respiratorias
- Semiviviparidad de sus frutos como estrategia de dispersión (realizada por el flujo de aguas).
- Excreción de sal a través de glándulas especializadas.

### Altura:

- pueden llegar hasta los 30 m de altura.
- en la zona de estudio alcanzan los 18 m de altura.

### Datos adicionales:

- Tolera un gran espectro de salinidad del suelo.
- Se considera como un estabilizador de los suelos.
- Considerada como especie pionera.
- Comúnmente delimita el contacto entre el sector de cobertura arbórea con el apicum.

Figura 3. Ficha resumen de especies: *Avicennia germinans*. Fuente: Jiménez & Lugo, 1985; Meireles et al, 2008.

## Especie: *Laguncularia racemosa*

**Nombre común:** Mangle blanco

**Género:** Laguncularia

**Familia:** Combretaceae

**Clima:** zonas tropicales y subtropicales secas, húmedas y muy húmedas; con un amplio espectro de precipitación (desde 800 a 7000 mm por año).

**Suelos:** arenosos, cenagosos, arcillosos.

- Crece en áreas inundadas por la marea con aguas saladas o salobres.
- Puede crecer en suelos cuya salinidad varía entre 0 y 90 partes por mil (ppt), pero prefiere suelos con salinidades de entre 15 y 20 ppt. Su crecimiento de ve reducido a unas salinidades del suelo altas, de más de 50 ppt



**Ilustración 6: Laguncularia Racemosa. Fuente: Elaboración propia.**

### **Cobertura forestal asociada:**

- por lo usual asociado con especies de los géneros Avicennia y Rhizophora.
- Coexiste con el mangle prieto en suelo con salinidades de 30 a 40 ppt. En suelos con baja salinidad el mangle blanco es la especie dominante.

### **Adaptaciones morfológicas:**

- Neumatóforos.
- Semiviviparidad de sus frutos como estrategia de dispersión (realizada por el flujo de aguas).
- Excreción de sal a través de glándulas especializadas en la base de la lámina de la hoja.

**Altura:** promedian entre 10 y 15 m de altura. Pueden exceder los 25 m de altura.

- Lleg a alcanzar 15 m de altura en la zona de estudio

### **Datos adicionales:**

- Incidencia de viviparidad en estos frutos menor que la de otras especies de mangle.
- Considerada como especie pionera
- Comúnmente delimita el contacto entre el sector de cobertura arbórea con el apicum.

**Figura 4. Ficha resumen de especies: Laguncularia racemosa. Fuente: Jiménez & Lugo, 1985; Meireles et al, 2008.**

## Especie: *Avicennia schaueriana*

**Nombre común:** Manglar negro

**Género:** *Avicennia*

**Familia:** Acanthaceae

**Clima:** zonas tropicales y subtropicales secas, húmedas y muy húmedas; con un amplio espectro de precipitación (desde 800 a 7000 mm por año).

**Suelos:** arenosos, cenagosos o arcillosos.

- Crece en áreas inundadas por la marea con aguas saladas o salobres.

**Cobertura forestal asociada:**

- puede encontrarse en rodales puros o en una asociación estrecha con otras especies de mangle dentro de su distribución.

**Adaptaciones morfológicas:**

- raíces respiratorias
- Semiviviparidad de sus frutos como estrategia de dispersión (realizada por el flujo de aguas).
- Excreción de sal a través de glándulas especializadas.

**Altura:**

- en la zona de estudio alcanzan los 18 m de altura.

**Datos adicionales:**

- Tolera un gran espectro de salinidad del suelo.
- Comúnmente delimita el contacto entre el sector de cobertura arbórea con el apicum.

Figura 5. Ficha resumen de especies: *Avicennia schaueriana*. Fuente: Jiménez & Lugo, 1985; Meireles et al, 2008.

### 1.1.6 Fauna

Factores bióticos presentan una relevancia considerable a la hora de modelar la estructura de la vegetación de los bosques de manglar, así como de los procesos ecológicos relacionados. De hecho, algunas especies pueden llegar a ser considerados como ingenieras del ecosistema. Este sería el caso principalmente de los cangrejos, interviniendo en los flujos de energía del manglar mediante la retención de materia, o influenciando en la estructura del bosque por el consumo de hojas y propágulos, o el efecto que provocan sus agujeros en la química de los sedimentos y en la productividad del bosque (mejora aireación del suelo y reduce niveles de salinidad). Otros invertebrados cobran importancia, como los moluscos, contribuyendo sobretodo en la dinámica de nutrientes, contribuyen también en la retención de producción primaria en el sistema, y consumiendo tanto las hojas caídas como el barro (compuesto básicamente por hojarasca en descomposición de los manglares), así como por la capacidad de algunos para capturar materia en suspensión de varios orígenes. El papel de los moluscos se vuelve relevante debido a la gran cantidad de biomasa que estos pueden llegar a representar en los manglares, pero también por la diversidad de niveles que ocupan en la cadena trófica (Cannicci *et. al.*, 2008).

La ictiofauna es otro de los componentes biológicos principales del medio acuático del manglar. Su distribución depende de las oscilaciones de salinidad hídrica relacionadas con las mareas y los periodos de lluvia o sequía. Hay una gran presencia de peces marinos y de agua dulce que buscan este hábitat para alimentarse o reproducirse.

Finalmente solo una pequeña parte de las aves es característica de los manglares. Tanto esta como las aves migratorias usan este ecosistema como abrigo y refugio y por la disponibilidad de nutrientes.

En la tabla 1 se indican las especies identificadas por Meireles *et. al.* (2008) con la ayuda de los habitantes de la comunidad, en el manglar de la zona de Curral Velho.

Tabla 1. principales especies presentes en el manglar de Curral Velho.

	Nombre científico	Nombre común
<b>Moluscos</b>	<i>Anomalocardia Brasiliiana</i>	Búzio
	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	Ostra
	<i>Donax striatus</i>	Intã
	<i>Neritina virgínea</i>	Buzinho
	<i>Phacoides pectinatus</i>	Rapacoco
	<i>Tagelus plebeius</i>	Picholeta
<b>Artrópodos</b>	<i>Callinectes affinis</i>	Sirí
	<i>Callinectes bocurte</i>	Cicié
	<i>Callinectes danae</i>	Sirí
	<i>Cardisoma guanhumi</i>	Guaíamum
	<i>Euritium limosum</i>	Mão no olho
	<i>Goneopsis cruentata</i>	Aratu
	<i>Macrobachium sp.</i>	Camarão
	<i>Macrobrachium acanthurus</i>	Camarão
	<i>Panopeus sp.</i>	Mão no olho
	<i>Pennaeus schmittii</i>	Camarão
	<i>Sesarma rectum</i>	Mochila
	<i>Uca lepectila</i>	Cicié
	<i>Uca maracoani</i>	Cicié
	<i>Uca rapax</i>	Cicié
	<i>Uca thayeri</i>	Cicié
	<i>Ucides cordatus</i>	Caranguejo uçá
<b>Ictiofauna</b>	<i>Diapterus sp.</i>	Carapeba
	<i>Eucinostomus sp.</i>	Carapicu
	<i>Mugil curema</i>	Tainha
	<i>Mugil lisa</i>	Coípe
	<i>Mugil spp.</i>	Saúna
	<i>Tachysurus sp.</i>	Bagre
<b>Avifauna</b>	<i>Aramides mangle</i>	Saracura do mangue
	<i>Conirostrumbicolor</i>	Sibite do mangue
	<i>Rallus nigricans</i>	Saracura preta

Fuente: elaboración propia con datos de Meireles et. al., 2008.

Así pues, a grandes rasgos, el ecosistema depende directamente de los procesos biológicos, sedimentarios e hidrodinámicos que se desarrollan en los sectores de vegetación de manglar, apicum, canales de mareas, bancos de arenas y gamboas; todos ellos interrelacionados por los flujos de materia y energía. A través de la dinámica de las mareas y de la producción y dispersión

de nutrientes, mantiene, regula y diversifica la biodiversidad local. Este soporte de biomasa y la complejidad de hábitats se relacionan con las actividades de subsistencia de las comunidades tradicionales (pescadores, marisqueiros, indios y agricultores) y provocan la interdependencia entre los conjuntos de hábitats del ecosistema manglar (Comisión de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2005).

### 1.1.7 Servicios ecosistémicos

La tabla 2 muestra los servicios ecosistémicos (SE) identificados y aporta una breve descripción de las siguientes categorías de servicios: categoría de regulación, servicios de hábitat, servicios de producción y servicios culturales.

Tabla 2. Servicios Ecosistemicos del manglar.

Servicios del ecosistema manglar.	
Categoría de regulación	
Servicio	Descripción del servicio
Regulación/Producción de gases	Regulación de la composición química atmosférica (balance de CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> ; Niveles de SO <sub>2</sub> ).
Regulación del clima	Temperatura global, precipitación y otros procesos biológicos mediadores de fenómenos climáticos locales y globales (regula el efecto invernadero).
Suplemento de agua	Almacenamiento y retención de agua (dinámica de los acuíferos y reservorios hídricos).
Protección de la costa contra de extremos	Amortiguación de las respuestas ecosistémicas asociadas a las fluctuaciones ambientales (protección contra tormentas, control en la producción de sedimentos finos y variabilidades ambientales controladas por la estructura de la vegetación).
Regulación hidrológica	Regula los flujos hidrológicos integrados con la cuenca hidrográfica (agua para las actividades agrícolas y industriales, transporte);
Amortiguación de las consecuencias previstas por el calentamiento global	Los sistemas estuarinos actúan como sistemas responsables por la manutención de las propiedades amortiguadoras de los efectos proyectados por el aumento de la temperatura media y subida del nivel del mar.
Suplemento de agua	Almacenamiento y retención de agua (dinámica de los acuíferos y reservas hídricos).
Control de erosión y retención de sedimentos	Conservación del suelo dentro del ecosistema (prevención de deslizamientos y otros procesos de remoción de materiales).
Formación de suelos	Proceso de formación del suelo (intemperismo de rocas y acumulación de materia orgánica).
Ciclaje de nutrientes	Almacenamiento, reciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes (fijación de N, P e otros elementos del ciclo de nutrientes).

Disipador de materia y energía	Recuperación, remoción y control del exceso de nutrientes y compuestos orgánicos (control de contaminantes).
Polinización	Movimiento de gametos para la reproducción de poblaciones;
Regulación de la biodiversidad	Interacciones biológicas entre organismos y con los componentes abióticos de los ecosistemas.
<b>Servicios de hábitat</b>	
<b>Servicio</b>	<b>Descripción del servicio</b>
Refugio	Hábitat para poblaciones residentes y migratorias (lugar de paso y abastecimiento de aves migratorias).
<b>Servicios de producción</b>	
<b>Servicio</b>	<b>Descripción del servicio</b>
Producción de alimento	Parte de la producción primaria bruta transformada en alimento (peces, moluscos, crustáceos y actividades de subsistencia).
Producción primaria	Parte de la producción primaria bruta transformada en materia prima (madera, combustible e forraje).
Recursos genéticos	Producción de materiales y productos biológicos para medicina, material científico, obtención de genes resistentes a las plagas y especies ornamentales.
<b>Servicios Culturales</b>	
<b>Servicio</b>	<b>Descripción del servicio</b>
Recreación/ Turismo	Oportunidades para actividades de ocio: ecoturismo, pesca deportiva y otras actividades al aire libre, etc.
Paisaje	El sistema manglar compone el paisaje costero.
Inspiración para cultura y arte	Los manglares son motivo e inspiración para creaciones artísticas.
Espiritual	Muchas comunidades de pescadores e indígenas reconocen el manglar como espacio sagrado.
Ciencia y educación ambiental	Son importantes espacios para el desarrollo de investigaciones científicas y acciones de educación ambiental.

Fuente Queiroz et al, 2014

El manglar estudiado como un ecosistema diverso, complejo y uno de los más productivos del planeta, aporta un elevado número de funciones y servicios (tabla 2) que, cada vez más sectores afirma que hay una estrecha relación entre ellos y el bienestar humano.

Los manglares proporcionan un gran número de bienes y servicios, y poseen una variedad de atributos de valor para la sociedad, como por ejemplo la producción de alimento o la amortiguación de las consecuencias previstas por el calentamiento global (Barbier, 1993).

Estos ecosistemas proporcionan servicios ecosistémicos (SE) que son las condiciones y procesos que sostienen y satisfacen las sociedades humanas (MEA, 2005; Daily, 1997; Constanza et al, 2007). Se definen como “los beneficios que dan los ecosistemas para hacer la vida de la humanidad no solo

físicamente posible, sino también digna de ser vivida” (Constanza, 2000; MEA, 2003).

Estos SE incluyen la protección contra las inundaciones, producción de nutrientes, procesamiento de la materia orgánica, control de sedimentos, albergue permanente y temporal de especies de valor comercial, foco de alta biodiversidad y, estabilizadores y protectores de la zona costera (Spalding et al., 2010).

Esta definición de SE es sencilla en relación con la enorme complejidad de procesos y estructuras necesarias para que un servicio ecosistémico se produzca. Hace explícito el vínculo entre los sistemas biofísicos y los sistemas humanos, sistemas complejos que interactúan de forma dinámica con los ecosistemas (MEA, 2005; Balvanera & Cotler, 2009.).

Estos servicios ecosistémicos son los beneficios por los cuales el ecosistema manglar y sus especies sostienen directa o indirectamente la calidad de vida de los seres humanos (Daily 1997, MEA, 2003).

Ellos pueden incluir servicios de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos (Aguirre Muñoz, A., R. & Mendoza Alfaro et al. 2009). Se pueden observar estos diferentes servicios en la tabla 2.

El conjunto de SE prestados a la sociedad son transformados (impactos socioambientales), como consecuencias directas en la prosperidad de la sociedad i no solamente en su economía, sino también en la salud, influenciando directamente al nivel de bienestar social (Montes & Salas 2007; MEA, 2005).

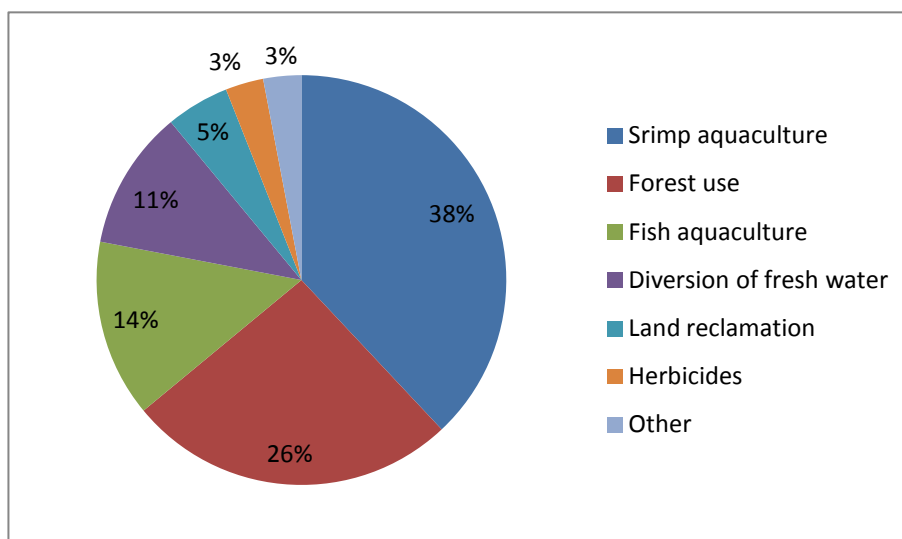
Varios autores han calculado que, por lo bajo, el aporte económico de los servicios ecosistémicos producidos por los manglares para el desarrollo económico de las regiones costeras tropicales es de unos US\$ 1.6 billón al año, estimándose que casi el 80% de las capturas de peces mundiales en zonas costeras tropicales son directa o indirectamente dependientes de los manglares al haber una estrecha conexión con los sistemas de arrecifes coralinos (Constanza, 1997; Field, 1998; Ellison, 2008 y Polidoro, B. A. 2010).



A pesar de la legislación diseñada para protegerlos, los humedales siguen figurando como un ecosistema degradado y se están perdiendo a un ritmo alarmante (Turner et al, 2000).

### 1.1.8 Amenazas

Actualmente el manglar es uno de los ambientes tropicales más amenazados del mundo, en las últimas dos décadas ha perdido al menos un 35% de su área (Meireles *et al.*, 2008). Se estima que el manglar está desapareciendo a un ritmo del 1 a 2% por año. Esta pérdida está ocurriendo en prácticamente todos los países con manglar, siendo este ritmo bastante más marcado en países emergentes, donde se encuentran más del 90% de los manglares (Duke *et al.*, 2007). Esta tendencia puede llegar a ser extremadamente perjudicial debido al intercambio de energía y materia proporcionado por el manglar, afectando por ejemplo al aporte de nutrientes en los ya degradados ecosistemas marinos, llegando a representar pérdidas anuales de aproximadamente 4,7 millones de toneladas de pescado, sin contar con los demás recursos y servicios que aun no han sido calculados (Meireles *et al.*, 2008). Mientras áreas de manglar van menguando o fragmentándose, su supervivencia a largo plazo se encuentra en grave peligro, con el riesgo de pérdidas de SE esenciales. (Duke *et al.*, 2007).



**Figura 6: Principales actividades destructivas del manglar y % del área perjudicada. Fuente: IUCN 2007.**

En Brasil, a pesar de estar bajo protección legal, siendo Áreas de Protección Permanente, los manglares también van siendo paulatinamente reducidos tanto por acción directa (deforestación, ocupación con fines residenciales, turísticos y acuícolas) o indirectos (contaminación de los flujos fluviales) (Moura *et. al.*, 2009), siendo la camaronicultura uno de los principales motivos de la destrucción del manglar (Meireles *et. al.*, 2008).

La creciente presión causada por el desarrollo urbano e industrial a lo largo de la costa, combinados con el cambio climático y elevación del nivel del mar, urgen la necesidad de conservar, proteger, y restaurar las zonas intermareales. Son por tanto necesarias estructuras de gobierno efectivas, políticas de riesgo socioeconómicos, y estrategias educativas, como herramientas para invertir esta tendencia a la pérdida de manglar, y asegurar que las futuras generaciones disfruten de los SE proporcionados por este valioso ecosistema. (Duke *et. al.*, 2007).

### 1.1.9 Legislación

En el ámbito legal, se han desarrollado una serie de instrumentos internacionales para promover la conservación y la gestión de los ecosistemas de humedales y para abordar categorías ambientales específicas. Los dos instrumentos principales son: el Protocolo sobre *Specially Protected Areas and Wildlife* (SPAW Protocol), la Convención de Cartagena y la Convención Internacional de Ramsar. (García & Tapia, 2012)

- Protocolo SPAW a la Convención de Cartagena: es uno de los instrumentos jurídicos más importantes del Programa Ambiental del Caribe, se refiere específicamente a la creación de áreas protegidas y contiene una serie de medidas de protección que pueden ser adoptadas por las partes que cumplan con los objetivos del Protocolo. Con la excepción de Brasil, todos los países estudiados son partes en el Protocolo SPAW.
- La Convención de Ramsar: tiene como objetivo frenar la invasión y la pérdida de los humedales para garantizar su conservación, mediante la combinación de políticas nacionales de futuro y acciones coordinadas internacionales.

En Brasil, las zonas costeras y estuarios son considerados como Áreas de Protección Permanente (APP) por el Código Forestal Brasileño (Brasil. Ley n. 4.771, 1965), pero cuando esta ley se definió, el término manglar se refería únicamente a la vegetación. Más adelante, otros documentos (Brasil. CONAMA n° 303, 2002) redefinieron el término “manglar”, incluyendo las zonas de apicum en el ecosistema (Moura *et. al.* 2009).

Por lo tanto si se siguiera la descripción estricta, deberían incluirse las zonas de apicum en las APP. Sin embargo, la SEMACE (Superintendência Estadual do Meio Ambiente), basándose en la resolución COEMA n° 2/2002, ha ido permitiendo la utilización de estas áreas para la implantación de emprendimientos. Tal resolución ya presenta una incongruencia desde el inicio, por tener una definición inadecuada del apicum (Comisión de medio ambiente y desarrollo sostenible, Brasil, 2005):

“art 1º...

*XI- Apicum: es el ecosistema de estadio sucesorio tanto de manglar como de marisma, donde predominan suelos arenosos y terrenos elevados que impiden la cobertura de los suelo por las mareas”.*

Esta situación hace con que en el Estado de Ceará diversos emprendimientos hayan sido impulsados sobre tales áreas (como es el caso de las fincas de Curral Velho). Sin embargo, según los estudios (Meireles et al, 2008) los apicums presentan una relación directa con el bosque de manglar u por tanto forma parte del ecosistema manglar, debiéndose incluir en las APP, y prohibiendo por tanto la implantación de viveros destinados a la acuicultura,



## **2. Análisis del vector**



## 2.1 Localización

Curral Velho es una comunidad tradicional situada en la región litoral-nordeste de Brasil, concretamente en el municipio de Acaraú, estado de Ceará. Este municipio tiene una superficie de aproximadamente 842 km<sup>2</sup> y 53 km de costa.

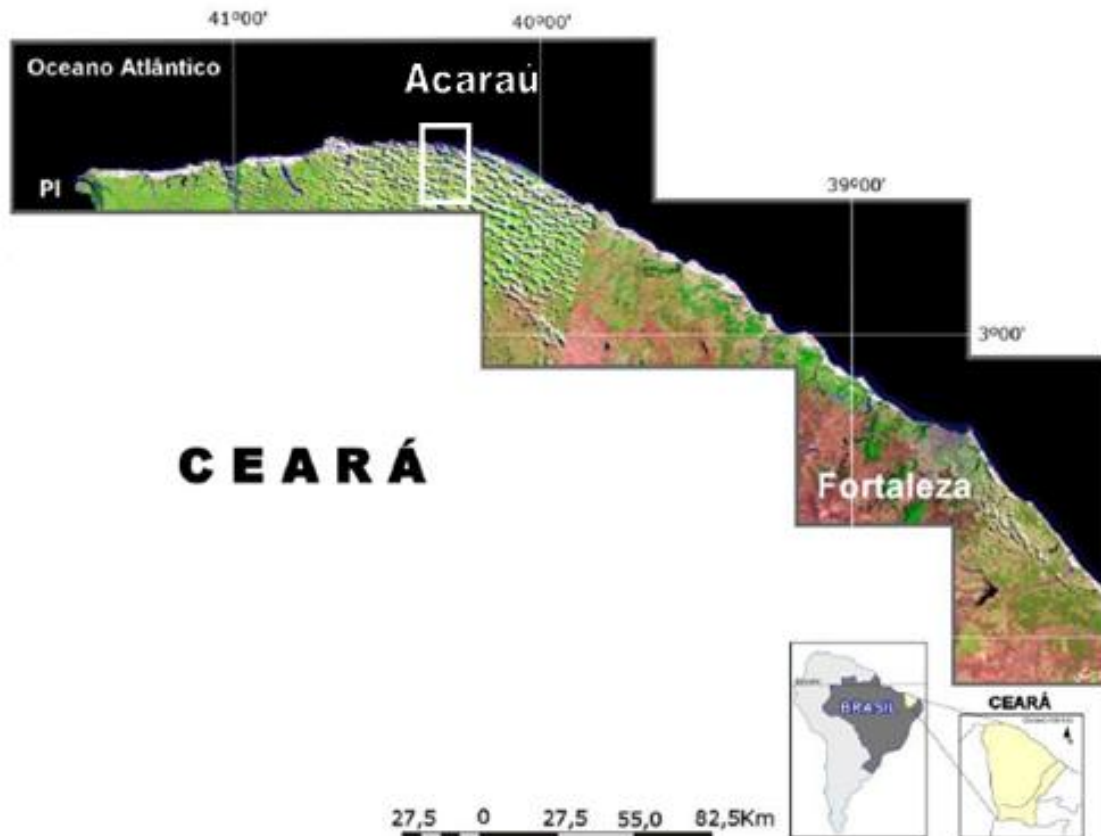


Ilustración 7: Localización del área de estudio. Fuente: modificado de Queiroz et. al., 2007

Esta comunidad está delimitada por el océano atlántico en el norte, y los municipios de Acaraú y Itarema, al Oeste y al Este respectivamente. Des de ambos municipios se puede llegar a la comunidad en transporte privado, moto-taxi o taxi. Acaraú dispone de una estación de autobuses por lo que mantiene una buena comunicación con la capital del estado, Fortaleza, que se encuentra a 250 Km de distancia.

