

# Evaluación Ambiental de la Acuicultura de Camarón sobre el ecosistema Manglar en el tramo bajo del río Jaguaribe



## Autoras

Sara García Betorz  
Júlia Muntané Carol  
Júlia Prat Salvà  
Aïda Tapia Mercader

## Dirección

Dr. Sergio Rossi

## Codirección

Luciana Queiróz

## Redactoras

Sara García Betorz  
Aïda Tapia Mercader

**Ciències Ambientals,  
2011/2012**  
**[kilombo@gmail.com](mailto:kilombo@gmail.com)**



# Agradecimientos

Este trabajo presentado no habría sido posible sin todas las personas que nos han apoyado y ayudado el día a día, es por eso que antes de citarlas, damos las gracias a cada una de ellas y pedimos disculpas si nos dejamos tu nombre, (no nos lo tengas en cuenta) son tantas las personas que han hecho posible éste proyecto que esperamos no dejarnos a nadie:

A nuestro tutor, Sergio Rossi, que nos ilusionó con la posibilidad de realizar un proyecto maravilloso, su visión/forma de trabajo nos entusiasmó. Gracias por guiarnos.

A nuestra gran amiga y compañera de viaje Luciana Queiroz, porque has sido el puente entre nosotras y un nuevo país, Brasil. Gracias por tu dedicación y por compartir nuestras “quintas de carangueijos”.

A nuestras familias, Tapia Mercader, Muntané Carol, Prat Salvà y García Betor, sin vosotros hubiera sido más difícil cruzar el “charco”. Gracias por apoyarnos y seguirnos siempre allá donde vamos. Y sobre todo gracias por querernos.

A Jeovah Meireles, que nos abrió las puertas de la Universidad Federal de Ceará y nos acogió con los ojos cerrados.

A todos los alumnos y profesores de la Universidad Federal de Ceará, que nos mostraron sus hábitos y conocimientos, nos escucharon con atención y pudimos aprender tanto de ellos.

A Thiago Costa, nuestro guardián de Fortaleza. Qué bien haberte conocido. Obrigadas mil veces.

A João Luís Joventino do Nacimiento, nuestro querido João, valiente persona por delante de todo. Gracias por habernos acogido y habernos hecho sentir parte de Cumbe y de tu familia. Los bailes “Cuduro” no pueden ser más nuestros. Tu sonrisa es nuestra sonrisa.

A toda la familia de João, especialmente a Edith y Gracy, por ser parte de nuestro día a día. Por cuidarnos y por compartir tantos y tantos “txás” en casa. Oshtras goshtosas! Obrigadas mil veces!

A todos los pescadores de Cumbe, y en especial a Ronaldo, Francisco, Nitim, Reginaldo, Chim y Titico por demostrarnos que se puede ser mayor y seguir siendo un niño. Por ayudarnos tanto a entender las mareas, el manglar y el portugués. Qué difícil era entendernos al principio. Después de estar con ellos, te ibas a casa con una gran sonrisa, y estando lejos de nuestra tierra era lo que más agradecíamos.

A las “marisqueiras” de Cumbe, en especial a Luciana, Cleomar y Sonia por ser tan fuertes y valientes, por luchar por lo que quieren y enseñarnos que nunca es tarde para cambiar a la simplicidad.

A todas las personas, que de un modo u otro, influyeron en la decisión de viajar a Cumbe, vosotros ya sabéis quién sois. Profesores, amigos o conocidos. Gracias también por tu granito de arena.

A nuestro lector, seas quien seas, por leernos y dedicarnos un poco de tu tiempo.

Y sobre todo, te damos las gracias a ti, Cumbe. Por enseñarnos la humildad y la humanidad que existe dentro de cada uno de nosotros. Porque ya no somos las mismas después de conocerte.

Tuas meninas.

*A Cumbe, porque me has enseñado tanto y te hecho tanto de menos