## 2.2 Clima

Para definir el clima de la comunidad se utilizará la clasificación climática de Köppen-Geiger<sup>1</sup>. A partir de la BD-City.com, 2012 podemos determinar que pertenece al grupo Aw. La primera letra mayúscula define un clima tropical caracterizado por unas temperaturas mensuales siempre superiores a 18°C (temperatura media de la comunidad entorno a los 26°C - 28°C, con poca variación durante el año por lo que el invierno es ausente) y unas precipitaciones anuales superiores a la evaporación. La segunda letra hace referencia al régimen de precipitaciones. La w describe un régimen propio de la sabana con una estación seca en invierno. Por ese motivo, el período de lluvia se concentra entre enero y junio, y los meses más lluviosos son marzo y mayo (precipitación anual media en Acaraú es de 1039,3 mm). La precipitaciones anuales son influenciadas por la acción de la Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT) que es la célula atmosférica dónde se encuentran los vientos alisos de los dos hemisferios los cuales son los principales factores de circulación atmosférica (Burriel, 2013; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos).

En el mapa que se muestra a continuación (ilustración 8), se puede observar la distribución de los climas en la parte noroeste de Ceará.

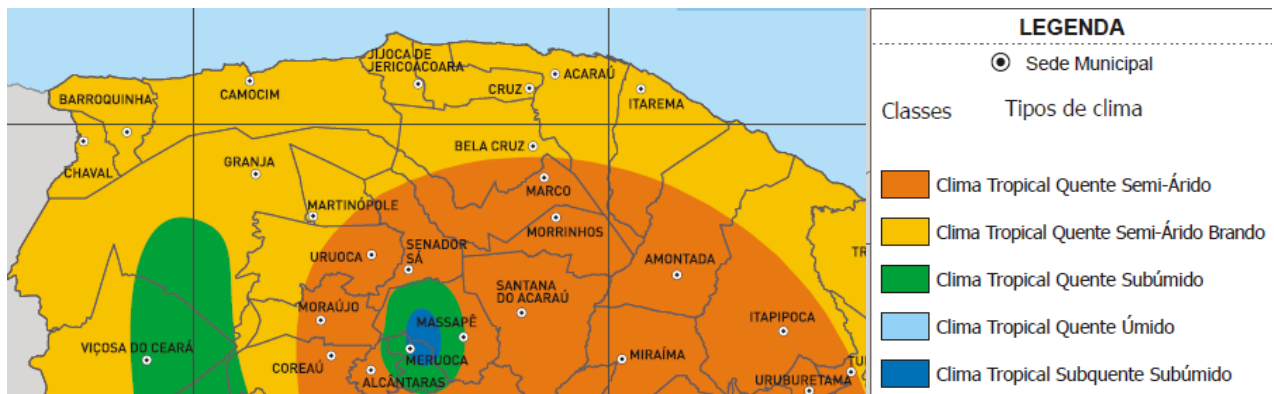


Ilustración 8: Distribución climática en Ceará. Fuente: Instituto de Pesquisa e Estrategia Econômica do Ceará.

<sup>1</sup> Clasificación climática creada por W. Köppen en 1884 y revisada posteriormente por R. Geiger, describe cada tipo de clima con una serie de letras que indican el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones.

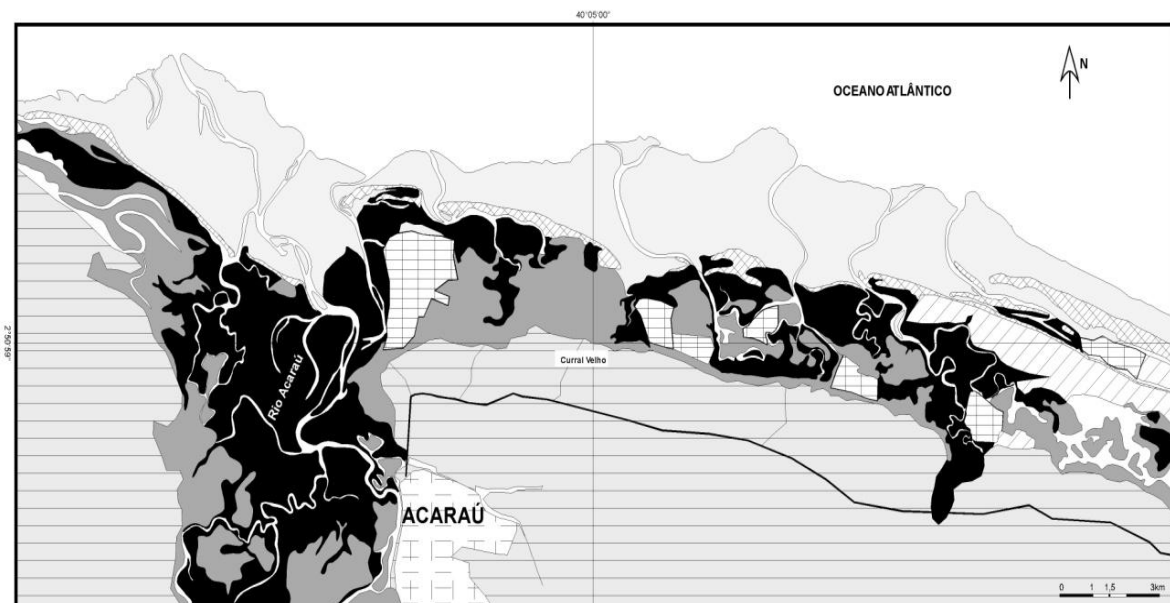


### 3.3 Hidrología

La comunidad se encuentra en la cuenca hidrográfica del río Acaraú. Este está situado al Oeste de la comunidad, abastece al 10% del estado de Ceará (unos 25 municipios) y tiene una capacidad de almacenamiento de 170 Km<sup>3</sup>. Se extiende por una superficie 14500 Km<sup>2</sup> (Valdirene y Satander, 2008) y tiene una longitud de 320km, dónde el régimen pluviométrico es de 873 mm. Estos aspectos favorecen a que el potencial hidráulico de la bacía del río Acaraú sea de 12,6 billones de m<sup>3</sup> (IBI *Engenharia Consultiva S/S*, 2010).

### 2.3 Geomorfología y geología

La geomorfología de la zona de estudio está compuesta por manglar, *gamboas*, dunas y playa. Podemos destacar el manglar como la insignia de la comunidad, con su flora y fauna típica (Red Tucum, 2011).



#### ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS, GEOLÓGICOS E ECOSISTEMA MANGUEZAL

- Bancos de arena - submersos durante a maré alta, originando um complexo sistema de delta de maré. Associados à dinâmica imposta pela aportação de sedimentos do sistema estuarino e deriva litorânea. Superfície plana com canais de maré. Dentro dos canais de maré, orientam a dinâmica morfológica das gamboas e apicum.
- Apicum - unidade do ecossistema manguezal. Superfície plana constituída por sedimentos areno-argilosos ricos em matéria orgânica e restos vegetais de mangue. Repleto de canais de maré e bordado pelo bosque de manguezal.
- Bosque de manguezal - Depósito de mangue, composto por sedimentos argilosos de coloração negra com cobertura vegetal arbórea. Grada lateralmente para os depósitos de apicum, canais de maré, bancos de areia e faixa de praia.
- Flechas de areia - promoveram a origem de ilha-barreira, lagunas e ecossistema manguezal. Superfície plana alongada paralela à linha de costa, constituída por sedimentos arenosos ricos em matéria orgânica e biodetrítos (conchas). Gradam lateralmente para os bancos de areia, delta de maré e faixa de praia.
- Terraços marinhos holocênicos - sedimentos arenosos, ricos em fragmentos de conchas caracterizando antigas linhas de praia, entre o continente a as flechas de areia.
- Formação Barreiras - Depósito plio-pleistocênico constituído por sedimentos tipicamente continentais. Superfície tabular pré-litorânea.
- Canais de maré e gamboas
- Setor urbano
- Fazendas de camarão



**Ilustración 9 spectos geomorfológicos, geológicos y ambientales. Fuente: Impactos Ambientais decorrentes das actividades de camaronicultura ao longo do litoral Cearense. Meireles et. al., 2008.**

La playa de Arpoeiras se sitúa a 2 km de Curral Velho y es considerada la mayor playa seca del país ya que cuando la marea esta baja, se forma hasta 2 km de costa seca.

También encontramos un pequeño campo de dunas móviles localizadas en la playa, estas tienen un papel muy relevante a nivel ambiental ya que su elevado grado de permeabilidad, permite la infiltración y el abastecimiento de las aguas subterráneas. Además, son responsables de equilibrar la dinámica natural de los ecosistemas que las rodean (Montón, Morera y Pla, 2012). La vegetación dunar está constituida básicamente por manglar, *pião*, *ameixa*, *imburana* y *salsa*. En ella viven pájaros, cobras, burros, vacas e iguanas, entre otros (Red Tucum, 2011) y para los pescadores de la comunidad, es un tipo de protección natural que sirve para que el mar no avance y destruya su comunidad.

## 2.4 Las comunidades tradicionales

La denominación de “comunidad” asociado al calificativo “tradicional” se utiliza para designar a los pueblos o al conjunto de personas que están ligadas culturalmente desde hace generaciones. Una comunidad tradicional se define como el grupo humano que mantiene sistemas de conocimiento tradicionales, realiza prácticas a nivel comunitario y se organiza por medio de sus propias costumbres o tradiciones. Los conocimientos tradicionales se definen como el conjunto de conocimientos y el respeto hacia la naturaleza obtenidos a partir del aprendizaje intergeneracional (Pereira y Diegues, 2010).

En general, son grupos sociales que se consolidaron y conservaron su propia cultura, relacionada con la preservación y el uso sostenible del medio ambiente. Tienen una visión distinta de la naturaleza, los modos de producción y de la organización social en comparación a las denominadas sociedades modernas. La colectividad es una de sus características más distintivas y forma parte de los rasgos culturales. En estas sociedades, el hombre no ocupa un lugar central en la tierra, tal y como anuncia la religión, sino que está relacionado directamente con la naturaleza (Caldas, 2004).

A lo largo de la costa Cearense se puede observar un gran número de comunidades tradicionales. La mayoría se caracteriza por tener un estilo de vida directamente relacionado con el mar y el manglar, por lo que resulta ser la base de su identidad cultural.

En relación a la comunidad de Curral Velho, Edimar y Maria cuentan que el inicio de su historia data del año 1902 en la Isla Imburana. Al principio, vivían 15 familias que se dedicaban a la pesca, a la recolección de marisco, a la agricultura y a la ganadería. En esa época, la producción de pescado era tan elevada que los pescadores no tenían que ir a alta mar, capturaban los peces con las embarcaciones cerca de la costa o mediante los *currais*.

A lo largo de toda la costa de Curral Velho se puede observar un gran número de ellos. Según los pescadores de la zona, el nombre de la comunidad se puede atribuir a este hecho. Hay una época en la que los *currais*<sup>2</sup> están viejos y deteriorados, y finalmente caen. Los compradores de pescado que se acercaban a la playa preguntaban: "¿Cómo está o curral?", y los pescadores respondían: "o curral está velho" (el curral está viejo).

Ambos explican que el nivel del mar creció y avanzó por la costa hasta tal punto que los habitantes de la isla se tuvieron que mudar dos veces para acabar instalándose dónde actualmente se encuentra la comunidad.

Durante las primeras 5 décadas, aseguran que la vida no era fácil: los habitantes tenían muchas necesidades, habían de caminar muchos kilómetros para poder comprar harina, la cual habían de repartir una pequeña cantidad entre toda la familia; no había centro de salud ni escuelas por lo que los habitantes eran analfabetos. Aunque eran tiempos difíciles, sólo pasaba hambre quien quería ya que los productos del mar y el manglar estaban al alcance de todos.

Actualmente la comunidad ha sufrido muchos cambios, tanto demográficos como de infraestructuras.

---

<sup>2</sup> Curral: tipo de arte de pesca tradicional. Trata-se de una red fija en la zona intermareal; en el momento que baja la marea los pescadores pueden coger los peces que han quedado atrapados. Arte característico de la zona, de ahí el nombre de la comunidad.

La población de Curral Velho ha ascendido a 707 familias con un total de 2663 personas (Secretaria de Assitencia a Saude Acaraú, 2013). Estas disponen actualmente de escuela y puesto de salud en la comunidad. En 2002 fue fundada la escuela E.E.I.E.F. João Jaime Ferreira Gomes Filho donde se imparte educación infantil, *ensino fundamental* (primaria) y una modalidad de educación para jóvenes y adultos (*Educação de Jovens e Adultos*) y desde agosto de 2006 disponen de centro de salud en la comunidad, concretamente en Curral Velho de Baixo y en él se dan servicios como asistencia pre-natal, consultas para niños y adultos, vacunas o prevención del cáncer ginecológico (Instituto Terramar y Departamento de Geografía de la UFC).

Otro de los cambios que ha sufrido la comunidad es la llegada de una economía intensiva, la camaronicultura. Desde los años 90 la camaronicultura es una actividad económica en expansión y dado que los habitantes de Curral Velho dependen de la preservación de los recursos naturales, ven afectado su modo de vida tradicional por esta nueva actividad que genera unos impactos económicos, ambientales y sociales.

Por ese motivo, a partir del 1999, la comunidad comenzó a movilizarse con la intención de crear diferentes estrategias de conservación del manglar.

Es así como, en 2003, aparece la *Associação de Marisqueiras e Pescadores do Curral Velho* (AMPCV).

Aunque lucharon mucho por sus derechos, en 2004 no consiguieron paralizar la construcción de la granja de camarón *Jolin acuicultura*, situada junto a *Curral Velho de Baixo*, a la izquierda de la carretera que se dirige a la playa de Arpoeiras. Los camaronicultores convencieron a una parte de la población para construir las granjas de camarón a cambio de dinero y 100-200 puestos de trabajo, por lo que quedó poca gente para defenderlo. Según cuenta un pescador de Baixo: *“Vendimos los terrenos de en frente de nuestro jardín porque nos prometieron beneficios (aparte de los beneficios obtenidos de la venta del terreno, nunca se les dio más). En ningún momento nos explicaron todos los problemas que conllevaba la implantación de una granja tan cerca de casa. [un año después de la construcción de la granja de camarones] En lugar de beneficios, todo fueron problemas, se empezaron a morir todas las plantas*

*de mi huerto. No había manera de que creciera nada. Además, los electrodomésticos se empezaron a oxidar”.*

El 7 de setiembre de 2004, se produjo un episodio intolerable caracterizado por la violencia y el abuso hacia los habitantes de Curral Velho contrarios a la acuicultura. Ese mismo día, los empresarios habían aceptado una propuesta de la comunidad para no deforestar el manglar. No obstante, por la noche los vecinos vieron unas máquinas cortando la vegetación. Un pescador de Curral de Baixo muy implicado en la lucha, y 7 personas más (entre ellos había adolescentes) se dirigieron a la zona para evitarlo. El pescador cuenta: “cuando percibieron nuestra presencia, nos empezaron a disparar. Al principio pensábamos que estaban disparando al aire para atemorizarnos pero cuando vi que una bala pasó cerca de mi primo, empezamos todos a correr. Hubo un muerto y la mayoría fuimos torturados (algunos delante de sus hijos)”. Horas más tarde, la policía arrestó a los camaricultores pero en 24h los dejaron en libertad y a fecha del estudio, aún no han sido juzgados. Bolo se queja que las autoridades no se implican en el conflicto y resulta un trabajo muy difícil para la comunidad.

Un pescador de *Baixo* muestra su preocupación al ver que aunque la comunidad conoce los episodios de tortura y violación de los derechos humanos sufridos por algunos vecinos, parte de la población sigue trabajando en la acuicultura, y asegura que muchos no son conscientes de sus efectos negativos. Bolo, espera que sus nietos puedan ir a pescar al manglar para alimentar a sus familias como él lo hizo, sin embargo comenta: “[...] *pero nadie sabe lo que pasará. Nosotros fuimos criados aquí, no fuimos criados en una tienda ni en un banco, no, fue todo aquí* (en la comunidad). *Cuando no es el mar, es el manglar, cuando no es el manglar, es el mar... ¿y si se acaba qué?*”.

Para evitar que no aconteciera lo mismo en el *apicum* situado en Honórios, la comunidad decidió movilizarse y ocupar el territorio antes que los camaricultores. Es por ese motivo que, gracias a la AMPCV y al apoyo de ONGs, organizaciones locales y movimientos sociales, se creó el “*Centro de Educação Ambiental e Turismo comunitario: Encante do Mangue*”. El centro está asociado a la *Rede Tucum (Rede Cearense de Turismo Comunitario)* junto

a otras 10 comunidades costeras para fortalecer el turismo ecológico y comunitario (Véase [www.tucum.org.br](http://www.tucum.org.br)). Desde 2006 tienen un lugar para reunirse y desenvolver proyectos que tuvieran en cuenta el modo de vida tradicional y el respeto con el manglar. Actualmente, se realizan muchas actividades como el turismo comunitario y simboliza la fuerza de la organización comunitaria.

### **3. Diagnóstico del problema: la acuicultura**





### **3.1 La camaronicultura**

La acuicultura es una actividad económica promovida con el objetivo de: alcanzar el crecimiento económico a través de exportaciones de alimentos; disminuir las presiones sobre las poblaciones marinas salvajes; y aliviar la pobreza de regiones en vías de desarrollo (Bardach, 1997; Naylor et al., 2000; Stonich i Bailey, 2000; Costa-Pierce, 2003).

Durante la década de 1970, las extracciones pesqueras se redujeron a causa de la sobrexplotación del medio marino. Con el objetivo de atender a la demanda de los países desarrollados, hubo un alto nivel de industrialización del sector pesquero, provocando la sobrepesca. Como consecuencia, hubo una reducción de los stocks marinos, así como extinciones provocando una crisis pesquera mundial. La acuicultura industrial, surgió como solución a esta crisis (EJF, 2003; Colmenarejo, 2003). La “Revolución Azul”, se presentó por tanto como solución al problema de demanda alimenticia generado por el crecimiento poblacional.

Hoy en día, la acuicultura, se desarrolla en más de 50 países de las zonas tropicales de todo el mundo. Especialmente en Ecuador, Honduras, Sri Lanka, Tailandia, Indonesia, India, Bangladesh, Filipinas y Malasia.

Hay diferentes cultivos acuícolas en función de la especie, el agua o los sistemas de cultivo. Entre ellos se encuentra la cría de camarones en cautividad, conocida como camaronicultura. El proceso de producción y comercialización del camarón consta de tres fases (Montserrat, et al. 2011):

- Fase de crianza: consiste en llevar a cabo el proceso de producción de la cría con un control de los procesos de reproducción y cría de larvas. Esta fase se realiza de forma natural en estuarios y zonas costeras o en laboratorios.
- Fase de engorde: se basa en el cultivo del producto procedente de los laboratorios o recogido del medio natural en un estadio de post-larva, engordando hasta que adquiere el tamaño comercial. Esta siembra se lleva a cabo en estanques cavados con las siguientes metodologías de

cultivo, según el grado de intensificación que puede originar cultivos extensivos, semi-intensivos o intensivos (López, 2007)

- Fase de procesamiento y embalaje: el producto comercial se traslada a plantas industriales procesadoras de pescados y marisco donde es procesado para la venta.

A partir de los años 90 hasta la fecha de hoy, la camaronicultura ha crecido a un ritmo acelerado, pasando de un 3% a un 54% dependiendo de la zona del planeta, siendo en 1997 la responsable del 73,3% de la producción mundial de crustáceos (FAO, 2010). El 99% de la producción camaronera se produce en países en vías de desarrollo, pero la mayor parte de esa producción es exportada a Europa, Japón y EE.UU (Páez-Osuna, 2001; FAO, 2002).

En Brasil, la camaronicultura empezó a ser desarrollada en 1970 en Rio Grande do Norte, a partir del “proyecto camarón”, para estudiar la posibilidad de sustituir la extracción de sal, en esta región, por la producción de camarón. Primero se apostó, como estrategia empresarial, por la utilización de tres tipos de especies: *Penaeus braziliensis*, *Penaeus subtilis* y *Penaeus schmitti*, pero el resultado no fue el esperado y la actividad acabó fracasando, produciendo una fuerte degradación ambiental de las áreas utilizadas.

No fue hasta la década del 1990 cuando empieza a crecer tanto las industrias de camarón como la producción de éstas, debido a la introducción en 1997 de una nueva especie de camarón del pacífico (*Penaeus vannamei*), una especie más fácil de adaptarse en diversos ambientes y cultivos (IBAMA, 2005).

Mientras que en 1997 Brasil era el país número 18 en producción de camarones por medio de la camaronicultura, en 2001 ocupaba la octava posición. Un crecimiento así es difícil de controlar garantizando una actividad sostenible. El estado brasileño fue el responsable de este crecimiento gracias a políticas de desarrollo y al incentivo de la cría de camarones a partir de una lógica de agronegocio (Queiroz, 2013).

En 2001, en el estado de Ceará se encontraban 83 fincas, ocupando un área total de 1.619 hectáreas con una producción total de 11.333 toneladas. En Acaraú, el segundo municipio con más infraestructuras relacionadas a la camaronicultura, se encuentran el 11,4% de éstas (IBAMA 2005, p.105). Este

hecho se debe a que las condiciones climáticas del Nordeste brasileño favorecen el crecimiento óptimo de las camarones, y es por tanto, el emplazamiento elegido por las empresas camaronicultoras.

Según estimaciones recientes, de 1 a 1,5 millones de hectáreas de áreas costeras han sido transformadas en cultivos de camarón, principalmente en China, Tailandia, India, Indonesia, Filipinas, Malasia, Brasil, Ecuador, Méjico, Honduras, Panamá y Nicaragua (Senarath y Visvanathan, 2001). En la mayoría de estos países, el cultivo de camarón ha sido planificado sin reglamentación, sin ordenamiento y el vertiginoso crecimiento en los últimos años ha sido responsable de la degradación secuencial de los sistemas ambientales costeros, principalmente los del ecosistema manglar, con la disminución del flujo de los servicios ecosistémicos producidos por los manglares (Barbier y Strand, 1998; Rönnback, 1999; EJF, 2003; Polidoro et al 2010; Queiroz et al., 2013). El 86,1% de las fincas de Ceará no utilizan sistemas de recirculación del agua. En el río Acaraú, de las 29 infraestructuras en operación, 26 no tienen cuencas de sedimentación y 24 no tienen sistemas para la recirculación del agua (IBAMA, 2005, p.146).

La camaronicultura genera gran cantidad de impactos en el área que se implanta (Figura 7) cuya extensión y magnitud varía en función de la geografía, destrucción de hábitats naturales, métodos de cultivo, capacidad de asimilación de los diferentes ambientes naturales, consumo de agua, generación y tratamiento de efluentes, tipo de sustancias químicas utilizadas y condiciones geológicas y hidrológicas (Senarath y Visvanathan, 2001).

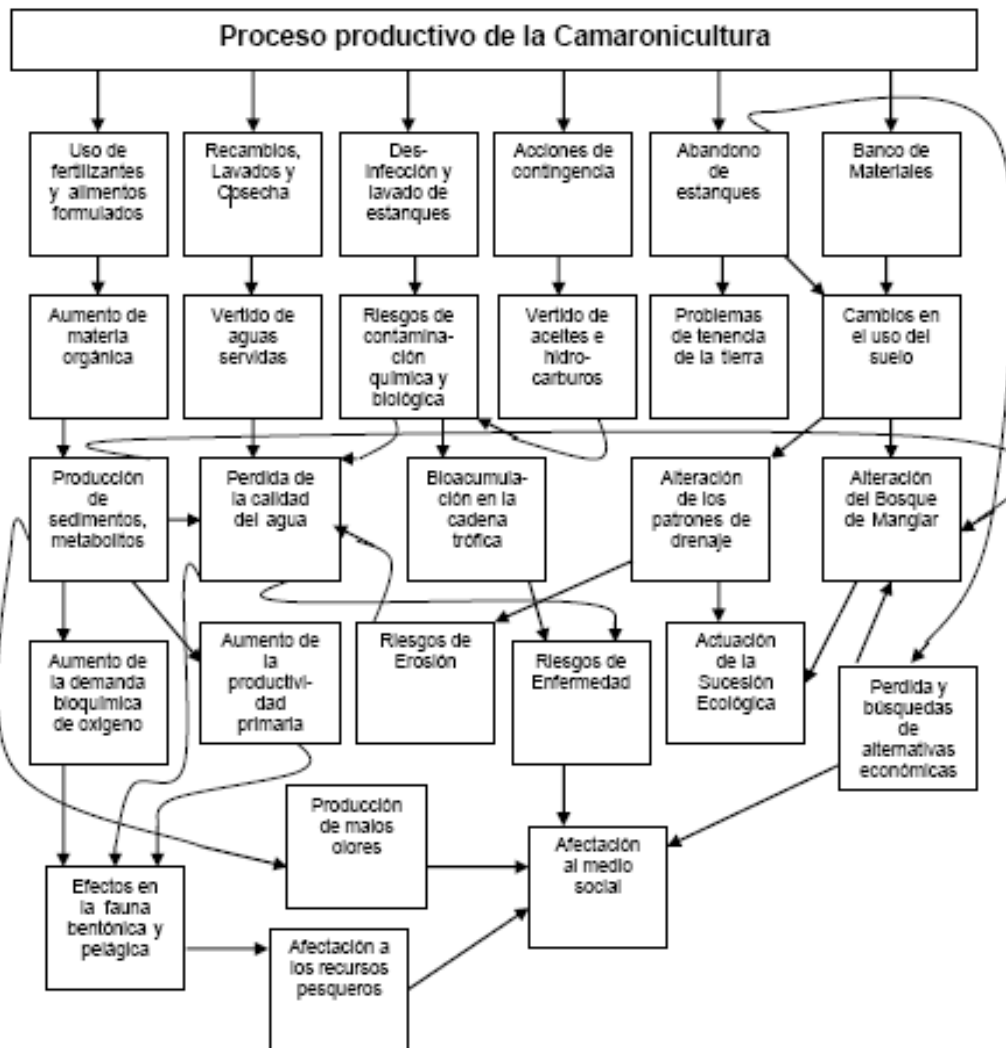


Figura 7: Diagrama de red lineal de los principales impactos ambientales del proceso productivo de camarones. Fuente: Jorge Isaac Flores et al (2007)

Entre 1970 y 1990, más del 70% de los manglares de Brasil fueron destruidos o transformados (Rivera-Ferre, 2009), sin embargo no hay datos concretos, y el verdadero aumento de la producción de camarones no empieza hasta el 1990 (Queiroz et al., 2013).

En estas zonas costeras de Brasil están ubicadas comunidades de pescadores que llevan a cabo actividades artesanales, estableciendo otro tipo de relación con la naturaleza. Estos pueblos identifican, valoran y perciben de diferentes formas los servicios ecosistémicos generados por el manglar, un valor que a largo plazo, ha demostrado ser más valioso que una explotación intensiva que puede durar como mucho 10 o 15 años (Mumby et al., 2002; Aburto-Oropeza et al., 2008) o según otros autores (Alier, J.M., 2007) no más de 5 años.

Aún así, estos valores y usos que las comunidades tradicionales tienen, son poco visibles en el proceso de toma de decisiones para la gestión del ecosistema, produciendo que la transformación de los manglares en fincas de camarones conllevaran graves problemas socioambientales.

Varios autores han estimado que el aporte de los manglares para el desarrollo económico de las regiones costeras tropicales es de unos US\$ 1.6 billones al año en servicios ecosistémicos, estimando que casi el 80% de las capturas de peces mundiales en zonas costeras tropicales son directa o indirectamente dependientes de los manglares (Constanza, 1997; Fiel, 1998; Ellison, 2008 y Polidoro, B.A. 2010).

Como se puede ver, la camaronicultura genera diferentes impactos socioambientales asociados a la tala de los manglares. Esto supone la pérdida de gran cantidad de funciones de estos ecosistemas; como pérdida de sustento para las personas que viven directamente del manglar; reducción de la productividad pesquera a causa de la liberación involuntaria de especies exóticas que compiten con las especies nativas; lanzamiento de aguas residuales sin un tratamiento depurativo previo; y salinización del suelo y subsuelo freático. Se pierden también otras funciones como la defensa costera frente a tormentas; disminución del efecto guardería; y valores estéticos y culturales. Esto demuestra que el manglar es un ecosistema altamente valioso por la cantidad de servicios que ofrece. Por ello existen leyes ambientales específicas que protegen los manglares como ecosistemas de gran valor ecológico, económico y social. Sin embargo, a pesar de haber un reconocimiento global de los beneficios que le generan a la sociedad los procesos de conservación, se siguen transformando los ecosistemas. (Pearce, 2007; Turner y Daily, 2008).

Los gobiernos incentivan la camaronicultura, otorgando concesiones privadas para el cultivo de camarón, mientras se desvalorizan los ecosistemas que estas empresas están destruyendo; básicamente desvalorizados por la no comercialización monetaria en mercados de los bienes y servicios aportados por el ecosistema manglar; y por el poco poder de las comunidades dependientes de este medio. El desarrollo de la industria camaronera ha generado y sigue generando fuertes debates sobre los costes y beneficios

sociales. Se presenta ésta actividad como sostenible y como solución a una creciente demanda alimenticia, pero todos los datos indican que estas industrias no son sostenibles.



**Ilustración 10: Proximidad de las fincas de camarón a Curral Velho de Baixo (izquierda) y a Curral Velho Honórios (derecha). Fuente: Elaboración propia a partir de un ortofotomapa obtenido de IPECE.**

### **3.2 Principales impactos ambientales relacionados con las fases de instalación y operación de las fincas de camarón.**

Los principales impactos ambientales decurrente de las actividades relacionadas con la acuicultura en la zona de Curral Velho y otras comunidades del Estado de Ceará, han sido identificados en el Informe de Inspección técnica de emprendimientos de camaronicultura en el Estado de Ceará, por el grupo de trabajo sobre la camaronicultura (instituido en el ámbito de la Comisión de medio ambiente y desarrollo sostenible de la Cámara de diputados), y a través de reuniones con las comunidades de Curral Velho (Acará/CE), Terra Indígena Tremembé (Itarema/CE), Volta (Fortim/CE) y Barra Velha (Cascavel/CE).

Los emprendimientos visitados fueron varias fincas de camarones distribuidas a lo largo de las cuencas hidrográficas del río Acaraú, Aracatimirim, Coreau y Jaguaribe. El informe, a fecha del 1 de junio de 2004, indica que los principales impactos ambientales generados por los viveros son:

- Deforestación de la vegetación de manglar y supresión de extensas áreas de apicum;
- Fragmentación, pérdida y modificaciones del hábitat y de diversidad genética por la artificialización y extinción de sectores de dominio de las mareas;
- Impermeabilización, compactación y transformación estructural y cualitativa del suelo;
- Pérdida de nutrientes para la base de una compleja cadena alimenticia, a partir de la supresión de áreas de manglar y apicum del ecosistema;
- Alteración en el régimen hídrico, flujo y disponibilidad de agua, con la construcción de diques, canales y vías de acceso en áreas de dominio de las mareas y exutorios de los acuíferos;
- Descargas directas de efluentes en las gamboas.
- Suministro y demanda de agua dulce por la impermeabilización del suelo;

- Bloqueo de la entrada de las mareas en locales antes destinados a esa dinámica, con la extinción de canales sobre el apicum y responsables por la distribución y drenaje de los flujos diarios de mareas;
- Pérdida de biodiversidad a través de la acción conjunta de los impactos ambientales;
- Fueron identificados emprendimientos que suprimen el manglar y provocan interferencias directas en las gamboas (brazos de río o mar relacionados al ecosistema manglar);
- Construcción de taludes muy próximos a la vegetación de preservación permanente, o incluso sobre el manglar fueron constatadas de forma inequívoca, en total incumplimiento de la Ley de Crímenes Ambientales y al código forestal;
- Artificialización de gamboas para la implantación de canales de abastecimiento;
- Prejuicio de las actividades tradicionales de supervivencia de las comunidades locales,
- Asoreamiento y entierro de los canales de marea y sectores de apicum con la deposición del material originados por los terraplenes y actividades relacionadas con a su construcción.
- Subordinación de pequeños productores a los grandes empresarios del sector;
- Conflictos ambientales y sociales para la construcción de terrenos relacionados a las mareas para la construcción de los emprendimientos.

Por aquel entonces se realizó una visita técnica de una de las fincas de camarones localizada en las proximidades de la comunidad, acompañada de una Audiencia Pública realizada el 18 de Julio de 2003 en la Comunidad de Curral Velho *de cima*, donde se estimó la presencia de más de 500 personas. Durante este proceso fueron registradas denuncias de deforestación de manglar (Ilustración 11); amenazas por parte de productores hacia las líderes comunitarios; y demás conflictos relacionados con la intención de los productores de ocupar el apicum y sectores donde la comunidad realiza actividades de pesca y marisqueo.





**Ilustración 11. Construcción de una finca tanto en bosque de manglar como en apicum en la zona de Curral Velho.  
Fuente: elaboración propia.**



## 4. Justificación

Durante las últimas décadas, la camaronicultura ha experimentado un auge a nivel mundial (Meireles et al, 2008); debido principalmente a la creciente demanda, y por tanto, al fuerte incentivo económico que representa (Burford et al, 2003). Como resultado, se ha producido una expansión incontrolada de la producción de camarón en varias regiones costeras en las zonas tropicales; siendo éste uno de los principales motivos de destrucción del manglar (Queiroz, 2014; Alongi, 2002). Por otro lado, la acuicultura, realizada de forma responsable puede suponer un alivio para los stocks salvajes, permitiendo suavizar la presión ejercida en los océanos y mares. Sin embargo, este no es el caso Curral Velho o de Brasil en general; puesto que se parte de la base que la especie de camarón criado (*Penaeus vannamei*) es una especie nativa de la costa oriental del océano pacífico (FAO), y por tanto, invasora en la zona de estudio, acarreando, entre otras cosas, la inviabilidad de un sistema productivo sostenible. Es más, gran parte de las fincas del nordeste brasileño han sido instaladas de forma ilegal, sin ningún tipo de medidas preventivas de impactos ambientales (C.M.A.D.S., 2008), pero también sociales, repercutiendo sobretudo en comunidades tradicionales de pescadores, dependientes en gran medida del ecosistema manglar (Queiroz, 2014). En la zona de estudio, Curral Velho (Acarau, Ceará, Brasil), son varios los efectos adversos percibidos por la comunidad desde la implantación de los viveros. Partiendo desde la ocupación del ecosistema mediante deforestación; a efectos menos visibles pero sí perceptibles por la comunidad, como serían: la salinización de acuíferos y zonas adyacentes, afectando a las actividades de cultivo de los habitantes; la reducción de fauna en la gamboa percibida por los pescadores; o el cierre de zonas de acceso al manglar y la playa, entre otros.

Son tres los actores principales alrededor de los cuales gira este estudio: el manglar, la camaronicultura, y la comunidad de pescadores de Curral Velho. A pesar de ser ésta una comunidad no únicamente dependiente del manglar, sí puede verse afectada por su deterioro, tanto a nivel de subsistencia en algunos

casos, como de ocio y estilo de vida aportados por los servicios ecosistémicos generados por el manglar (Queiroz, 2014).

El presente estudio forma parte de un trabajo más amplio que analiza de forma transversal las problemáticas generadas por las fincas de camarones en la comunidad de Curral Velho; en este caso, se realiza el análisis de la parte ambiental afectada. Varios investigadores han identificado y estudiado los efectos adversos provocados por la acuicultura del camarón (Costanzo et al. 2004; Meireles et al., 2008; Páez-Osuna, 2001, 2000; Jones et al, 2000, 2001; Burford et al., 2003; de Graaf & Xuan, 1998; Trott & Alongi, 2000; Wolanski et al., 2000). De hecho, en la zona de estudio, Meireles et al (2008) caracterizaron los impactos ambientales decurrentes de los viveros presentes. Sin embargo, a pesar de haber sido identificados los impactos, no se tiene conocimiento del estado actual del ecosistema manglar de la zona, y por tanto, de los efectos a largo plazo que están provocando las fincas en el medio. Es por tanto el objetivo de este estudio, hacer una primera aproximación del deterioro padecido por el ecosistema manglar de Curral Velho, causado aparentemente por las actividades relacionadas con la acuicultura del camarón; así como, de identificar los principales factores responsables de esta situación. Para ello se comparan dos zonas, una afectada por las fincas y otra no afectada, al menos de forma directa, por las mismas.

## 5. Objetivos

Desde la implantación de las fincas de camarón se ha producido un deterioro del medio en la zona de Curral Velho (Acaraú, Ceará, Brasil). Los impactos generados por las fincas han sido caracterizados en otros estudios (Meireles et al, 2008; C.M.A.D.S., 2008), y percibidos por los habitantes de la comunidad. A pesar de haber sido identificados los impactos, no se tiene conocimiento sobre hasta qué punto están siendo los viveros perjudiciales para el medio. Se establecen por tanto los siguientes objetivos y sub-objetivos:

- I. Analizar el deterioro del ecosistema manglar provocados por las fincas camaroneras en la zona de Curral Velho;
  - a. realizar un estudio de la vegetación dominante que estructura el manglar,
  - b. usar la ostra de manglar como indicador del estado de las aguas afectadas por el cultivo de camarones
  - c. relacionar como afecta la degradación del medio a la comunidad
- II. identificar cuáles son los impactos causantes de esta situación.
  - a. A partir de la literatura, relacionar los resultados obtenidos con los impactos ambientales generados por la camaronicultura.
  - b. Elaborar propuestas de mejora.

## *Objetivos*

## 6. Metodología





## 6.1 Zona de estudio

La comunidad de Curral velho se sitúa en el área de influencia del estuario del río Acarau, en el municipio de Acarau, Ceará, Brasil. Esta zona forma parte del segmento IV descrito por Schaeffer-Novelli *et. Al.*(1990), que se caracteriza por ser una zona afectada considerablemente por las mareas, con una media de 2 m de amplitud, alcanzando las más altas hasta los 2,6 m. Con un clima árido, y una época de sequía larga y pronunciada, se produce un déficit hídrico, siendo el aporte anual por lluvias (1250mm) inferior al potencial de evapotranspiración (1500-1600mm). Debido a estas características, los niveles de salinidad de esta zona suelen ser bastante elevados evitando que los manglares alcancen su máximo desarrollo y limitando su área de distribución a las zonas más inmediatas de los ríos.

Este estudio se centra en las gamboas más cercanas a la comunidad de Curral Velho. Estas dos gamboas se encuentran entre el mar y la comunidad. En la gamboa afectada, se observa la presencia de una finca ocupando un área de 0,997 Km<sup>2</sup> para la cría de camarones, y es por lo tanto en esta gamboa donde se producen las descargas directas de las fincas. La otra gamboa no se ve afectada, si más no de forma directa, por los viveros. A parte de las fincas de camarones y la comunidad de pescadores en sí, no se han visto otros agentes responsables de forma directa del posible deterioro del manglar.

La gamboa afectada presenta una longitud de 5,837 Km, con una anchura considerable en los tramos más bajos de la gamboa; y una parte más estrecha, de aproximadamente 3 m, en las zonas altas adyacentes a las fincas. La zona conocida donde se produce la descarga de las aguas residuales de los tanques se sitúa a 5,357 Km de la desembocadura de la gamboa.

La gamboa control es más corta que la gamboa afectada, midiendo 1,544 Km, con una anchura y profundidad similares a las de la parte alta de la gamboa afectada.

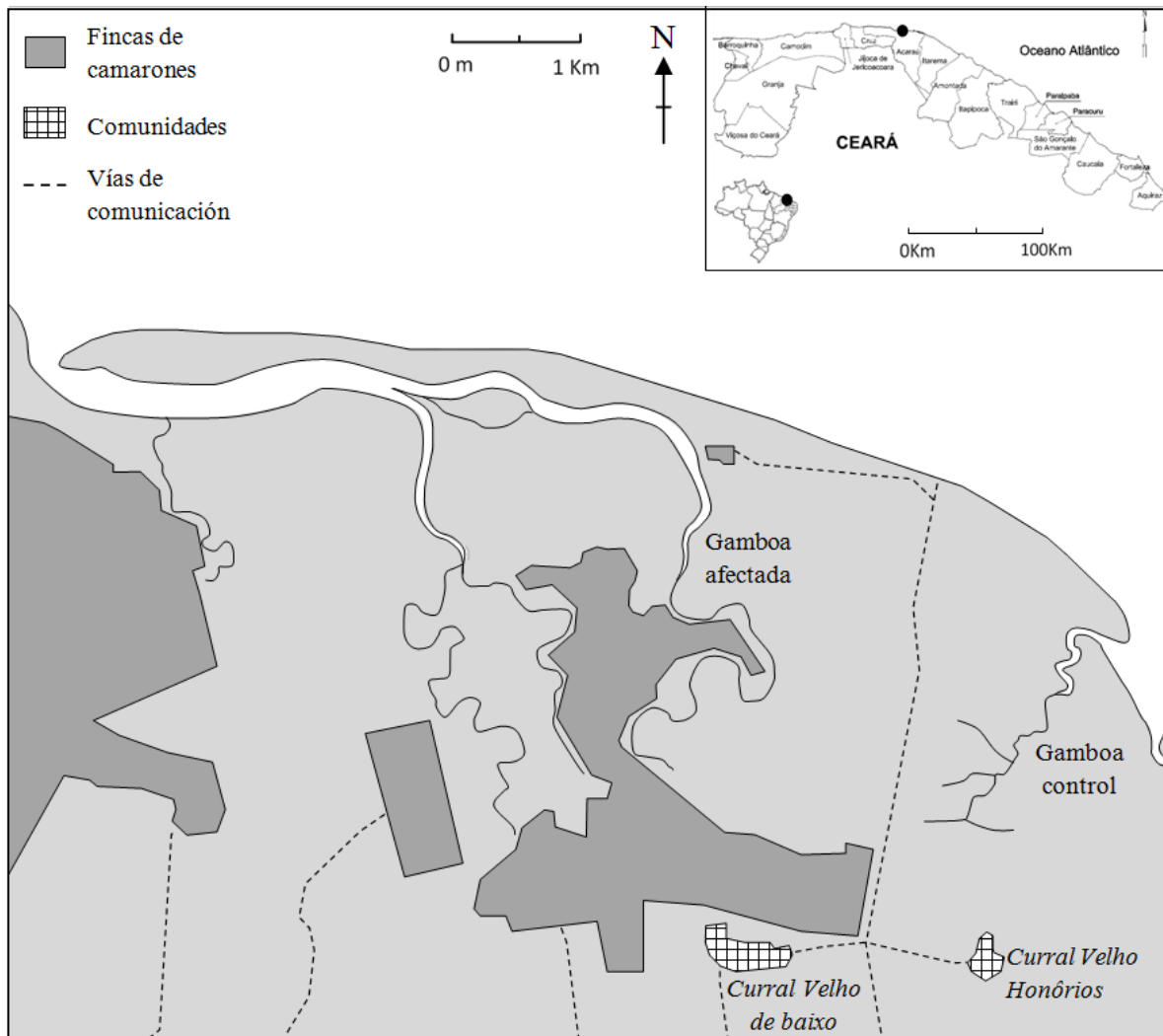


Figura 8. Mapa de la zona de estudio. Fuente: elaboración propia.

## 6.2 Elección de los métodos seguidos

Los principales criterios de elección de indicadores fueron: (I) que estuvieran tanto en la gamboa afectada como en la gamboa control; y (II) que fueran accesibles y presentaran una cierta facilidad en el momento de ser muestreados.

Varios autores (Jones *et al.*, 2001; Costanzo *et. al.*, 2004; Trott & Alongi 2000; Wolanski *et. Al.*,2000; Burford *et al.*, 2003) han demostrado la insuficiencia de los parámetros usados en el análisis de calidad del agua para valorar los impactos generados por la camaronicultura, debido sobre todo al efecto disolvente y disipador de las mareas, que provocaban que las áreas afectadas volvieran a presentar niveles estándar ambientales a partir de cierto tiempo y distancia de las descargas. Por eso mismo, Jones *et al.* (2001) recomendó el uso de indicadores biológicos, que complementados con los anteriormente mencionados, demostraron una mayor eficiencia a la hora de evaluar el impacto en el ecosistema.

Así pues, la lógica lleva a pensar que los primeros afectados por estas fincas serían la flora y fauna presentes en la zona y envolviendo los viveros. Estudios han demostrado que sí existe un efecto entre los efluentes de las fincas y la vegetación; por ejemplo, Jones *et al* (2012) mediante el uso de isotopos estables de nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ), identificaron que sustancias pertenecientes a las fincas eran absorbidas por la vegetación del ecosistema. Siendo la vegetación la principal envolvente de la zona y la principal característica del sistema manglar, se decidió en una primera instancia realizar un análisis de la estructura de la vegetación. Siendo además su lento crecimiento útil en el momento de analizar variaciones ambientales de la calidad del agua y el sedimento a largo plazo.

En el análisis se tienen en cuenta diversas variables estructurales y de distribución de especies, con la intención de detectar posibles diferencias entre la gamboa afectada y la control, y analizar los posibles efectos negativos o positivos que pueden provocar éstas en la vegetación. Se analizaron por separado distintos estadios de vida de la vegetación (plántulas, árboles jóvenes y árboles adultos), intentando identificar diferencias sobre todo entre los

estadios más jóvenes del bosque de manglar, puesto que son los más vulnerables al estrés del medio (Dahdouh-Guebas *et. al.*, 2002).

En segundo lugar, se buscó un indicador más sensible a lo que sería la calidad del agua, para esta tarea se eligió la ostra de manglar (*Crassostrea rhizophorae*), siendo esta especialmente sensible por su carácter filtrador, convirtiéndose por tanto en un indicador adecuado respecto a la calidad del agua (Garcia & Tapia, 2012; Silva *et. al.*, 2001).

Finalmente, muchos de los impactos ambientales conocidos provocados por la camaronicultura no se podrán analizar en profundidad en este estudio, pero sí son identificados y descritos. Esta tarea ha sido posible gracias a los habitantes de la comunidad, que viven de forma directa estos efectos, y por tanto son los más indicados para señalar este tipo de cambios. Decir que la realización de la mayoría de la recolecta de datos de este proyecto ha sido posibilitada principalmente por ellos; que han facilitado y enseñado el accesos a las zonas de estudio, e identificado y analizado los problemas explicando sus vivencias.

Al ser este estudio una parte de un análisis transversal (ambiental, económico y social) de los impactos derivados de la camaronicultura en esta zona, se buscaron inicialmente indicadores que pudieran aplicarse en todos los niveles, sin embargo, no se encontró ni uno que cumpliera los criterios anteriormente mencionados y que pudieran interrelacionarse; debido a que las principales actividades de subsistencia de esta comunidad no se realizan de forma directa en el manglar. La principal actividad de subsistencia es la pesca en el mar, y la recolección de búzios (*Anomalocardia brasiliiana*), donde los y las marisqueras los extraen principalmente de las playas, con lo que los posibles efectos de las fincas a este nivel se convierten en no identificables de forma directa debido al efecto dispersor de las mareas y del mar en sí. Aun así, la comunidad no deja de tener un contacto directo con el manglar en su día a día y en sus actividades de ocio y bienestar; básicamente porque viven en este ecosistema, girando gran parte de sus vidas alrededor de este.

## 6.3 Diseño experimental

A continuación se describe el método utilizado para obtener la información de cada uno de los parámetros elegido.

### 6.3.1 Análisis de la estructura de la vegetación

Durante un mes y medio se desarrolló un muestreo de la vegetación envolvente de las gamboas, en el que se tuvieron en cuenta para cada individuo: la especie, el estadio (plántula, árbol joven, árbol adulto), y el diámetro.

El método consistió en elaborar parcelas de 10 x 10 m usando siempre el borde de la gamboa como eje de la parcela. Éstas podían verse reducidas de tamaño según si había una cantidad muy elevada de plántulas, puesto que el esfuerzo para muestrearlas se volvía excesivo; así pues, para este estadio, algunas parcelas fueron más pequeñas respecto a los otros estadios. En cada una de las parcelas se contaron todos los árboles presentes, identificando a que especie correspondían y en qué estadio de su vida se encontraban (plántulas, jóvenes o adultos), y se midieron sus respectivos diámetros. Los criterios usados para distinguir estos tres estadios fueron (Dahdou-Guebas, 2002; Kauffman & Cole, 2010; Kauffman & Donato 2012; Novelli *et al.*, 1980, Bernini & Rezende, 2009):

- Plántulas: plántulas con seis o menos hojas.
- Árboles jóvenes: plántulas con más de 6 hojas y árboles con una altura inferior a 1,20m (altura aproximada del pecho) y en caso de que lo superaran, que tuvieran un diámetro inferior a 2,5cm.
- Árboles adultos: todos aquellos que superan los parámetros anteriormente mencionados.

Con un pie de rey se midieron los diámetros a nivel de base para las plántulas y arboles jóvenes, y a la altura del pecho (1,20 m aproximadamente) para los árboles adultos. Para la especie *Rhizophora mangle*, se aplicaron criterios distintos debido a la presencia de raíces aéreas superiores a la altura a la que se media, por tanto se decidió medir el diámetro justo por encima de la raíz aérea más alta. Los datos se encuentran resumidos en la tabla 3.

Tabla 3. Características de los estadios y de medición del diámetro en el muestreo de la vegetación.

Características del estadio	Especies	Altura de medición del diámetro
<b>Plántulas</b>		
Plántulas con 6 o menos hojas	A.g.; A.s.; L.r.; R.m.	Base
<b>Árboles jóvenes</b>		
Plántulas con más de 6 hojas		
Árboles con d.a.p. inferior a 2,5 cm	A.g.; A.s.; L.r.; R.m.	Base
<b>Árboles adultos</b>		
Árboles con d.a.p. superior a 2,5	A.g.; A.s.; L.r.	d.a.p.
	R.m.	Por encima de la raíz aérea más alta.

\* d.a.p.= diámetro a la altura del pecho; A.g.= *Avicennia germinans*, A.s.=*avicennia schaueriana*; L.r.= *laguncularia racemosa*; R.m.= *rhizophora mangle*. Fuente: elaboración propia.

Se muestreó en un total de 8 parcelas en cada gamboa, suponiendo un área total de 650 m<sup>2</sup> para todos los estadios en la gamboa afectada, y de 680 m<sup>2</sup> para las plántulas y 780 m<sup>2</sup> para los árboles jóvenes y adultos en la gamboa control. En la figura 9 se pueden observar los puntos de muestreo.

En el anexo se puede ver un ejemplo de las fichas en las que se fueron apuntando todos los datos.

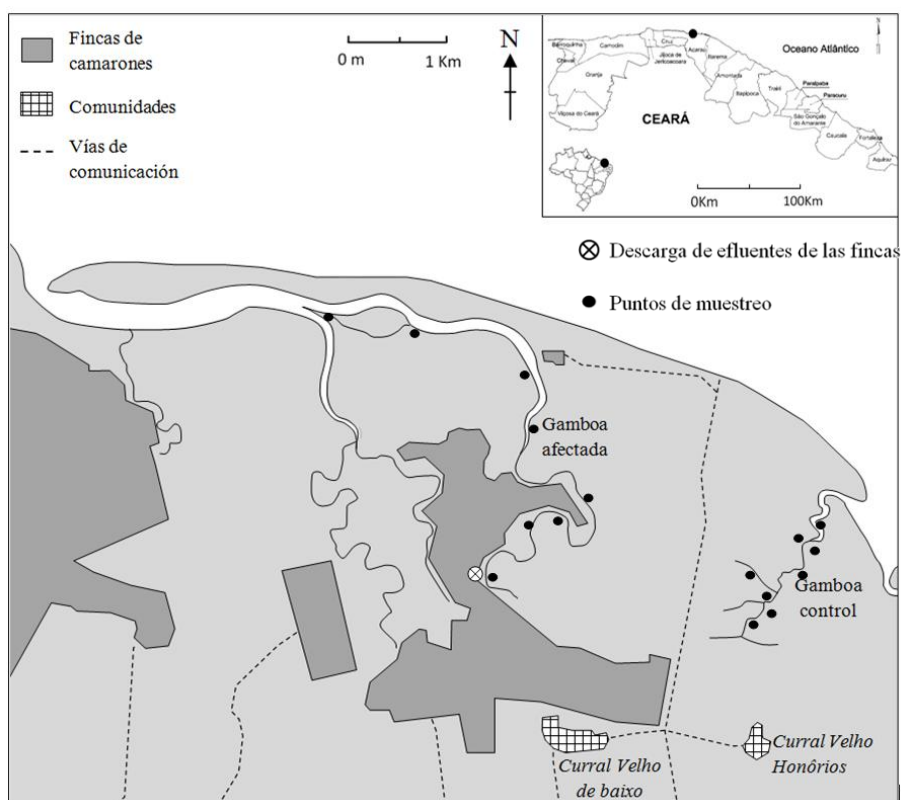


Figura 9. Mapa indicando los puntos de muestreo de la vegetación. Fuente: elaboración propia.

### 6.3.2 Ostra del manglar (*Crassostrea rhizophorae*)

Mediante el mapa de las gamboas se escogieron varias zonas de muestreo. En el caso de la gamboa afectada, se seleccionaron los lugares de muestreo según lo cerca que se encontraban de las fincas de camarones y según la altura a la que se encontraban respecto a la gamboa; en el caso de la gamboa control solo se tuvo en cuenta el tramo, puesto que no había ni una finca presente. Así pues se dividieron las gamboas en tres tramos (alto, medio y bajo) de donde serían cogidas las muestras (figura 10).

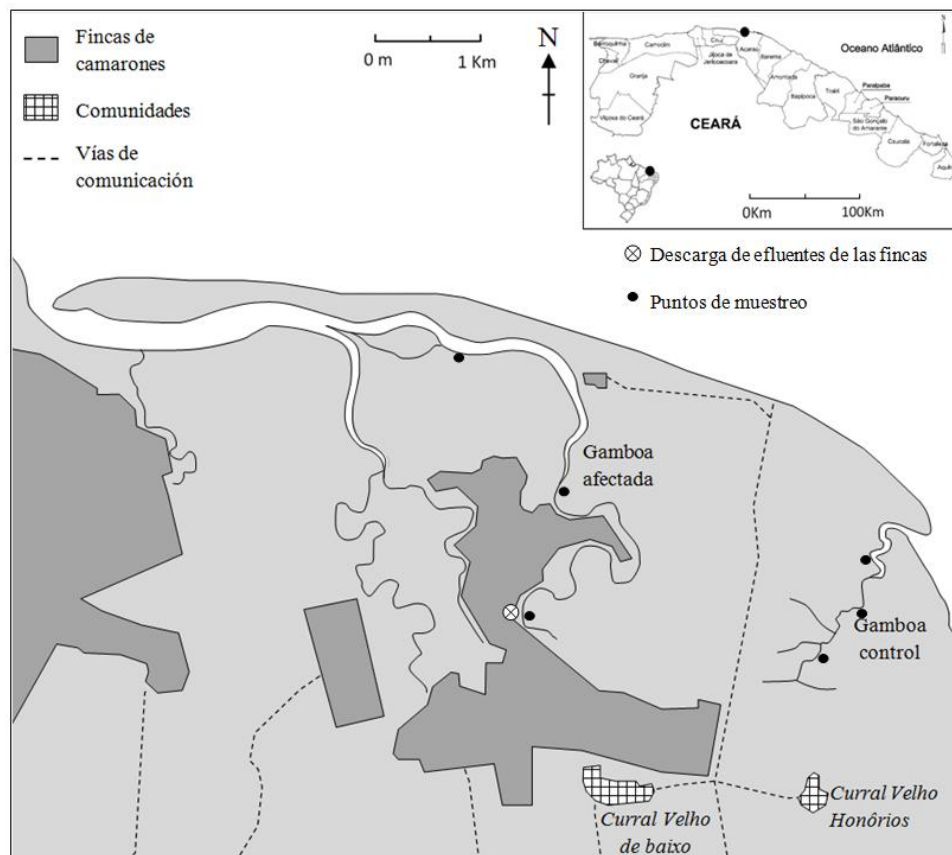


Figura 10. Mapa indicando las zonas de muestreo de ostras de manglar. Fuente: elaboración propia.

La *Crassostrea rhizophorae* suele encontrarse en las raíces aéreas de los *Rhizophora mangle*, por lo tanto, para la recolección de estas, se cortó la raíz de donde estaban las muestras (método enseñado por los pescadores, usado también por ellos de forma puntual para la recolecta de este molusco), envolviéndola anteriormente en una bolsa de plástico con tal de evitar la pérdida de las ostras mientras se cortaba la raíz. La técnica es bastante

destruccion puesto que se está extrayendo una parte de la raíz aéreo del manglar rojo, pero la dificultad de extracción de éstas no dieron opción a otro método, se intentó por tanto extraer solo tres raíces de cada uno de los tramos, todas ellas de arboles distintos. Posteriormente, se llevaron las muestras al laboratorio del Instituto Federal do Ceará (IFCE) campus Acarau, donde disponían de balanzas de precisión (shimadzu 0,001). Una vez allí se realizó un raspado de los primeros 30 cm de cada raíz, y se midieron las ostras con un pie de rey y pesaron con las balanzas. Al no disponer de estufa, no se pudo obtener el peso seco de las muestras (que habría sido lo ideal), y debido a la dificultad de poderlas abrir, estas fueron pesadas con la concha incluida; lo que provoca con mucha probabilidad que haya un sesgo en el peso, sobre todo según aumente el tamaño de la concha. Decir que no todas las otras pudieron ser pesadas puesto que se encontraban muy pegadas las unas a las otras y por tanto, resultaba prácticamente imposible separar los individuos sin que estos se rompieran, a pesar de este problema, se tuvo en cuenta la presencia de estos individuos para realizar algunos de los cálculos mencionados en el procedimiento analítico.

## **6.4 Procedimiento analítico**

En este apartado se explica el procedimiento seguido para obtener los resultados de las variables buscadas. Para realizar esta tasca se pasaron los datos obtenidos a Microsoft office Excel 2007, y con la ayuda de este y IBM statistics se calcularon todas las variables y sus respectivos análisis estadísticos.

### **6.4.1 Estructura de la vegetación**

Para tratar los datos obtenidos se dividieron los resultados según el estadio en que se encontraba el árbol (plántula, joven o adulto), la especie de los individuos y la gamboa en la que se encontraban. Los datos obtenidos son de carácter estructural, y de riqueza y diversidad de especies.



#### 6.4.1.1 Datos estructurales

Para obtener los datos estructurales se usaron los siguientes índices y variables (Dahdouh-guebas, 2002, Espinosa et al, 2010; Martínez-Vilalta & Piñol, 2006):

- **Media del diámetro:** con su respectiva mediana, desviación estándar, varianza, mínimo, máximo y rango.
- **Área basal:** área ocupada por el diámetro de cada tronco.
- **Dominancia absoluta:** área basal total de una especie por unidad de área muestreada.
- **Dominancia relativa:** Dominancia absoluta de una especie respecto a la dominancia absoluta de todas las especies.
- **Frecuencia absoluta:** número de veces que aparece una especie en una parcela.
- **Frecuencia relativa:** frecuencia absoluta de una especie respecto a la frecuencia de todas las especies.
- **Densidad absoluta:** número de individuos por unidad de área.
- **Densidad relativa:** densidad de una especie respecto a la densidad total.
- **Índice de valor de importancia (IVI):** índice sintético estructural que permite jerarquizar la importancia estructural de cada especie en las diferentes zonas de muestreo. Cuanto mayor sea el número obtenido, mayor es la importancia de la especie en esta zona (Curtis & McIntosh, 1951; Cintron & Shaeffer-Novelli 1983).

Los cálculos realizados para la obtención de cada variable se describen en la figura 11.

### Fórmulas de las variables estructurales de la vegetación

$$\text{Área basal} = \frac{\pi}{4} \text{diámetro}^2$$

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{área basal de una especie}}{\text{área muestreada}}$$

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{dominancia absoluta de una especie}}{\text{dominancia absoluta de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{número de individuos de una especie}}{\text{área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{densidad absoluta de una especie}}{\text{densidad absoluta de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{número de parcelas en las que aparece una especie}}{\text{total de parcelas muestreadas}}$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{frecuencia absoluta de una especie}}{\text{frecuencia absoluta de todas las especies}} * 100$$

$$\text{IVI} = \text{dominancia relativa} + \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa}$$

Figura 11. Fórmulas de las variables estructurales de la vegetación. Fuente: Elaboración propia con datos de Martínez-Vilalta y Piñol, 2006; Espinosa et al, 2009.

#### 6.4.1.2 Riqueza, diversidad y equidad de especies.

La riqueza de especies indica simplemente el número de especies observadas, esta ha sido calculada mediante el índice de Margalef, sin embargo, al no tener en cuenta el número de individuos, no se vuelve un indicador muy eficiente. por eso mismo se tienen en cuenta otros factores, como la equidad y diversidad de especies. La equidad es el grado de igualdad de la abundancia (número de individuos, cobertura o biomasa) de las especies; la diversidad de especies tiene en cuenta tanto la riqueza de especies como el número de individuos. Éstos factores son usados para conocer que tan homogéneas o heterogéneas son las unidades muestrales. Por lo tanto, los tres índices usados han sido (Espinosa et al, 2009; Martínez-vilalta y Piñol, 2006):

**Índice de Margalef** (S = número de especies; N = número total de individuos):

$$D = \frac{S - 1}{\log N}$$

- A mayor valor de D, mayor riqueza de especies.

**Índice de Shannon-Wiener:** (S = número de especies; P<sub>i</sub> = proporción de individuo de la especie i).

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln(P_i)$$

- A mayor valor de H' mayor diversidad de especies.

**Equidad** (H' = índice de Shannon; S = número de especies):

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

- Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes, y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

#### 6.4.2 Ostra del manglar (*Crassostrea rhizophorae*)

Las variables usadas para el análisis de *Crassostrea rhizophorae* han sido el número de individuos, la talla de la concha, y el peso del animal entero; a partir de estos se han obtenido los siguientes factores para comparar las dos gamboas:

- **Densidad** de *Crassostrea rhizophorae* (ind./cm) en los 30 primeros cm de raíz de *Rhizophora mangle* muestreados de cada tramo. En este caso se tuvieron en cuenta el número total de individuos observados, es decir, se han incluido los individuos que no pudieron ser separados para pesar.

- **Media**, mediana, desviación estándar, varianza, mínimos, máximos, rangos de distribución. En este caso solo se usaron los individuos que se han denominados como válidos, que serían los que se pudieron separar de forma adecuada para pesar.
- **Regresión mida-peso.**

## 6.5 Análisis estadístico

Después de analizar si las muestras presentaban distribuciones normales y homogéneas, se comprobó si las diferencias eran estadísticamente significativas mediante análisis de varianzas. En caso de no mostrar normalidad, el estadístico elegido fue el test de Mann-Whitney.

## 6.6 Diagrama de las etapas del proyecto

En la figura 12 se presentan las etapas seguidas para la elaboración del proyecto. La participación de los pescadores ha sido uno de los principales factores permitiendo el desarrollo del estudio en sí, por eso mismo se ha creído conveniente señalar los pasos en los que han intervenido, ya sea explicando sus vivencias, como enseñando la zona.

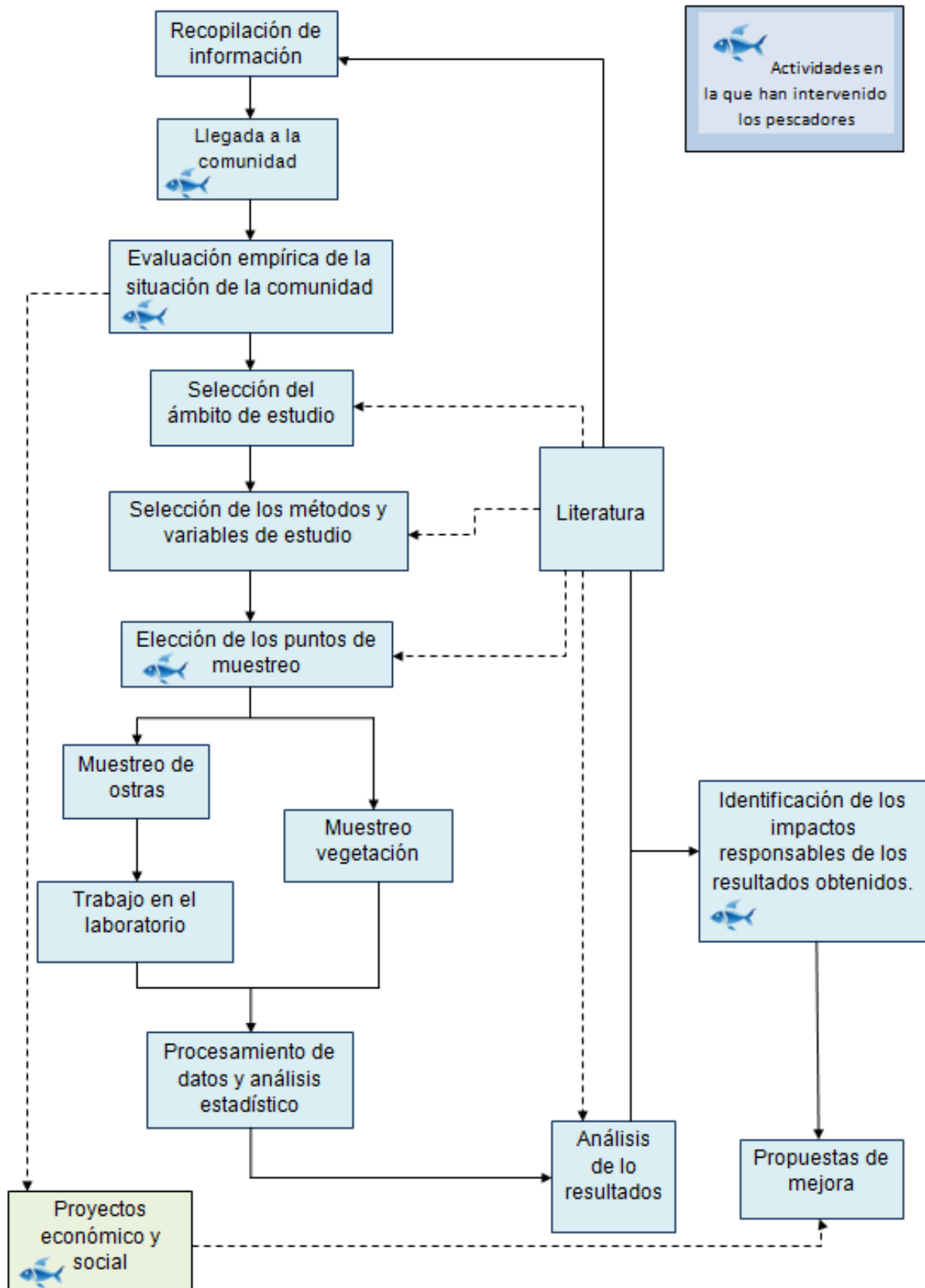


Figura 12. Etapas seguidas para la elaboración del proyecto. Fuente: elaboración propia.



## 7. Resultados





## 7.1 Estructura de la vegetación

### 7.1.1 Datos estructurales

En la tabla 4 se encuentran los resultados obtenidos a nivel del análisis de densidades, dominancia y frecuencias.

Tabla 4. Dominancia, densidad y frecuencia absolutas de cada una de las especies según estadio gamboa.

		Gamboa afectada				Gamboa control			
		n	Do. (*10 <sup>6</sup> )	De. Ind/m <sup>2</sup>	Fr.	n	Do. (*10 <sup>6</sup> )	De. Ind/m <sup>2</sup>	Fr.
<b>Plántulas</b>	<i>Avicennia germinans</i>	85	<u>2,957</u>	<u>0,125</u>	<u>0,875</u>	34	1,107	0,052	<u>0,625</u>
	<i>Avicennia schaueriana</i>	0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
	<i>Laguncularia racemosa</i>	4	0,222	0,006	0,125	85	<u>1,967</u>	<u>0,131</u>	0,250
	<i>Rhizophora mangle</i>	13	0,739	0,019	0,375	0	0,000	0,000	0,125
	<b>Total</b>	<b>102</b>	<b>3,918</b>	<b>0,150</b>	<b>1,375</b>	<b>119</b>	<b>3,074</b>	<b>0,183</b>	<b>1,000</b>
<b>Jóvenes</b>	<i>Avicennia germinans</i>	324	<u>164,527</u>	<u>0,415</u>	<u>1,000</u>	190	<u>222,074</u>	<u>0,292</u>	<u>0,875</u>
	<i>Avicennia schaueriana</i>	1	1,031	0,001	0,000	7	5,576	0,011	0,250
	<i>Laguncularia racemosa</i>	26	15,281	0,033	0,375	101	120,614	0,155	0,750
	<i>Rhizophora mangle</i>	53	18,338	0,068	0,875	29	13,237	0,045	<u>0,875</u>
	<b>Total</b>	<b>404</b>	<b>199,177</b>	<b>0,518</b>	<b>2,250</b>	<b>327</b>	<b>361,502</b>	<b>0,503</b>	<b>2,750</b>
<b>Adultos</b>	<i>Avicennia germinans</i>	43	<u>435,000</u>	<u>0,055</u>	<u>1,000</u>	19	<u>304,052</u>	0,029	<u>0,625</u>
	<i>Avicennia schaueriana</i>	1	0,789	0,001	0,125	1	4,796	0,002	0,125
	<i>Laguncularia racemosa</i>	19	141,293	0,024	0,500	26	196,846	<u>0,040</u>	<u>0,625</u>
	<i>Rhizophora mangle</i>	11	171,368	0,014	0,500	4	63,395	0,006	0,250
	<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>748,450</b>	<b>0,095</b>	<b>2,125</b>	<b>50</b>	<b>569,089</b>	<b>0,077</b>	<b>1,625</b>

\* n= número de individuos; Do.= dominancia; De= Densidad; Fr= frecuencia.

- *Dominancia*

Como indica la tabla 4, a nivel de dominancia, los valores son bastante similares para las plántulas, siendo ligeramente superiores en la gamboa afectada. En cambio, en los árboles jóvenes, se observan diferencias bastante más marcadas, cobrando importancia a nivel de *Avicennia germinans*, donde, a pesar de ser la especie dominante en la gamboa afectada y haber sido muestreados 324 individuos, presenta un valor de 164,53(10<sup>-6</sup>); valor considerablemente superior al de la gamboa control, que con 190 individuos, presenta un valor de dominancia de 222,07 (\*10<sup>-6</sup>). Estos valores se han visto reflejados también en diámetros, puesto que para calcular la dominancia se usa el área basal de cada individuo, directamente relacionada con el diámetro. En la figura 15, se puede observar que en los estadios adultos, *Avicennia*

*germinans* presenta dominancias relativas similares en ambas gamboas, luego *Laguncularia racemosa* cobra importancia en la gamboa control, en cambio esta misma especie comparte valores muy similares con *Rhizophora mangle* en la gamboa afectada.

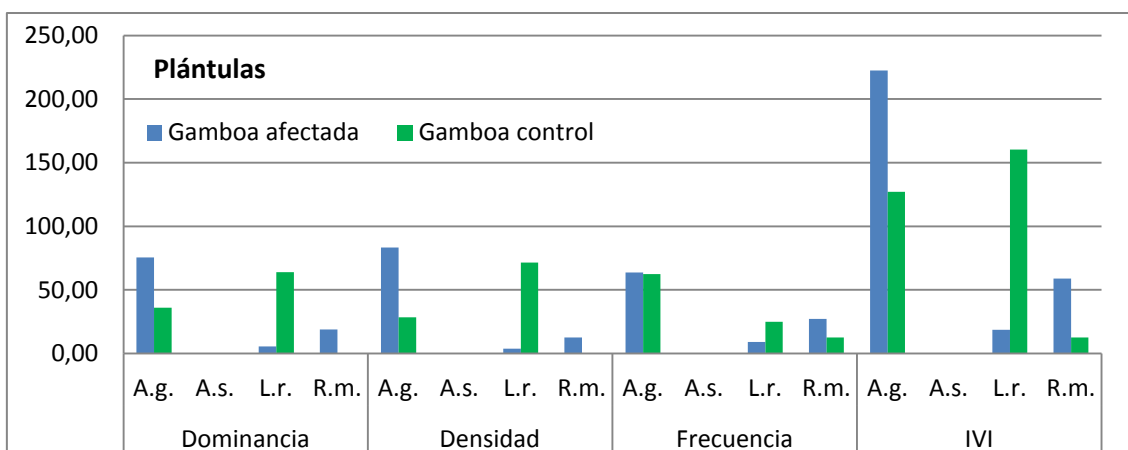
- Densidades

En términos de densidades absolutas, ambas gamboas presentan valores bastante similares (tabla 4), a excepción del estadio adulto, donde estos valores difieren de forma más marcada, con 0,096 ind/m<sup>2</sup> en la gamboa afectada, y 0,077 ind/m<sup>2</sup> en la gamboa control. Los árboles jóvenes son los que presentan densidades más elevadas, seguidos de las plántulas y finalmente de los árboles adultos.

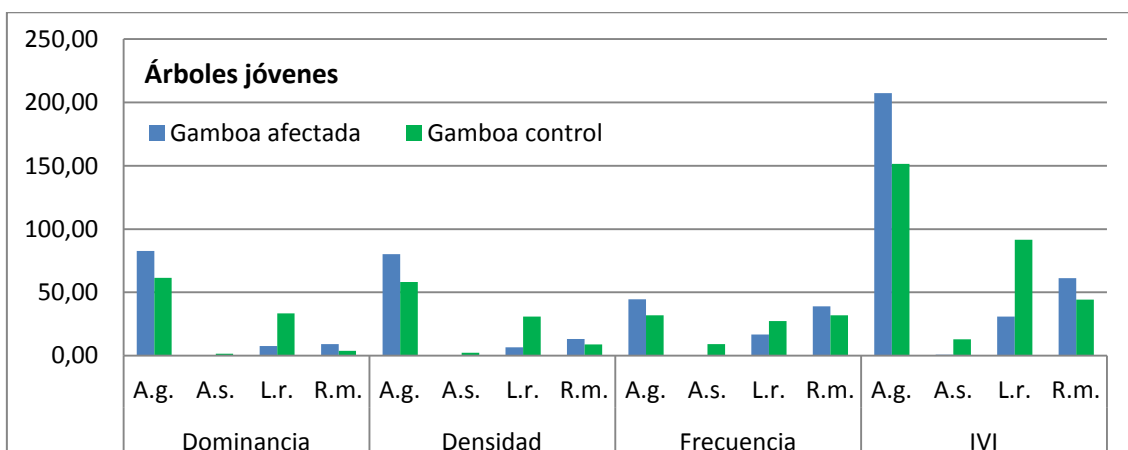
Si se analizan los estadios por separado, se puede observar que a nivel de plántulas, en ambas gamboas hay una especie que predomina con una diferencia considerable respecto a las otras (figura 13): *Avicennia germinans* (83,33%) en la gamboa afectada y *Laguncularia racemosa* (71,43%) en la gamboa control, quedando las otras dos especies con porcentajes bastante reducidos, sobretodo en la gamboa afectada. En los árboles jóvenes, se pudieron observar las cuatro especies en ambas gamboas, pero sigue habiendo una predominancia de una única especie, *Avicennia germinans*, en este caso en ambas gamboas. Finalmente, se puede considerar que en el estadio adulto las especies están repartidas de forma más equitativamente respecto a los otros dos estadios.

- Frecuencias

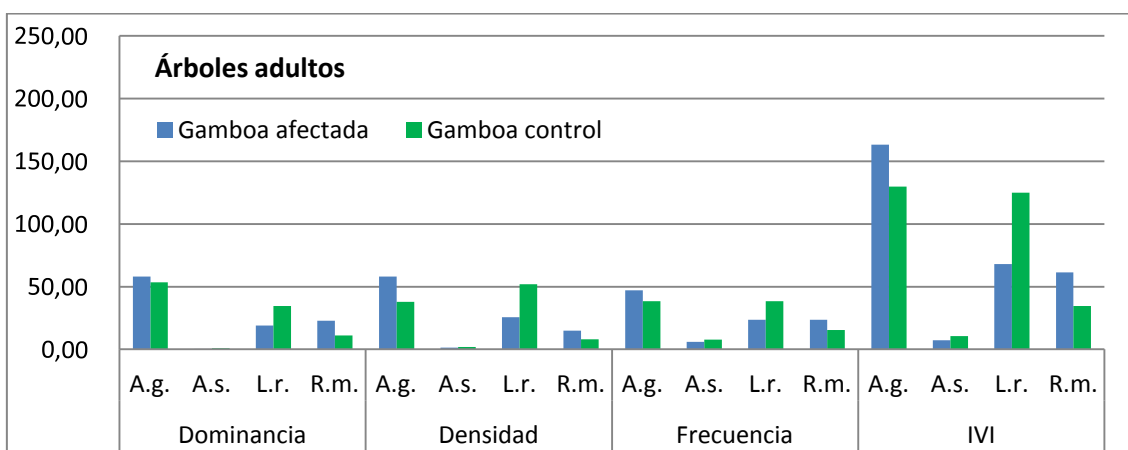
*Avicennia germinans* es también la especie que aparece con más frecuencia en la gamboa afectada; también lo es en la gamboa control en los estadios jóvenes y adultos, pero en este caso comparte los mismos valores con *Rhizophora mangle* en el primero, y *Laguncularia racemosa* en el segundo.



**Figura 13. Dominancia (%), densidad (%), frecuencia (%) y IVI de cada especie de plántulas según gamboa.**  
 A.g.= Avicennia germinans; A.s.=Avicennia Schaueriana; L.r.=Laguncularia racemosa; R.m.= Rhizophora mangle; IVI= índice de valor de importancia.



**Figura 14. Dominancia (%), densidad (%), frecuencia (%) y IVI de cada especie de árboles jóvenes según gamboa.**  
 A.g.= Avicennia germinans; A.s.=Avicennia Schaueriana; L.r.=Laguncularia racemosa; R.m.= Rhizophora mangle; IVI= índice de valor de importancia.



**Figura 15. Dominancia (%), densidad (%), frecuencia (%) y IVI de cada especie de árboles adultos según gamboa.**  
 A.g.= Avicennia germinans; A.s.=Avicennia Schaueriana; L.r.=Laguncularia racemosa; R.m.= Rhizophora mangle; IVI= índice de valor de importancia.

- Índice de valor de importancia (IVI)

Finalmente, en la gamboa afectada, la especie que presenta, con diferencia, valores de IVI (figuras 13; 14; 15) más elevados es *Avicennia germinans*. Éste también es el caso en la gamboa control para los estadios jóvenes y adultos, a pesar de que en este último, la especie que presenta mayor densidad es *Laguncularia racemosa*. Esta especie presenta también el IVI más elevado en el estadio adulto a pesar de no ser la especie que aparece con más frecuencia. En todos los casos *Avicennia schaueriana* es la que presenta IVI más pequeños. *Rhizophora mangle* tiene valores superiores en la gamboa afectada que en la gamboa control.

### 7.1.2 Riqueza, diversidad y equidad de especies

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos del análisis de riqueza, diversidad y equidad de especies.

Tabla 5. Índices de Margalef, Shannon y equidad.

		n	n.esp.	I.M	I.S	Eq.
Gamboa afectada	Plántulas	102	3	1,00	0,75	0,48
	Jóvenes	405	4	1,15	0,91	0,46
	Adultos	74	4	1,60	1,24	0,62
	Total	581	4	0,98	-	-
Gamboa control	Plántulas	119	2	0,48	0,86	0,86
	Jóvenes	327	4	1,19	1,41	0,7
	Adultos	50	4	1,77	1,43	0,71
	Total	496	4	1,00	-	-

\*n=número de individuos; n.esp.=número de especies observadas; I.M.=índice de Margalef; I.S.=índice de Shannon; Eq.=equidad.

En tanto que a riqueza de especies, el índice de Margalef refleja que a nivel de plántulas la gamboa afectada presenta una riqueza más elevada respecto a la control, pero en el resto de estadios así como a nivel global, es la gamboa control la que presenta una riqueza de especies más elevada, a pesar de ser ésta diferencia poco marcada.

Los resultados obtenidos al calcular la diversidad y equidad de especies (tabla 5), muestran que la gamboa control presenta valores prácticamente iguales entre los estadios adulto y jóvenes. En cambio, la gamboa afectada presenta una tendencia decreciente tanto de diversidad como de equidad. También se

observa un reparto de especies más equitativo en la gamboa control. La gamboa afectada presenta una tendencia a la dominancia de una única especie, sobre todo en las plántulas y árboles jóvenes.

### 7.1.3 Diámetros

La tabla 6 reúne la información respecto a la media de los diámetros para cada especie en cada uno de los estadios.

Tabla 6 Diámetros (mm)

			N total	Media	Mediana	Desviación típica	Varianza	Mínimo	Máximo	Rango
<b>Gamboa afectada</b>	<b>Plántulas</b>	<i>Avicennia germinans</i>	85	5,29	5	1,45	2,11	3	10	7
		<i>Avicennia schaueriana</i>	0	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Laguncularia racemosa</i>	4	6,00	4	4,00	16,00	4	12	8
		<i>Rhizophora mangle</i>	13	6,15	5	3,51	12,31	3	15	12
	<b>Jóvenes</b>	<i>Avicennia germinans</i>	324	17,54	12	14,05	197,37	4	109	105
		<i>Avicennia schaueriana</i>	1	-	-	-	-	32	32	-
		<i>Laguncularia racemosa</i>	26	20,23	17	13,47	181,38	4	49	45
		<i>Rhizophora mangle</i>	53	17,66	17	5,69	32,34	6	29	23
	<b>Adultos</b>	<i>Avicennia germinans</i>	43	81,02	66	59,71	3564,88	26	305	279
		<i>Avicennia schaueriana</i>	1	-	-	-	-	28	28	-
		<i>Laguncularia racemosa</i>	19	80,84	79	29,95	897,14	34	144	110
		<i>Rhizophora mangle</i>	11	115,45	135	48,54	2356,27	31	180	149
<b>Gamboa control</b>	<b>Plántulas</b>	<i>Avicennia germinans</i>	34	5,00	5	1,41	2,00	3	9	6
		<i>Avicennia schaueriana</i>	0	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Laguncularia racemosa</i>	85	4,24	4	1,11	1,23	2	8	6
		<i>Rhizophora mangle</i>	0	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Jóvenes</b>	<i>Avicennia germinans</i>	190	24,92	19	18,66	348,35	4	118	114
		<i>Avicennia schaueriana</i>	7	23,86	24	10,25	105,14	11	41	30
		<i>Laguncularia racemosa</i>	101	23,71	17	20,74	430,29	4	123	119
		<i>Rhizophora mangle</i>	29	18,45	18	6,23	38,76	8	36	28
	<b>Adultos</b>	<i>Avicennia germinans</i>	19	95,84	88	65,45	4283,70	27	285	258
		<i>Avicennia schaueriana</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Laguncularia racemosa</i>	26	72,81	76	31,68	1003,44	21	139	118
		<i>Rhizophora mangle</i>	4	111,00	112	32,57	1060,67	71	150	79

\* Diámetro basal de plántulas y árboles jóvenes. d.a.p. para los árboles adultos. Diámetro por encima de la raíz más alta para *Rhizophora mangle*.

En el caso de las plántulas, la gamboa afectada presenta una media de los diámetros basales de cada especie ligeramente superior a los de la gamboa control, aun que estas comparaciones no son estadísticamente significativas.

Los árboles jóvenes de la gamboa control presentan una media del diámetro basal superior que la gamboa afectada en las especies con un número elevado de individuos muestreados. Sin embargo, *Avicennia germinans* es la única especie para la cual la diferencia es estadísticamente significativa.

Finalmente los árboles adultos presentan diámetros a la altura del pecho superiores en la gamboa control para *Avicennia germinans*; pero inferiores para *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, a pesar de que estas diferencias no resultaran ser estadísticamente significativas.

#### Cuadro resumen

- En ambas gamboas se observa la dominancia de una especie respecto a las otras, siendo ésta tendencia bastante más marcada en los estadios más jóvenes.
- *Avicennia germinans* es la especie dominante en la gamboa afectada, *Laguncularia racemosa* en la control.
- Las dos gamboas presentan densidades totales para cada estadio similares, menos en el estadio adulto, donde la gamboa afectada presenta valores más elevados.
- *Avicennia germinans* es la especie con IVI más altos en la gamboa afectada; también lo es en la gamboa control junto con *Laguncularia racemosa*.
- La gamboa afectada presenta índices de diversidad y equidad de especies inferiores a los de la gamboa control.
- La gamboa afectada presenta diámetros basales de *Avicennia germinans* inferiores a los de la gamboa control. El resto de especies no presentan diferencias significativas.

Figura 16. Cuadro resumen de los resultados del análisis de la vegetación. Fuente: elaboración propia.

## 7.2 Crassostrea rhizophorae

No se dispone datos del tramo superior de la gamboa afectada ya que, a pesar de haberlas. Las ostras estaban todas muertas y con indicios de podredumbre, y por tanto no se pudieron recopilar datos de densidad, puesto que muchas ya no se encontraban en la raíz (ilustración 14). Éste es el tramo más cercano a la zona donde los viveros descargan sus efluentes. En el resto de tramos si se encontraron ostras vivas (ilustraciones 12 y 13).

### 7.2.1 Densidades

En términos de densidad, la gamboa control presenta valores más elevados en todos los tramos. Las densidades van aumentando según se va adentrando en la gamboa.

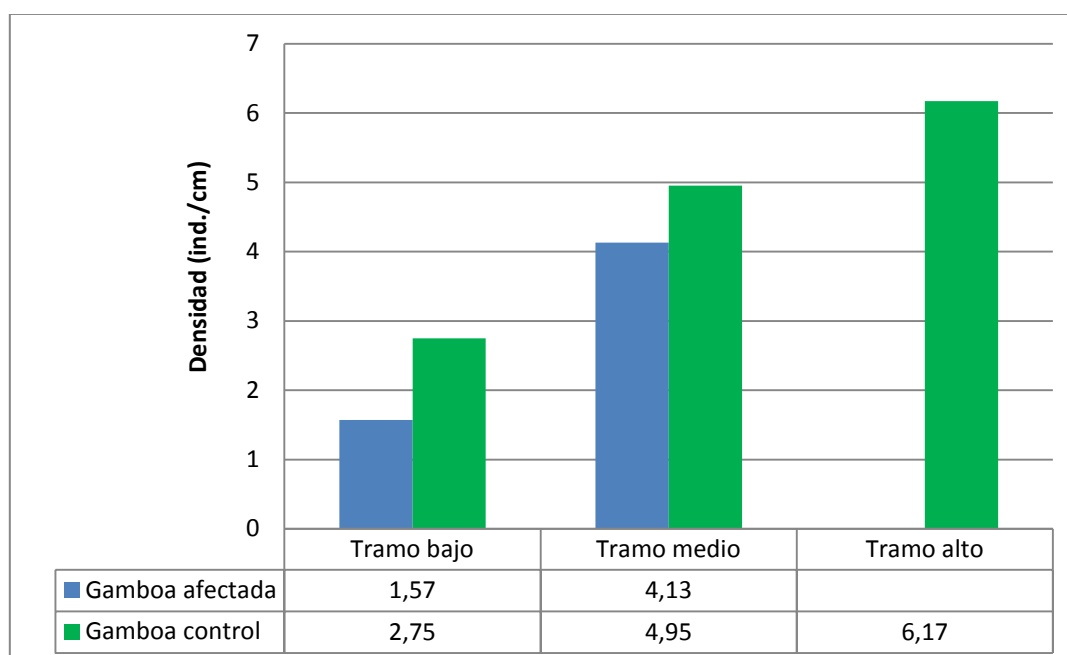


Figura 17. Densidad de ostras en los primeros 30 cm de raíz según tramo de la gamboa.



Ilustración 12. Muestras de ostras del tramo bajo de la gamboa afectada.



Ilustración 13. Muestras de ostras del tramo medio de la gamboa afectada.



Ilustración 14. Muestras de ostras del tramo alto de la gamboa afectada.



## 7.2.2 Mida y peso

En la tabla 7 se recopilan los datos obtenidos tanto de la talla de las conchas como del peso fresco del animal (incluyendo concha).

Tabla 7. Medias de las longitudes (mm) de las conchas y del peso (g) según el tramo y la gamboa.

		Tramo	N válidos	Media	Mediana	Desviación típica	Varianza	Mínimo	Máximo	Rango
Talla (mm)	Gamboa afectada	Bajo	38	23,64	23,6	4,12	16,95	15,93	36,38	20,45
		Medio	225	22,11	21,4	5,97	35,65	11,34	43,03	31,69
		Alto	0	-	-	-	-	-	-	-
	Gamboa control	Bajo	133	28,3	28,59	7,45	55,51	11,54	45,4	33,86
		Medio	184	26,04	25,04	7,5	56,26	10,99	52,42	41,43
		Alto	191	31,96	32,18	8,05	64,79	13,68	55,19	41,51
Peso (g)	Gamboa afectada	Bajo	38	1,259	1,051	0,724	0,525	0,356	3,689	3,333
		Medio	225	1,732	1,392	1,338	1,791	0,22	7,684	7,464
		Alto	0	-	-	-	-	-	-	-
	Gamboa control	Bajo	133	2,292	1,903	1,571	2,468	0,243	6,508	6,265
		Medio	184	1,673	1,08	1,576	2,484	0,144	7,711	7,567
		Alto	191	2,998	2,283	2,324	5,4	0,413	13,035	12,622

A nivel de las medidas de las conchas de *Crassostrea rhizophorae*, se puede observar (Tabla 7) diferencias estadísticamente significativas entre las dos gamboas, siendo los valores de la gamboa control superiores a los de la gamboa afectada, con rangos más amplios, y con extremos superiores a nivel de mínimos y máximos. En general las medias no se alejan mucho de las medianas.

En ambas gamboas, el tramo bajo presenta una media ligeramente superior a las del tramo medio, y el tramo alto de la gamboa control presenta los valores de medias más elevados (31,96 mm).

A nivel de peso, la gamboa afectada presenta una media inferior a la de la gamboa control en el tramo bajo, pero mayor en el tramo medio, sin embargo, en este caso las medias se alejan bastante de las medianas, con un diferencia de entre 0,2 y 0,3 g en la gamboa afectada, y de entre 0,3 hasta 0,7 g en la gamboa control. Los rangos vuelven a ser más amplios en la gamboa control, con mínimos inferiores a la afectada y máximos superiores. Las diferencias son

estadísticamente significativas. Sin embargo, las varianzas son muy elevadas, haciendo que realmente los resultados no sean muy representativos.

Finalmente, relacionando densidades y longitud de las conchas, el tramo baja presenta densidades más bajas pero conchas más grandes que en el tramo medio, que presenta densidades superiores pero individuos más pequeños, finalmente el tramo alto presenta tanto densidades como tamaños más elevados de toda la gamboa.

Finalmente, se realizó una regresión entre el peso y la mida de cada individuo según el tramo, en cada una de las gamboas. Sin embargo, los coeficientes de determinación resultan ser muy bajos, debido principalmente a las varianzas del peso, por tanto, estos gráficos no aportan suficiente información respecto al desarrollo de las ostras.

#### Cuadro resumen

- Las densidades presentan una tendencia creciente desde el tramo bajo de la gamboa al tramo alto.
- La gamboa afectada presenta densidades inferiores a las de la gamboa control.
- Las medias de mida de la concha y peso son inferiores en la gamboa afectada.

Figura 18. Cuadro resumen con los resultados del análisis de ostras. Fuente: elaboración propia.

## 8. Discusión



Este estudio procura realizar un análisis de la situación actual del ecosistema manglar afectado por la fincas de camarones en la zona de Curral Velho (Acarau, Ceará, Brasil); para entender los posibles efectos negativos o no, de la camaronicultura intensiva de la zona. Para alcanzar este objetivo se compararon una zona afectada de forma directa por las fincas (gamboa afectada) y una zona sin presencia de fincas (gamboa control). Por tanto, se analizó la vegetación del manglar para averiguar los efectos de las fincas en el ecosistema a largo plazo; y se usó la ostra de manglar (*Crasostrea rhizophorae*) como indicador de calidad de las aguas afectadas y del estado de la fauna.

Se obtuvieron diferencias significativas entre las dos gamboas, tanto a nivel de estructura de vegetación como de las ostras del manglar. La discusión se ha elaborado en primera instancia por el análisis de los resultados, y en segundo lugar mediante la relación teórica de los resultados obtenidos con los impactos ambientales generados por la camaronicultura, caracterizados y estudiados por diversos autores (Meireles et al, 2008; Páez-Osuna, 2000, 2001; Burford et al, 2003; Costanzo et al, 2004; C.M.A.D.S., 2008; Mc.Kinnon et al., 2001; Jones et al.; 2000; Wolanski et al; 1999; Trott et al, 2000, 2003). La discusión presenta dos apartados principales, siendo el primero la estructura de la vegetación y el segundo la ostra del manglar. Cada uno de estos apartados se divide en diversos sub-apartados según cada impacto que puede dar lugar a los resultados obtenidos en el presente estudio.

## 9.1 Estructura de la vegetación

Respecto a los resultados del análisis de la vegetación, se ha obtenido que, a nivel de densidades, el estadio adulto en la gamboa afectada presenta valores superiores respecto a la gamboa control; en cambio en el resto de estadios, los valores son similares. A nivel de dominancia, el estadio adulto de la gamboa afectada presenta los valores más elevados, respecto al resto de estadios y a la gamboa control. A nivel de abundancias, en el estadio de plántulas de ambas gamboas, se observan tan solo dos especies, y con la dominancia de una única especie muy marcada, siendo ésta *Avicennia germinans* en la gamboa afectada y *Laguncularia racemosa* en la gamboa control; sin embargo los

valores de frecuencias muestran que las plántulas tienden a aparecer de forma agrupada, formando rodales monoespecíficos, y apareciendo en pocas parcelas; por tanto, los valores de este estadio no parecen muy representativos. Por otro lado, los otros estadios presentan frecuencias más equitativas.

A nivel de diversidad y equidad de especies, el estadio adulto presenta valores similares en ambas gamboas; sin embargo, en los estadios más jóvenes, la gamboa afectada presenta valores considerablemente más bajos respecto a la otra gamboa control. Indicando que en los árboles más jóvenes se ha visto reducida la diversidad y equidad de especies, indicando una tendencia hacia la dominancia de una única especie, más concretamente, de *Avicennia germinans*. Y por tanto hacia una banalización del ecosistema.

En término de diámetro, la única especie que ha presentado diferencias estadísticamente significativas es *Avicennia germinans* en el estadio de árboles jóvenes. Lo más probable es que en el resto de especies no se observaran estas diferencias debido a la desigualdad entre el número de individuos a comparar, siendo *Avicennia germinans* la única que presentaba un número de individuos considerablemente elevados como para ser comparados.

Uno de los posibles motivos que podría explicar el descenso más marcado a nivel de densidades en la gamboa afectada, así como los diámetros inferiores, podría ser la competencia interespecífica de los árboles. Se puede observar que la dominancia ejercida por los árboles adultos en la gamboa afectada es bastante superior a la de la gamboa control, provocando que los estadios adultos adquieran más nutrientes en detrimento de los árboles más jóvenes. Sin embargo, éste hecho no explica de forma satisfactoria la destacada dominancia de *Avicennia germinans* en los estadios más jóvenes, debido a que *Laguncularia racemosa* también es una especie pionera, y ambas especies ocupan indistintamente el medio en que se encuentran (Meireles et al, 2008).

Así pues, en la gamboa afectada, los resultados indican que esta zona se ve sometida a algún tipo de estrés, que, a primera vista, solo pueden ser generados por las fincas de camarones, puesto que el otro factor de alteración del medio es la comunidad en sí, la cual actúa en ambas gamboas.

Por tanto a continuación se identifican los posibles factores de estrés responsables de los resultados obtenidos.

- *Salinización de los acuíferos*

Diversos autores han indicado que uno de los principales impactos de las fincas es la salinización de los acuíferos (Meireles et al, 2008; Páez-Osuna, 2001; C.M.A.D.S., 2008); Hecho que ha sido corroborado por los habitantes de la comunidad, indicando que ya no pueden cultivar más nada en varias zonas cercanas a las fincas, donde anteriormente sí era posible. Estos hechos indican un aumento en las concentraciones de sal, sobre todo en las áreas cercanas a las fincas. En la zona de estudio, este impacto cobra importancia debido al clima árido, donde uno de los pocos factores que compensan el déficit hídrico de la zona, y por tanto los niveles de salinidad, son los aportes de aguas subterráneas. Si estos se ven afectados, puede tener repercusiones considerables, sobretodo en la vegetación, que absorbe el agua en los niveles más intersticiales del suelo.

*Avicennia germinans* es una especie que tolera amplios gradientes de salinidad, yendo desde concentraciones nulas, hasta 100 partes por mil, esta especie suele predominar en zonas con concentraciones de salinidad superiores a 50 partes por mil (Jiménez & Lugo, 1985); sin embargo, este es el umbral a partir del cual el desarrollo de *Laguncularia racemosa* empieza a verse afectado de forma negativa (Jiménez, 1985), siendo el rango de salinidad en el que crece con más comodidad de 15 a 20 partes por mil. *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* coexisten con concentraciones salinas de entre 30 y 40 partes por mil.

Los estadios adultos presentan índices de diversidad y equidad similares, sin embargo los estadios más jóvenes difieren, siendo *Avicennia germinans* la especie dominante, con densidades considerablemente más elevadas en la gamboa afectada. Estos resultados llevan a pensar que se ha producido un aumento en la salinidad del suelo durante los últimos años, permitiendo la dominancia de *Avicennia germinans*, y/o evitando el establecimiento o posterior desarrollo adecuado de *Laguncularia racemosa*. Jiménez y Lugo (1985) demostraron una correlación inversa entre los índices de salinidad y el índice

de complejidad de los rodales de manglar negro, hecho que se ajusta a los resultados obtenidos en este estudio.

Ball & Farquhar (1984) demostraron que elevadas concentraciones de salinidad reducían considerablemente la asimilación de CO<sub>2</sub> de los manglares. Y Ye et al (2005) observaron que un aumento en los niveles de salinidad llevan a una reducción y/o a un atraso en la germinación de halófitas, llegando incluso a inhibir la germinación o la elongación de las raíces, debido a la reducción de absorción de agua por las semillas causada por la salinidad del medio.

Por lo tanto, la interferencia de la salinidad en la asimilación de CO<sub>2</sub> de los manglares, y en la germinación y elongación de las raíces de propágulos, explicaría los diámetros inferiores de *Avicennia germinans*, y la abundancia y densidad más elevadas en la gamboa afectada. Debido a su mayor resistencia a la salinidad, *Avicennia germinans* encontraría un medio menos competitivo y por tanto más favorable a su establecimiento.

Sin embargo, la salinización de los acuíferos no es el único impacto generado por los viveros que puede explicar estos resultados, sobretudo el hecho del establecimiento de plántulas y su posterior desarrollo. Uno de los impactos más estudiados y que más suele preocupar son los efluentes descargados de forma directa en el manglar.

- Efluentes de las fincas

Las descargas de las fincas se caracterizan por ser de agua salada, con elevadas concentraciones de fitoplancton muy productivo, sólidos en suspensión totales, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y nitrógeno orgánico (ambos siendo formas biológicamente disponibles) (Jones et al., 2000). Sin embargo, varios autores que analizaron los impactos generados por los efluentes, llegaron a la conclusión que el ecosistema manglar presenta una capacidad amortiguadora de los efectos de la camaronicultura considerables (Clough et al, 1983; Trott & Alongi, 2000).

Trott & Alongi (2000) sugirieron que manglares afectados por las mareas presentan cierta capacidad, al menos por un periodo pequeño espacio-temporal, de procesar insumos derivados de la camaronicultura. Durante su



estudio comprobaron que clorofila *a*, oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno, y salinidad, eran significativamente más elevados en el lugar de descarga en comparación al resto. Sin embargo, la calidad del agua y biomasa de fitoplancton presentaban niveles equivalentes a los estándares ambientales a 1 km por debajo de la zona de descarga. También observaron que dos meses después del cese de las descargas, los parámetros estudiados volvían a encontrarse dentro de los rangos ambientales aceptables. El limitado impacto espacial y temporal les llevó a concluir que los efluentes se ven disipado por las mareas, asimilados y/o mineralizados por la cadena trófica estuarina. La mayoría de estudios centrados en el impacto de los efluentes llegan a esta conclusión, sobre todo si son zonas afectadas de forma considerable por las mareas, como sería el caso de la zona de estudio (Costanzo et al 2004, Wolanski et al 1999; Jones et al., 2000).

De hecho, Clough et al (1983), indicaron que suelos anaerobios parecen tener la capacidad de retener metales pesados y pesticidas sin dañar al manglar en sí. Sin embargo, también señaló que estos podrían tener un efecto adverso en la fauna presente en el sedimento; debido sobre todo a la gran cantidad de carbono orgánico contenido en las aguas residuales, que puede llevar a una futura disminución del potencial de reducción del suelo, convirtiéndose en un estrés adicional en manglares y su fauna, los cuales ya se encuentre bajo un estrés considerable bajo los efectos de la anaerobiosis.

Con los resultados obtenidos en este estudio y la información disponible respecto a los efluentes, no se puede determinar si los efluentes derivados durante el ciclo de producción de los camarones tienen un efecto directo en la vegetación del manglar. Es más, Trott et al (2003) demostraron que la presencia de este exceso de nutrientes en el agua apenas se veía reflejada en el sedimento; ya que un elevado nivel de sedimentación combinado con una rápida acumulación, prevenía la liberación de gran parte del carbono e nitrógeno, impidiendo su mineralización, resultando en una mayor turbidez del agua. Por lo tanto, no se observa tanto un efecto directo en el sedimento y por tanto en la vegetación, sino que este impacto interfiere en procesos esenciales del ecosistema manglar. De hecho, este mismo efecto se produce por otro

impacto generado por la camaronicultura: la eliminación de sedimentos acumulados en los viveros a final de cada ciclo productivo.

- Eliminación de sedimentos

Con la intensificación de la camaronicultura, se presentan también densidades de camarones más elevadas y por tanto un aumento en el uso de agua, alimento, y fertilizantes, resultando en un incremento en la producción de residuos. Éste hecho se refleja en los sedimentos, que acumulados en los viveros durante cada ciclo de producción de camarones, van siendo eliminados de forma periódica como forma de mantenimiento, para obtener calidades de agua aceptables para el siguiente ciclo productivo (Páez-Osuna, 2001).

El aumento de índices de sedimentación interfiere en el reciclaje de nutrientes, impidiendo el intercambio de gases y nutrientes a través de la superficie del barro, reduciendo su mineralización y provocando la pérdida de la materia orgánica por el efecto de las mareas, hechos por los cuales Trott et al (2003) consideraron como un estrés considerable a nivel de las plantas y en su desarrollo. Pudiendo explicar los resultados obtenidos en el presente estudio, sobre todo a nivel de los diámetros inferiores de *Avicennia germinans* en la gamboa afectada, o de los factores interviniendo en el establecimiento de otras especies, que ya podrían verse suficientemente afectadas por la salinización de la zona.

Jones et al. (2000, 2001) observaron un incremento a gran escala de nutrientes y sólidos en suspensión en las aguas receptoras. Demostraron que estas elevadas cargas de material particulado tenían un efecto inmediato en el medio afectado, reduciendo la penetración de luz, y provocando la asfixia de la fauna bentónica y la flora, hecho por el cual las ya sufren bastante debido a la anoxia característica de los suelos de mangle. Así pues, los viveros intervienen en otro factor con un rol importante a nivel de la estructuración de la vegetación: la fauna (Páez-Osuna 2000; Trott et al, 2003; Jones et al 2001; Clough et al, 1983; Meireles et al, 2008).

- *Fauna*

Factores bióticos son también importantes a la hora de modelar la estructura de la vegetación y los procesos ecológicos que se producen en los manglares (Cannicci et al, 2008; Smith, 1987). Debido al gran volumen en biomasa que representan; y por el hecho de ocupar distintos niveles en la cadena trófica, cangrejos y moluscos procesan grandes cantidades de producción primaria (Bouillon, 2002). Contribuyen de forma considerable en la retención de materia prima en el manglar. Como ingenieros ecosistémicos, modifican la distribución de partículas, y promueven la aireación del suelo; interviniendo en la dinámica de nutrientes (Cannicci et al., 2008).

Varios pescadores observaron episodios de mortalidad de peces y cangrejos en el momento de la despesca (final de cada ciclo productivo) de los camarones. Burriel (2012), comprobó en la comunidad de Cumbe (Ceará, Brasil), una reducción considerable en la población de cangrejos (*Ucides cordatus* y *Cardisoma guanhumi*) en las zonas más cercanas a las fincas. Así pues, si la fauna se ve afectada negativamente por los viveros, podría verse reflejado en la vegetación y procesos productivos del ecosistema, responsable del desarrollo de ésta.

En primer lugar, una reducción en la fauna puede suponer un incremento en la pérdida de materia orgánica del ecosistema, puesto que tanto cangrejos como moluscos son capaces de retener producción primaria adicional antes de que esta sea removida por los flujos de corrientes. Mientras cangrejos y gasterópodos contribuyen en retener la producción primaria en el sistema, consumiendo tanto hojas caídas como barro; los bivalvos, como filtradores, son capaces de captar partículas en suspensión de varios orígenes (Cannicci et al., 2008). Una pérdida de materia primaria implica un ecosistema más pobre, y por tanto, una reducción de nutrientes disponibles para la vegetación entre otros. Este hecho podría ser una posible explicación de los diámetros inferiores, pero también de la banalización del ecosistema, no tan solo respecto al dominio de *Avicennia germinans*, sino también de *Laguncularia racemosa*, que serían las dos especies características por ser pioneras, y excluyendo a otras especies que precisan de mejores condiciones para su establecimiento.

En segundo lugar, los cangrejos, sobre todo sesarmidae, como principales responsables de las elevadas tasas de degradación de hojarasca en los manglares (Lee, 2008), ingieren el doble de materia orgánica de lo que pueden asimilar, resultando en que la mitad de la hojarasca ingerida entra en forma de heces (ricas en nitrógeno) en la cadena trófica de detritos, volviéndose más accesible para los descomponedores. Implicando un aumento considerable de los niveles de descomposición respecto a los del material original; promoviendo por tanto una renovación del carbono orgánico mucho más rápida (Nordhaus and Wolff, 2007; Cannicci et al, 2008). Así pues, estas interferencias a nivel del ciclo de carbono también podrían verse reflejadas en el desarrollo de la vegetación.

Otro proceso por el cual comunidades de fauna influyen en la dinámica de carbono orgánico es la bioturbación (Kristensen et al, 2008, Nordhaus et al, 2007). La remoción de sedimentos, por la excavación y mantenimiento de los agujeros, aumenta la profundidad de la zona de intercambio, incrementando la oxigenación alrededor de los agujeros, y interviniendo en los flujos de agua, provocando la remoción de sal acumulada alrededor de las raíces de los manglares (Stieglitz et al 2000). Kristensen y Alongi (2006) demostraron que estos efectos provocan en *Avicennia marina* un mayor crecimiento de hojas y neumatóforos.

Finalmente la predación de propágulos, ejercida principalmente por cangrejos, se ha considerado un factor importante determinante en los patrones de distribución de propágulos tanto en manglares como en bosques costeros (Cannicci et al, 2008). Resultados recientes demuestran que los cangrejos se alimentan más de propágulos varados que de propágulos y plántulas ya establecidos (Clarke & Kerrigan, 2002). Esto puede explicar parte de los resultados obtenidos, puesto que, como se ha visto, el establecimiento de las especies se ve afectado considerablemente por la salinidad del suelo, dificultando el enraizamiento de los propágulos, sobretodo de las especies vulnerables, y por tanto, haciéndolas también más vulnerables a la depredación por la fauna presente, y por tanto, potenciando aún más el establecimiento de *Avicennia germinans*.

Con los resultados obtenidos se puede confirmar que las fincas producen un impacto en la vegetación del manglar, extrapolable en algunos casos en el ecosistema. La principal conclusión que se puede sonsacar de los resultados obtenidos es la tendencia a la banalización del ecosistema, sobre todo en la zona afectada. Son varios los factores que pueden explicar los resultados obtenidos. De hecho, los principales impactos aquí mencionados pueden llevar a los resultados obtenidos y viceversa; a excepción de los efluentes, con los que no se ha encontrado una posible relación directa con la vegetación. Gran parte de los impactos interfieren en el sistema productivo del manglar; afectando el ciclo de nutrientes; la retención de materia prima en el medio; el intercambio de gases; efectos que también pueden verse potenciados por la reducción de fauna en el medio, y esta a su vez por el empeoramiento del sistema, produciéndose por tanto un *feedback* negativo.

## 9.2 *Crassostrea rhizophorae*.

Para determinar la calidad del agua adyacente a las fincas, se usó la ostra de manglar (*Crassostrea rhizophorae*) como indicador. Se pretendía observar anomalías en su fisiología o distribución. Como principales diferencias entre las dos gamboas se obtuvieron densidades, y tamaños de la concha inferiores en la gamboa afectada, indicando un posible estrés en esta zona. Pero el hecho más destacado fue la práctica ausencia de esta especie en la zona de descarga de las fincas; donde las raíces de manglar apenas presentaban ostras, y las pocas que habían estaban muertas. A primera vista, los resultados indican que el efecto de las fincas tiene un impacto agudo de forma local, y que este se ve considerablemente debilitado a medida que van aumentando las distancias de las zonas de descarga (Jones et al 2001; Wolanski et al, 1999), viéndose reflejado en densidades y tallas inferiores de la población de ostras. Por lo tanto, se puede deducir que algunos de los procesos característicos de esta zona más local perjudican gravemente a este bivalvo.

Los principales procesos que han parecido ser responsables de la muerte de los individuos son los posibles contaminantes vertidos durante la despesca de los camarones, o la elevada carga de sedimentos proveniente de los viveros en este mismo momento.

A diferencia de las densidades y tallas de las conchas, el peso no sigue la misma tendencia en las dos gamboas. Éste se puede haber visto sesgado por el método usado, donde se pesaba el animal entero en húmedo, por tanto factores como el agua presente o barro influyen drásticamente en este valor.

McGreer (1981), también advirtió la falta de individuos asentados nuevamente en las zonas más contaminadas. En su estudio analizaba la distribución de otro bivalvo (*Macoma balthica*), y observó que salinidad, oxígeno disuelto y tamaño de los sedimentos no explicaban de forma satisfactoria su distribución. En cambio, lo que sí pareció presentar un efecto fue el grado de contaminación del substrato que afectaba el asentamiento y supervivencia de larvas y ostras juveniles. Llegó a la conclusión que la contaminación de la zona hacía que el substrato no fuera el adecuado para el reclutamiento de estos bivalvos. Y la ausencia de otros individuos sugiere que larvas recién establecidas no podían sobrevivir después de su asentamiento en este lugar. También observó que valores de la mida de la concha con la regresión del peso fueron inferiores en los puntos más cercanos a los efluentes, indicando un crecimiento más lento de estas poblaciones. A pesar de la diferencia de hábitats del molusco estudiado por McGreer, *M. balthica*, y la ostra del manglar, las tendencias observadas por este autor son similares a las obtenidas en este estudio. Por tanto, extrapolando, podría interpretarse que los contaminantes presentes, sobre todo a la hora de la despesca, son los principales responsables de la muerte en el tramo alto de la gamboa; y de sus medidas y densidades inferiores a lo largo de la gamboa afectada. Debido a que la ostra se encuentra generalmente fija a las raíces del mangle rojo, no se ha podido determinar si las descargas influyen en el asentamiento de los individuos más jóvenes en las ramas. McGreer (1981) señaló que la mortalidad de larvas de invertebrados puede ser resultado de la toxicidad aguda, después de su asentamiento en un lugar contaminado o por interferencia con su habilidad para percibir sustratos adecuados y asentarse.

Según Lenz y Boehs (2011), el ciclo reproductor de las ostras se ve condicionado por factores ambientales, influyendo en el metabolismo y el proceso de diferenciación sexual. Un factor podría ser la salinidad. En general, hay una tendencia de mayor número de hembras en zonas de mayor salinidad.

Donde muestran un menor crecimiento, puesto que invierten más energía en la acumulación de reservas para fenómenos de reproducción. Éstas se vuelven especialmente vulnerables durante la ovogénesis, ya que dependen de una considerable reserva orgánica, exigiendo un gasto energético y un tiempo de recuperación de las gónadas mayor en las hembras que los machos. Esta es una estrategia para aumentar las oportunidades de fecundación de los gametos, y consecuentemente, el éxito reproductivo de la especie. Esta inversión de energía hace a las ostras, sobretodo hembras, especialmente vulnerables a otros factores, como son los que podrían producirse en la gamboa afectada debido a las fincas. Pudiendo explicar las densidades inferiores observadas en la gamboa control. Sin embargo, los datos obtenidos no permiten deducir si lo que se produce es una mayor mortalidad de las ostras, o si lo que se ve afectado es la distribución de estas.

Unos de los productos más peligrosos utilizados durante la despesca de los camarones son el bisulfito sódico ( $\text{NaHSO}_3$ ) y metabisulfito ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ), empleados para mantener el estado y aspecto de los camarones en buenas condiciones durante su transporte. Estos productos reaccionan con el oxígeno disuelto en agua formando sulfato de sodio. El impacto principal es la acidificación drástica del medio (Boyd, 2002), ocasionando efectos negativos en la vida acuática. Según Burriel (2012) los pescadores indicaron que los episodios de mortalidad de cangrejos y peces, ocurridos también en la zona de estudio, se producían durante las descargas de bisulfito. Por lo tanto, se interpreta que este es el impacto con efectos más directos en la fauna. A pesar de tener efectos muy puntuales debido al carácter disipador realizado por las mareas. No se ha encontrado información de los efectos del sulfito de sodio y metabisulfito que explicara los impactos generados en la fauna.

Por otro lado, no todos los elementos presentes en los efluentes son perjudiciales para las ostras, es más, algunos pueden llegar a ser beneficiosos. Según Jones et al (2001), los componentes orgánicos de los efluentes pueden proporcionar una fuente de alimentación considerable para bivalvos, algunos, tales como ostras, pueden facilitar la eliminación de materia inorgánica del medio en suspensión. Éstas pueden reducir de forma significativa las concentraciones de bacterias, fitoplancton, nitrógeno total, fósforo total, y otras

partículas en suspensión de las aguas (Nelson et al., 2003; Dame & Libes, 1993; Dame et al., 1984).

De hecho, se han realizado varios estudios que demuestran la posibilidad de usar la ostra en cultivos de camarones para ayudar a mejorar la calidad de los efluentes (Wang, 1990; Hopkins et al, 1992; Jones et al, 2000, 2002; Ramos et al, 2009). Jones et al (2000) demostraron que las ostras se vuelven eficientes filtradores de nutrientes, en el momento en que no hay un exceso de partículas sólidas en suspensión, sobretodo de arcilla. Si se produce una sobrecarga de estas, pueden influir en la actividad filtradora de la ostra, llegando incluso a inhibirla, o a provocar enfermedades. Por lo tanto, el exceso de partículas puede ser uno de los principales factores responsables por la casi total ausencia de ostras en la zona más cercana a la descarga de efluentes. La sedimentación de estas a lo largo de la gamboa reduce sus efectos perjudiciales en las ostras presentes gamboa a bajo. De hecho, una vez sedimentadas las partículas, Jones et al (2000), observaron una reducción de la concentración de materia en suspensión, incluyendo partículas inorgánicas, fitoplancton, bacteria y sus nutrientes asociado.

Sin embargo, los resultados obtenidos son densidades y tamaños de ostras más pequeños en la zona afectada, indicando que los efectos negativos superan a los beneficiosos para la población.

Después de esta interpretación de los resultados obtenidos, se puede decir que la ostra de manglar (*Crassostrea rhizophorae*), a pesar de ser un buen indicador para localizar las área de contaminación más crítica, no son un indicador muy eficiente a nivel de la contaminación crónica de las aguas, al menos con el método usado en este estudio. Sin embargo, estas pueden aportar información muy valiosa usándolas como bioindicador. Debido a su carácter filtrador, pueden retener las sustancias presentes en el agua, y por tanto aportar hasta donde las especies químicas biodisponibles menos deseadas llegan en el ecosistema. De hecho, ya se han realizado varios estudios con este objetivo, resultados satisfactorios (Silva et al., 2001; Burns & Smith, 1980; Jones et al, 2001).



Por lo tanto, mediante el análisis de la ostra de manglar (*Crassostrea rhizophorae*), se ha obtenido que: (I) los factores asociados a la despesca de camarones presentan efectos graves en la fauna presente en la zona más inmediata a la descarga de efluentes; (II) Probablemente el bisulfito y la eliminación de los sedimentos a final de cada ciclo son los principales responsable de la muerte de los individuos; (III) debido a la disolución de los efluentes causada por las mareas, éstos dejan de tener un impacto crítico en la fauna, tanto a nivel espacial como temporal; (IV) las partículas en suspensión provenientes de los sedimentos van depositándose a lo largo de la gamboa, reduciendo sus efectos negativos en las ostras.

## *Conclusión*

## 10. Conclusión



Con los resultados obtenidos se ha podido observar que realmente, las fincas de camarones están provocando una degradación del ecosistema manglar, no tan solo a nivel de la ocupación del territorio y de la deforestación, sino que están promoviendo una banalización del ecosistema manglar cercano a la comunidad de Curral Velho (Acarau, Ceará, Brasil).

Se usaron dos indicadores para identificar los impactos negativos de las fincas de camarones: (I) la vegetación del bosque de manglar y (II) la ostra de manglar (*Crassostrea rhizophorae*).

La vegetación del bosque de manglar se vuelve útil para identificar los impactos causados por las fincas a largo plazo, y como afecta esta al ecosistema manglar, siendo la vegetación la principal característica del sistema. Por otro lado, la ostra de manglar (*Crassostrea rhizophorae*) sirvió para identificar impactos locales y más inmediatos en el tiempo.

Con los resultados se observó un deterioro del ecosistema, reflejándose en la dominancia de una única especie, con diámetros inferiores, en la zona afectada respecto a la gamboa control; y una mortalidad prácticamente absoluta de ostras de manglar (*Crassostrea rhizophorae*) en las zonas más inmediatas a las descargas de efluentes; también se observaron densidades y tallas inferiores a lo largo de la gamboa afectada.

Los principales impactos que explican los resultados obtenidos serían: salinización de los acuíferos y por tanto del medio; y actividades desarrolladas durante el final de cada ciclo productivo (despesca), como serían la descarga de sedimentos, o el uso de bisulfito para la conservación de los camarones. En general, a nivel de vegetación, estos impactos no actúan de forma directa, sino que suelen influir en varios niveles del ecosistema, obstaculizando el establecimiento y desarrollo adecuados de la vegetación. En cambio, a nivel de ostras se han podido observar efectos nocivos directos, produciendo episodios de mortalidad elevados, o tallas de la concha y densidades por debajo de las adecuadas. A continuación se presentan los resultados y las causas de estos:

- La salinización de los acuíferos interfiere en el establecimiento de especies más sensibles a este factor, permitiendo el asentamiento de *Avicennia germinans*. Afecta también a nivel de los aspectos fisiológicos de la vegetación, resultando en diámetros inferiores en la zona afectada.

## Conclusión

La salinización influye también en el ciclo reproductivo de las ostras de manglar, haciéndolas más vulnerables a otros factores de estrés.

- No se ha encontrado una relación directa entre los efluentes producidos por los viveros y la estructura de la vegetación. En cambio, podría explicar las densidades y tamaños reducidos de las ostras en la gamboa afectada. Éste puede ejercer mayor estrés en las ostras, las cuales ya se ven afectadas por la salinidad del medio.
- La eliminación de sedimentos durante la despesca no parece tener efectos directos en la vegetación, pero sí indirectos. Interfiere en el intercambio de gases; en la mineralización de nutrientes; y contribuye a la pérdida de materia primaria del ecosistema. En cambio, se ha considerado una de las posibles causas de la mortalidad de ostras, interfiriendo en su sistema filtrador.
- El uso del bisulfito durante la despesca de los camarones parece ser el otro responsable de la mortalidad de ostras en la zona más inmediata a las descargas.
- Todos estos impactos influyen negativamente en la fauna del ecosistema, la cual presenta un papel importante como ingeniera ecosistémica, y a nivel de retención de materia prima en el ecosistema y de mejora de la calidad del suelo mediante sus actividades en los sedimentos.

Así pues, gran parte de los impactos interfieren en el sistema productivo del manglar; afectando el ciclo de nutrientes; la retención de materia prima en el medio; y en el intercambio de gases; efectos que también pueden verse potenciados por la reducción de fauna en el medio; y esta, a su vez, por la degradación del sistema, produciéndose por tanto un *feedback* negativo. Por otro lado, los efectos nocivos locales producidos principalmente durante el final de cada ciclo productivo de camarones, parecen ser los principales responsables de los episodios de mortalidad de fauna; observados por los pescadores, y comprobados en este estudio con el análisis de las ostras.

Finalmente, a nivel de los métodos usados en este estudio, se puede decir que la estructura de la vegetación puede aportar datos útiles respecto al impacto

generado por las fincas de camarones en el ecosistema, sin embargo, pierden mucho potencial si no se combinan con algún método analítico de los parámetros físicos de la zona, como serían los niveles de salinidad en el suelo o de materia orgánica entre otros. Lo mismo ocurre con las ostras, a pesar de ser un buen indicador para localizar las áreas de contaminación más crítica, tan solo permite obtener datos cualitativos, cuando estos organismos podrían ser usados de forma bien más eficiente como bioindicadores. Debido a su carácter filtrador, pueden retener las sustancias presentes en el agua, y por tanto indicar hasta donde las especies químicas biodisponibles menos deseadas llegan en el ecosistema. De hecho, ya se han realizado varios estudios con este objetivo, con resultados satisfactorios (Silva et al., 2001; Burns & Smith, 1980; Jones et al, 2001). Por lo tanto, sí, permiten observar un impacto y una degradación del medio, sin embargo, no permiten realizar un análisis del caso en profundidad, ni confirmar con certeza si los factores descritos son los responsables de los resultados obtenidos. Por lo tanto, una combinación adecuada de métodos cuantitativos y cualitativos, podría ser una herramienta adecuada para la realización de futuros proyectos.

Para finalizar, desde un punto de vista interdisciplinar, a nivel de la relación existente entre la comunidad de Curral Velho y el ecosistema; los estudios económicos y sociales han demostrado la importancia del manglar para la comunidad, y el hecho por el cual las fincas de camarones están poniendo en grave peligro esta estrecha relación. Amorós y Carrasco (2014) han demostrado que la camaronicultura aporta más ingresos para el individuo que trabaja en ellas respecto a los pescadores tradicionales; sin embargo, este aporte se ve limitado a corto plazo, debido a la degradación del medio que se está produciendo; limitando estos beneficios y comprometiendo el futuro de la comunidad. Por otro lado, Briansó y Vide (2014) han aportado la importancia de los servicios ecosistémicos para la comunidad, los cuales contribuyen en el bienestar tanto material como emocional de los habitantes. De forma global, se ha podido observar la degradación del manglar y el peligro que supone este hecho en la estabilidad tanto económica como emocional de la comunidad. Convirtiendo la conservación de los manglares en un hecho prioritario por su vital importancia socioambiental.

## *Conclusión*



## **11. Propuestas de mejora**



## Fortalecimiento institucional de la AMPCV

**Objetivos:** Organizarse para ampliar el poder de decisión.

**Acciones:**

- Considerar representantes de las tres zonas (Curral Velho de Baixo, Cima y Honorius).
- Cada dos años cambio de poder en la presidencia a partir de votaciones.
- Reuniones cada mes para establecer en la mesa los conflictos y resolverlos conjuntamente.
- Asambleas donde todos los participantes tengan derecho a hacer propuestas y estableces soluciones.

**Responsables:**

- Habitantes de la Comunidad de Curral Velho

**Personas implicadas:**

- Organizaciones de asesorías, como red tucum.
- Propia comunidad

**Calendario:**

- Mínimo una vez al mes.

**Presupuesto:**

- Mínimo, ya que disponen de sede para reunirse.

**Beneficios esperados:**

- La toma de decisiones más extendida y no tan localizada.
- Una buena organización que los ayude a formar parte en el proceso de toma de decisiones que influya a la comunidad.
- Que puedan decidir, según sus necesidades, lo que es bueno para su comunidad y sus vidas.

**Indicadores: -**

**Observaciones:** Formaron una asociación de marisqueras y pescadores en la comunidad, pero no se han organizado de manera que sus decisiones puedan tener un efecto en el proceso de toma de decisiones. Hace falta una mayor concienciación comunitaria para desarrollar prácticas que beneficien a la comunidad y para impedir otras que la perjudiquen.

**Promoción de modelos productivos acuícolas adecuados a las capacidades y características socio-ambientales de la zona. Integración de esta perspectiva en todas las políticas que influyan en el sector y territorio.**

**Objetivos:**

- Crear una actividad económica para los habitantes de la comunidad.
- Protección del medio frente a actividades económicas perjudiciales.

**Acciones:**

- Valorización de potencialidades naturales del medio y definir una acuicultura que preserve el medio ambiente y se adecuada para las explotaciones familiares.
- Promoción de la actividad económica tanto en lo que se refiere a las políticas de cooperación internacional como de apoyo a la actividad a escala nacional.
- Creación de canales de procesamiento alternativos a los canales de exportación existentes.
- Creación de canales de comercialización alternativos a los canales de exportación existentes.

**Responsables:**

- Población local y representantes de los organismos públicos implicados.

**Personas implicadas:**

- Secretaria Especial de Acuicultura y Pesca (SEAP)
- Comités de Cuencas Hidrográficas
- IBAMA
- OEMAS
- MPF
- MMA

**Calendario: -**

**Presupuesto: -**

**Beneficios esperados:**

- Generar una actividad económica donde los beneficiados sean los habitantes de la comunidad.
- Alejar de la comunidad y de su medio natural actividades con grandes impactos económicos, ambientales y sociales como pueden ser las fincas de camarón o los parques eólicos.

**Indicadores:**

- Indicadores económicos.
- Métodos físicos de análisis de calidad del agua.
- Bioindicadores.

**Observaciones:** La acuicultura tiene que hacerse con cultivos de especies autóctonas de la zona ya que la especie introducida puede volverse una especie invasora y aportar enfermedades en el ecosistema de la zona.

### **Aplicar un programa de gestión integrada en las fincas actuales.**

**Objetivos:** Minimizar los impactos ambientales generados por los viveros y sus efluentes.

**Acciones:**

- Usar métodos de policultura, combinando la producción de camarones con moluscos, peces, macroalgas y halófitas.
- Mejorar el diseño de los viveros (construcción de zonas tampón).
- Tratamiento de los sedimentos acumulados en los viveros.
- Mejorar el método de suministro de alimentos y su composición nutricional.
- Reducir la densidad de camarones en los tanques.
- Implantación de programas que prevean la recomposición del medio (complejo socioambiental) una vez finalizadas las actividades de producción de camarones.
- Implantar normas de procedimientos técnicos para el uso del bisulfito.
- Monitorización y gestión de las diversas fases de producción, complementándose con certificados de calidad ambiental y de salud animal.

**Responsables:**

- propietarios de las fincas

**Personas implicadas:**

- Secretaria Especial de Acuicultura y Pesca (SEAP)
- Comités de Cuencas Hidrográficas
- IBAMA, OEMAS, MPF.

**Calendario: -**

**Presupuesto: -**

**Beneficios esperados:**

- Reducir la descarga de nutrientes y contaminantes en el medio.
- Reducir o eliminar el intercambio de aguas (efluentes).
- Reducir el riesgo de enfermedades.
- Minimizar los impactos ambientales.
- Restauración de la zona una vez finalizada la actividad de producción.
- Evitar contacto del bisulfito con el medio y prevenir enfermedades en los trabajadores expuestos.

**Indicadores:**

- Bioindicadores
- Métodos físicos de análisis de calidad del agua.
- Revisiones periódicas del cumplimiento de las acciones anteriormente mencionadas

**Observaciones:**

- A pesar de estas propuestas de mejora, se seguirían produciendo impactos negativos en el medio y la comunidad; como la salinización de acuíferos, ocupación de áreas de manglar, e interferencias en el estilo de vida de la comunidad.

En Brasil solo se ha conseguido cerrar el ciclo de una única especie de gamba *Litopenaeus vannamei*, la cual puede volverse una especie invasora y aportar enfermedades en el ecosistema de la zona, haciendo inviable una camaronicultura sostenible en Brasil.

## Educación y sensibilización ambiental y social a nivel municipal, estatal e internacional.

### Objetivos:

- Dar a conocer y sensibilizar a la población sobre la importancia de la preservación del ecosistema manglar y las comunidades tradicionales.
- Fomentar la resistencia a la destrucción del manglar para la construcción de granjas de camarón.

### Acciones:

- Incorporar la educación sobre el ecosistema manglar y las comunidades tradicionales en las escuelas del Estado.
- Ofrecer estadas de voluntariado en la comunidad a través del Coordinating Commite for International Voluntary Service (CCIVS) dónde se enseñe a utilizar y a construir los diferentes artes de pesca y recolección de marisco, y otras actividades económicas como la *renda*. Al mismo tiempo, permitir conocer de primera mano las características de una comunidad de pescadores tradicional gracias a la convivencia.
- Realizar actividades de educación ambiental y social para todos los públicos.

### Responsables y personas implicadas:

- Docentes de las escuelas de Ceará.
- Técnicos ambientales
- Pescadores y recolectores de marisco interesados
- APMCV
- CCIVS

### Calendario:

- La planificación y elaboración del proyecto de las estadas de voluntariado y las actividades de educación ambiental y social se realizarían en un período de un mes. Por lo que hace al trabajo de educación relacionado con el ecosistema manglar y las comunidades tradicionales, este sería más difícil de llevar a cabo y conllevaría una planificación mayor, alrededor de dos meses, depende también del interés de los centros.
- El período de ejecución del voluntariado sería de un mes y se realizaría anualmente. En cambio, las actividades se realizaría un día al mes. La educación en las escuelas se ejecutaría durante un trimestre escolar.

### Presupuesto:

- Los gastos generados por el voluntariado quedarían cubiertos por los 500€ que pagarían en concepto de material, comida, alojamiento y recursos humanos.
- Para la educación escolar y las actividades, el presupuesto es mínimo.

### Beneficios esperados:

- Aumento de los defensores de la preservación y conservación del ecosistema manglar como también de los derechos de las comunidades tradicionales, de nivel de cualquier división territorial.
- La máxima difusión de los conocimientos relacionados y de la lucha que ejerce la comunidad.
- La detención de la construcción de granjas de camarón.

### Indicadores:

- Relevancia mediática.
- Elaboración de proyectos en defensa del manglar y las comunidades tradicionales.
- Evolución de la industria camarонера.
- Free listings.
- Grupos focales y cuestionarios de valoración.

## **Mejora de la aplicación y gestión legislativa en las APA y APP de los manglares mediante la creación de medidas legislativas correctoras y penales para el cumplimiento de la ley.**

### **Objetivos:**

- Hacer cumplir con la legislación de protección vigente sin excepción.
- Ampliar el APA y APP para la zona del apicum del manglar tal y como redefinió CONAMA en el concepto de manglar (Brasil. CONAMA nº 303, 2002).
- Penalizar y castigar conductas y acciones que incumplan la legislación de protección de manglar.
- Evitar la instalación de camaronicultura de manera ilegal.

### **Acciones:**

- Estipular clara y concisamente toda la legislación y ejecución que afecte a la protección del manglar incluido el apicum.
- Seguir los procedimientos acordados en La Convención de Ramsar para garantizar la conservación, mediante la combinación de políticas nacionales de futuro y acciones coordinadas internacionales.
- Enumerar y nombrar medidas judiciales penales por casos de incumplimiento concretos en el área de protección.
- Crear un órgano competente, interno en el gobierno, de aplicación y gestión.
- Coordinar acciones con organizaciones y asociaciones locales de las comunidades afectadas por el conflicto para realizar un seguimiento *in situ*.

### **Responsables:**

- Gobierno Central y Estatal (poder legislativo, ejecutivo y judicial).
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA).

### **Personas u organismos implicados:**

- Órgano de aplicación y gestión competente.
- Asociaciones y organizaciones locales como por ejemplo AMPCV.
- IPECE
- IBAMA
- SEMACE
- SEAP
- MPA
- CONAMA

### **Calendario:**

- Permanente.

### **Presupuesto:**

- Bajo, si hay buena coordinación con asociaciones y organizaciones locales donde se les pueden delegar acciones y trabajar en el terreno. El cumplimiento de legislación vigente no implica una inversión. La única inversión es la creación del órgano de aplicación y gestión, que no trabajarían en el terreno sino que serian los intermediarios entre el gobierno y las asociaciones locales.

### **Beneficios esperados:**

- Cumplimiento y ejecución estricta de la legislación vigente con la ampliación de

la zona protegida para el apicum.

- La protección para que no se puedan instalar empresas de camaronicultura.
- Protección APA y APP del manglar para no generar impactos insostenibles en el medio.
- Evitar la pérdida de SE que ofrece el manglar.

**Indicadores:**

- Instalación de empresa de camaronicultura en el manglar
- Observación participante (habitantes o asociaciones de la comunidad).
  - Indicios en la observación de maquinaria y/o materiales para la excavación y/o construcción.
  - Indicios de anomalías en la flora y fauna de la zona del manglar a causa de elementos o productos químicos.

**Observaciones: -**



## 12. Bibliografía



- Alier, J.M., 2007. La defensa de los manglares contra la industria camaronera. *Ecología política*, Icaria
- Alongi, D. M. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental conservation*, 29(03), 331-349.
- Alongi, D. M. 2009. The energetics of mangrove forests.
- Araújoa, M. V., & Freireb, G. S. S. (2008). Análise ambiental e de uso e ocupação da Área de Proteção Ambiental do estuário do Rio Ceará, Fortaleza–Ceará. *Revista de Geologia, Ceará*, 21(1), 7-19.
- Ball, M. C., & Farquhar, G. D. (1984). Photosynthetic and stomatal responses of the grey mangrove, *Avicennia marina*, to transient salinity conditions. *Plant Physiology*, 74(1), 7-11.
- Bernini, E., & Rezende, C. E. (2010). Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. *Revista Biotemas*, 23(1), 49-60.
- Bouillon, S., Koedam, N., Raman, A., & Dehairs, F. (2002). Primary producers sustaining macro-invertebrate communities in intertidal mangrove forests. *Oecologia*, 130(3), 441-448.
- Boyd, C. E., & Gautier, D. (2002). Sodium bisulfite treatments improve shrimp appearance but require proper disposal. *Global Aquaculture Advocate*, 5(4), 70-71.
- Burford, M. A., Costanzo, S. D., Dennison, W. C., Jackson, C. J., Jones, A. B., McKinnon, A. D., ... & Trott, L. A. (2003). A synthesis of dominant ecological processes in intensive shrimp ponds and adjacent coastal environments in NE Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 46(11), 1456-1469.
- Burford, M. A., Costanzo, S. D., Dennison, W. C., Jackson, C. J., Jones, A. B., McKinnon, A. D., ... & Trott, L. A. (2003). A synthesis of dominant ecological processes in intensive shrimp ponds and adjacent coastal environments in NE Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 46(11), 1456-1469.
- Burns, K. A., Garrity, S. D., & Levings, S. C. (1993). How many years until mangrove ecosystems recover from catastrophic oil spills?. *Marine Pollution Bulletin*, 26(5), 239-248.
- Burriel, M. 2012. L'altra cara del progrSE. Treball fi de carrera. UAB.

- Comissao de meio ambiente e desenvolvimento sustentável (C.M.A.D.S), 2008. Diagnostico sobre os impactos da carcinicultura (cultura de crustáceos em viveiros) no meio ambiente, nas regioes norte e nordeste. Relatorio final.
- Caldas, A., & Garavito, C. A. R. (2004). *La regulación jurídica del conocimiento tradicional: la conquista de los saberes*. ILSA.
- Cannicci, S., Burrows, D., Fratini, S., Smith III, T. J., Offenbergh, J., & Dahdouh-Guebas, F. (2008). Faunal impact on vegetation structure and ecosystem function in mangrove forests: a review. *Aquatic botany*, 89(2), 186-200.
- Cintrón Molero, G., & Schaeffer Novelli, Y. (1983). *Introducción a la ecología del manglar*. Rostlac.
- Clarke, P. J., & Kerrigan, R. A. (2002). The effects of seed predators on the recruitment of mangroves. *Journal of Ecology*, 90(4), 728-736.
- Clough, B.F.; Attiwill, P.M. 1975. Nutrient cycling in a community of *Avicennia marina* in a temperate region of Australia. En: Walsh, G.; Snedaker, S.C.; Teas, H., eds. Actas, international symposium on biology and management of mangroves. Gainesville, FL: University of Florida: 137-146.
- Comisión de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (C.M.A.D.S.). Diagnóstico sobre os impactos da carcinicultura no meio ambiente, nas regioes Norte e Nordeste. 2005. Relatório final.
- Costanza, R., *et al.*, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260. CrossRef, CSA
- Costanzo, S. D., O'Donohue, M. J., & Dennison, W. C. (2004). Assessing the influence and distribution of shrimp pond effluent in a tidal mangrove creek in north-east Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 48(5), 514-525.
- Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476-496.
- Dahdouh-Guebas, F., Van Pottelbergh, I., Kairo, J. G., Cannicci, S., & Koedam, N. (2004). Human-impacted mangroves in Gazi (Kenya): predicting future vegetation based on retrospective remote sensing, social surveys, and distribution of trees.

- Dame, R. F., Zingmark, R. G., & Haskin, E. (1984). Oyster reefs as processors of estuarine materials. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 83(3), 239-247.
- Dame, R., & Libes, S. (1993). Oyster reefs and nutrient retention in tidal creeks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 171(2), 251-258.
- De Graaf, G. J., & Xuan, T. T. (1998). Extensive shrimp farming, mangrove clearance and marine fisheries in the southern provinces of Vietnam. *Mangroves and Salt Marshes*, 2(3), 159-166.
- Del Rincón, D., Arnal, J., Latorre, A., & Sans, A. (1995). *Técnicas de investigación en ciencias sociales*. Dykinson.
- Duke, N. C., Meynecke, J. O., Dittmann, S., Ellison, A. M., Anger, K., Berger, U., ... & Dahdouh-Guebas, F. (2007). A world without mangroves?. *Science*, 317(5834), 41-42.
- García, S.; Tapia, A.; Muntané; J. Prat, J. 2012. Evaluación ambiental de la acuicultura de camarón sobre el ecosistema manglar en el tramo bajo del río Jaguaribe.
- García, Sara., Muntané, Júlia., Prat, Júlia., Tapia, Aïda. (2012). Análisis de la dimensión social y económica de la comunidad de Cumbe con el manglar y los impactos de la industria camaronera.
- García, Sara., Muntané, Júlia., Prat, Júlia., Tapia, Aïda. (2012). Evaluación ambiental de la acuicultura de camarón sobre el ecosistema manglar en el tramo bajo del río Jaguaribe.
- Giri, C.; Ochieng, E.; Tieszen, L. L.; Zhu, Z.; Singh, A.; Loveland, T.; Masek, J.; Duke, N. 2010. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data.
- Hervé Espejo, D. (2010). Noción y elementos de la justicia ambiental: Directrices para su aplicación en la planificación territorial y en la evaluación ambiental estratégica. *Revista de derecho (Valdivia)*, 23(1), 9-36.
- Hopkins, J. S., Sandifer, P. A., DeVoe, M. R., Holland, A. F., Browdy, C. L., & Stokes, A. D. (1995). Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States. *Estuaries*, 18(1), 25-42.

- IBI Engenharia Consultiva S/S, 2010. *Plano de gerenciamento das águas da bacia do Acaraú. Fase 2: Planejamento.*
- Indígenas, F. D. D. E. P. (2008). *Pueblos indígenas: derechos, estrategias económicas y desarrollo con identidad.* R. Sevilla (Ed.). Horlemann.
- James Davidson. *Outdoor recreation surveys: The design and use of questionnaires for site surveys.* London: Countryside Commission, 1970.
- Jimenez, J. (1985). Rhizophora mangle—red mangrove. *S0-ITF-SM-2. US Government Printing Office, Washington, DC.*
- Jiménez, J. A. (1985). Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f. *White mangrove.* New Orleans: US Department of Agriculture.
- Jimenez, J. A., & Lugo, A. E. (1985). *Avicennia Germinans (L) L., Black Mangrove: Avicenniaceae, Verbena Family.* US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- Jones, A. B., Dennison, W. C., & Preston, N. P. (2001). Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. *Aquaculture*, 193(1), 155-178.
- Jones, A. B., O'donohue, M. J., Udy, J., & Dennison, W. C. (2001). Assessing ecological impacts of shrimp and sewage effluent: biological indicators with standard water quality analyses. *Estuarine, coastal and shelf science*, 52(1), 91-109.
- Jones, A. B., Preston, N. P., & Dennison, W. C. (2002). The efficiency and condition of oysters and macroalgae used as biological filters of shrimp pond effluent. *Aquaculture research*, 33(1), 1-19.
- Kauffman, J. B., & Cole, T. G. (2010). Micronesian mangrove forest structure and tree responses to a severe typhoon. *Wetlands*, 30(6), 1077-1084.
- Kauffman, J. B., & Donato, D. C. (2012). Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests. *Center for International Forestry Research Center (CIFOR) Working paper*, 86.
- Krauss, K. W., Lovelock, C. E., McKee, K. L., López-Hoffman, L., Ewe, S. M., & Sousa, W. P. (2008). Environmental drivers in mangrove establishment and early development: a review. *Aquatic Botany*, 89(2), 105-127.
- Kristensen, E., & Alongi, D. M. (2006). Control by fiddler crabs (*Uca vocans*) and plant roots (*Avicennia marina*) on carbon, iron, and sulfur

- biogeochemistry in mangrove sediment. *Limnol. Oceanogr*, 51(4), 1557-1571.
- Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T., & Marchand, C. (2008). Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: a review. *Aquatic Botany*, 89(2), 201-219.
- Lee, S. Y. (1999). Tropical mangrove ecology: physical and biotic factors influencing ecosystem structure and function. *Australian Journal of Ecology*, 24(4), 355-366.
- Lenz, T., & Boehs, G. (2011). Ciclo reproductivo del ostión de manglar *Crassostrea rhizophorae* (Bivalvia: Ostreidae) en la Bahía de Camamu, Bahia, Brasil. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 137-149.
- Lugo, A. E., & Snedaker, S. C. (1974). The ecology of mangroves. *Annual review of ecology and systematics*, 39-64.
- Macnae, W., 1968. Fauna and flora of mangrove swamps. *Adv. Mar. Biol.* 6, 73–270.
- Martínez-Vilalta y Piñol, 2006. Ecología con números.
- McGreer, E. R. (1982). Factors affecting the distribution of the bivalve, *Macoma balthica* (L.) on a mudflat receiving sewage effluent, Fraser river estuary, British Columbia. *Marine environmental research*, 7(2), 131-149.
- McKinnon, A. D., Trott, L. A., Cappo, M., Miller, D. K., Duggan, S., Speare, P., & Davidson, A. (2002). The trophic fate of shrimp farm effluent in mangrove creeks of North Queensland, Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55(4), 655-671.
- MEIRELES, A.J.A. Morfologia litoral y sistema evolutivo de la costa de Ceará – Nordeste de Brasil. Universidad de Barcelona, España, 2001, 353p. Tesis de Doctorado.
- Meireles, A.J.A.; Cassola, R.; Tupinambá, S.V.; Queiroz, L.S. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, Nordeste do Brasil. 2008.
- Montón, Laia, Morera, Mariona, Pla, Carla. (2012). Estudi de l'impacte ambiental i socioambiental al camp de dunes de Cumbe, afectat pel Parc Eòlic Aracati

## Bibliografía

- Montserrat, M. M. (2011). *Conflictos socio-ambientales de la acuicultura del camarón en Centroamérica: un análisis desde la justicia ambiental*. Lulu.com.
- Moura, A. R. L. U. 2009. A multi-temporal remote sensing and gis based inventory of the mangroves at itamaracá estuarine system, northeastern brazil.
- Nelson, K. A., Leonard, L. A., Posey, M. H., Alphin, T. D., & Mallin, M. A. (2004). Using transplanted oyster (*Crassostrea virginica*) beds to improve water quality in small tidal creeks: a pilot study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 298(2), 347-368.
- Nordhaus, I., & Wolff, M. (2007). Feeding ecology of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Ocypodidae): food choice, food quality and assimilation efficiency. *Marine Biology*, 151(5), 1665-1681.
- Paez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, 28(1), 131-140.
- Páez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective. *Environmental pollution*, 112(2), 229-231.
- Pereira, B. E., & Diegues, A. C. (2010). Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 22(1).
- Queiroz, L. 2014. Percepção comunitaria de los servicios ecosistémicos de los manglares: caso de estudio en Cumbe, Ceará, Brasil.
- Queiroz, L., Rossi, S., Meireles, J., & Coelho, C. (2013). Shrimp aquaculture in the federal state of Ceará, 1970–2012: Trends after mangrove forest privatization in Brazil. *Ocean & Coastal Management*, 73, 54-62.
- Ramos, R., Vinatea, L., Seiffert, W., Beltrame, E., Silva, J. S., & Costa, R. H. R. D. (2009). Treatment of shrimp effluent by sedimentation and oyster filtration using *Crassostrea gigas* and *C. rhizophorae*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(3), 775-783.
- Red Tucum. (2009). *Roteiro de Viagem, Curral Velho*.



- Rönnbäck, P. (1999). The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological Economics*, 29(2), 235-252.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Adaime, R. R., & de Camargo, T. M. (1990). Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. *Estuaries*, 13(2), 204-218.
- Silva, C. A. R., Rainbow, P. S., Smith, B. D., & Santos, Z. L. (2001). Biomonitoring of TRACE metal contamination in the Potengi estuary, Natal (Brazil), using the oyster *Crassostrea Rhizophorae*, a local food source. *Water Research*, 35(17), 4072-4078.
- Smith III, T. J. (1987). Effects of seed predators and light level on the distribution of *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. in tropical, tidal forests. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 25(1), 43-51.
- Sousa de Freitas, Raylka Franklin. (2011) *Da casa ao mangue: Um (re) conhecimento do Trabalho doméstico e da pesca realizada pelas mulheres de Curral Velho, Ceará.*
- Spalding, M. *et al.*, 2010. World atlas of Mangroves. Earthscan Ltd.
- Stieglitz, T., Ridd, P., & Müller, P. (2000). Passive irrigation and functional morphology of crustacean burrows in a tropical mangrove swamp. *Hydrobiologia*, 421(1), 69-76.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1992). Introducción. Ir hacia la gente. *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación. La Búsqueda de Significados.* Editorial Paidós. Barcelona, España.
- Tomlinson, P. B. (1994). *The botany of mangroves*. P. B. Tomlinson (Ed.). Cambridge University PrSE.
- Torr & Alongi, 2000
- Trott, L. A., & Alongi, D. M. (2000). The impact of shrimp pond effluent on water quality and phytoplankton biomass in a tropical mangrove estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 40(11), 947-951.
- Twilley, R. R. (1995). Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments. *Maximum power: The ideas and Applications of HT Odum*, 43-62.
- Twilley, R. R., & Day Jr, J. W. (2012). Mangrove wetlands. *Estuarine ecology*. Wiley, New York, 165-202.

## *Bibliografía*

- Wang, J. K. (1990). Managing shrimp pond water to reduce discharge problems. *Aquacultural engineering*, 9(1), 61-73.
- Wolanski, E., Spagnol, S., Thomas, S., Moore, K., Alongi, D. M., Trott, L., & Davidson, A. (2000). Modelling and visualizing the fate of shrimp pond effluent in a mangrove-fringed tidal creek. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50(1), 85-97.
- Ye, Y., Tam, N. F. Y., Lu, C. Y., & Wong, Y. S. (2005). Effects of salinity on germination, seedling growth and physiology of three salt-secreting mangrove species. *Aquatic Botany*, 83(3), 193-205.
- Zarco-Espinosa, V. M., Valdez-Hernández, J., Ángeles-Pérez, G., & Castillo-Acosta, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia*, 26(1), 1-17.

## 13. Acrónimos y palabras clave

### 13.1 Palabras clave

**Acuicultura:** es el conjunto de actividades, técnicas y conocimientos de cultivo de especies acuáticas, vegetales y animales. Es una importante actividad económica de producción de alimentos, materias primas de uso industrial y farmacéutico, y organismos vivos para repoblación u ornamentación.

**Acuíferos:** es aquel estrato o formación geológica permeable que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas

**Agente geomorfológico:** Son aquellos que modelan la superficie terrestre, entre ellos el agua, el hielo, el viento

**Agronegocio:** es la actividad económica que comprende la producción, industrialización y comercialización de productos agrarios pecuarios, forestales y biológicos.

**Apicum:** se refiere a planicies de marea asociadas al ecosistema manglar

**Biodetritos:** Desintegración y descomposición de organismos muertos.

**Camarón:** Se entiende por camarón a los de la familia *penaeidae*. Pequeño crustáceo decápodo que llega a medir hasta un decímetro de longitud.

**Camaronicultura:** Hace referencia tanto al cultivo de camarones como a la empresa que desarrolla esta actividad.

**Dinámica batimétrica:** Cambios producidos en la diferentes altitudes dentro del agua.

**Dunas:** acumulación de arena, en los desiertos o el litoral, generada por el viento, por lo que las dunas poseen unas capas suaves y uniformes.

**Ecoturismo:** Enfoque para las actividades turísticas en el cual se privilegia la sustentabilidad, la preservación, la apreciación del medio (tanto natural como cultural) que acoge y sensibiliza a los viajeros. El turismo ecológico se promueve como un turismo "ético" y alternativo, en el cual también se tiene en cuenta como primordial el bienestar de las poblaciones locales, y que se refleja en la estructura y funcionamiento de las empresas, y cooperativas que se dedican a ofrecer tal servicio.

**Enfoque multicriterio:** enfoque que permite orientar la toma de decisiones a partir de varios criterios comunes. Este método se destina esencialmente a la comprensión y a la resolución de problemas de decisión.

**Especies vegetales halófilas:** son esas que toleran la sal. Viven de manera natural en lugares salobres.

**Evapotranspiración:** es el proceso por el cual el agua es transferida desde la superficie terrestre hacia la atmósfera. Incluye tanto la evaporación de agua en forma sólida como líquida directamente del suelo o desde las superficies vegetales vivas o muertas (rocío, escarcha, lluvia interceptada por la vegetación), como las pérdidas de agua a través de las superficies vegetales, particularmente las hojas.

**Exutorios de acuíferos:** evacuación natural de los gases y control de temperatura de un acuífero.

**Ictiofauna:** conjunto de especies de peces que existen en una determinada región biogeográfica.

**Indicadores ambientales:** variable que ha sido socialmente dotada de un significado añadido al derivado de su propia configuración científica, con el fin

de reflejar de forma sintética una preocupación social con respecto al medio ambiente e insertarla coherentemente en el proceso de toma de decisiones.

**Impacto ambiental:** efecto que produce una determinada acción sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. Técnicamente, es la alteración de la línea base, debido a la acción antrópica o a eventos naturales.

**Isoterma:** Temperatura constante. No hay variación de temperatura.

**Neumatóforo:** son un tipo de raíz que crece hacia arriba (geotropismo negativo), presente en ciertas plantas asociadas a cuerpos de agua. Los neumatóforos favorecen la oxigenación de las partes de la planta que están sumergidas bajo el agua.

**Potencial hídrico:** es la energía potencial del agua. La energía libre que poseen las moléculas de agua para realizar trabajo. Cuantifica la tendencia del agua de fluir desde un área hacia otra. Es un concepto generalmente utilizado en fisiología vegetal que permite explicar la circulación del agua en las plantas; como así también en los animales y el suelo.

**Rede Tucum:** Red cearense de turismo comunitario.

**Región indo-pacífica:** Región biogeográfica de los mares de la Tierra, que comprende las aguas tropicales del océano Índico, el océano Pacífico occidental y central, y el mar que conecta las dos en el área general de Indonesia.

**Servicios ecosistémicos (SE):** beneficios que proveen los ecosistemas a los seres humanos, los cuales contribuyen a hacer la vida no sólo físicamente posible sino también digna de ser vivida.

**Viviparidad:** Todo animal cuyo embrión se desarrolla en el vientre de la hembra, luego de la fecundación. El embrión se desarrolla en una estructura

especializada donde recibirán alimento y oxígeno para formarse, crecer y madurar.

**Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT):** que es la célula atmosférica donde se encuentran los vientos alisos de los dos hemisferios los cuales son los principales factores de circulación atmosférica (M. Burriel, 2013).

**Zona fótica:** en los ecosistemas marinos y lacustres, es la zona donde penetra la luz. Su profundidad es variable según la turbidez del agua.

**Zona intermareal:** parte litoral situada entre los niveles conocidos de las máximas y mínimas mareas.

## **13.2 ACRÓNIMOS**

**AMPCV:** *Associação de Marisqueiras e Pescadores do Curral Velho*

**APA:** Área de Protección Ambiental.

**APP:** Área de Preservación Permanente.

**CCIVS:** Coordinating Committee for International Voluntary Service

**CONAMA;** Consejo Nacional de Medio Ambiente.

**COEMA:** Consejo Estatal de Medio Ambiente

**EPA:** *Environmental Protection Agency*

**FAO:** Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas.

**FUNCEME:** *Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos*

**IBAMA:** Instituto Brasileño del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.

**IPECE:** Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará.

**ICTA:** Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals.

**IUCN:** International Union for Conservation of Nature.

**MPA:** Ministerio de Aquicultura e Pesca.

**MMA:** Ministerio do Meio Ambiente

**MPF:** Ministerio Público Federal

**OEMAS:** Orgaos Estaduais de Meio Ambiente

**SEAP:** Secretaria Especieal de Acuicultura y Pesca.

**SEMACE:** *Superintendência Estadual do Meio Ambiente.*

**UAB:** Universitat Autònoma de Barcelona.

**UFC:** Universidade Federal do Ceará.

**ZCIT:** Zona de Convergencia Inter-Tropical.

**ZEE:** Zona Económica Exclusiva.





## 14. Presupuesto

	Cantidad	Unidad	Coste unidad	Total €	
<b>Recursos humanos</b>	<u>Fase inicial</u>	48	horas	14	672
	Planificación del proyecto	25	horas	14	350
	Informacion bibliografica previa	20	horas	14	280
	Recopilacion de material cartografico	3	horas	14	42
	<u>Trabajo de campo</u>	247	horas	14	3458
	Creacion del banco de datos de pescadores y marisqueros	9	horas	14	126
	Reunion presentacion	2	horas	14	28
	<b>Parte ambiental</b>				
	Muestreo estructura vegetación	120	horas	14	1665
	Muestreo ostra del manglar	10	horas	14	138,75
	<b>Parte económica</b>				
	Seguimiento de la pesca	24	horas	14	336
	Cuestionario de la pesca	30	horas	14	420
	Cuestionario de la carcinicultura	5	horas	14	70
	<b>Parte social</b>				
	Reuniones grupos focales	12	horas	14	168
	Free listing	5	horas	14	70
	Encuestas de valoracion	30	horas	14	420
	<u>Procesamiento de los datos</u>	100	horas	14	1400
	<u>Análisis de los datos</u>	100	horas	14	1400
<u>Redacción de la memoria</u>	200	horas	14	2800	
Dietas				178	
Alojamiento				290	
Transporte				1051	
Material				8	
Tramites				113	
Imprevistos 10%				1137	
Total investigador				12507	
Total proyecto (X 5 técnicos)				62535	
IVA 21%				75667	







## 16. Anexo



## 16.1 Ficha de recogida de datos durante el muestreo de vegetación.

<b>Gamboa:</b>		
<b>Zona de muestreo:</b>		
<b>Tamaño parcela:</b>		
<b>Observaciones:</b>		
<b>Estadio</b>	<b>Especie</b>	<b>Diámetro</b>

## 16.2 Análisis estadísticos

### 16.2.1 Contraste de hipótesis de diámetros de árboles.

#### Pruebas de normalidad

Estadio	Gamboa	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Plántulas	Diametro	Gamboa 1	,209	102	,000	,810	102	,000
		Gamboa 2	,205	119	,000	,894	119	,000
Jóvenes	Diametro	Gamboa 1	,164	404	,000	,765	404	,000
		Gamboa 2	,166	327	,000	,813	327	,000
Adultos	Diametro	Gamboa 1	,131	74	,003	,883	74	,000
		Gamboa 2	,100	50	,200*	,888	50	,000

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

- Plántulas (significancia de 0,05)

#### Resumen de prueba de hipótesis

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de Diametro es la misma entre las categorías de Gamboa.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .0

- Árboles jóvenes

**Resumen de prueba de hipótesis**

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
La distribución de Diámetro es la misma entre las categorías de Gamboa.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

- Árboles adultos

**Resumen de prueba de hipótesis**

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
La distribución de Diámetro es la misma entre las categorías de Gamboa.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	,939	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es .05.

## 16.2.2 Contraste hipótesis *Crassostrea rhizophorae*

### 16.2.2.1 Contraste de hipótesis de tallas entre gamboas

**Pruebas de normalidad**

Tramo	Mida	Gamboa	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Bajo	Mida	Gamboa 1	,109	38	,200*	,960	38	,192
		Gamboa 2	,048	133	,200*	,989	133	,405
Medio	Mida	Gamboa 1	,060	225	,045	,953	225	,000
		Gamboa 2	,087	184	,002	,965	184	,000
Alto	Mida	Gamboa 2	,042	191	,200*	,991	191	,296

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

- Tramo bajo

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

Mida

Tramo	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Bajo	19,070	1	169	,000
Medio	7,304	1	407	,007

**ANOVA de un factor**



Tramo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Bajo	Inter-grupos	643,443	1	643,443	13,671	,000
	Intra-grupos	7954,470	169	47,068		
	Total	8597,913	170			
Medio	Inter-grupos	1558,254	1	1558,254	34,694	,000
	Intra-grupos	18280,142	407	44,914		
	Total	19838,396	408			

- Tramo medio

#### Resumen de prueba de hipótesis

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de Mida es la misma entre las categorías de Gamboa.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es

### 16.2.2.2 Contraste de hipótesis de peso entre gamboas

#### Pruebas de normalidad

Tramo	Gamboa	Gamboa	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Bajo	Peso	Gamboa 1	,153	38	,025	,883	38	,001
		Gamboa 2	,133	133	,000	,905	133	,000
Medio	Peso	Gamboa 1	,140	225	,000	,834	225	,000
		Gamboa 2	,223	184	,000	,760	184	,000
Alto	Peso	Gamboa 2	,147	191	,000	,836	191	,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

- Tramo bajo

#### Resumen de prueba de hipótesis

Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1 La distribución de Peso es la misma entre las categorías de Gamboa.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es

- Tramo medio

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Peso es la misma entre las categorías de Gamboa.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	,041	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es

16.2.2.3 . Contraste de hipótesis de talla y peso entre tramos de una misma gamboa

- Talla en la gamboa afectada (significancia 0,05)

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Mida es la misma entre las categorías de Tramo.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	,022	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es

- Talla en la gamboa Control (significancia 0,05)

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Mida es la misma entre las categorías de Tramo.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,0

- Peso en la gamboa afectada (significancia 0,05)

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Peso es la misma entre las categorías de Tramo.	Prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	,071	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05

- Peso en la gamboa control (significancia 0,05)

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Peso es la misma entre las categorías de Tramo.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,0

## 16.3 Cartografía y planos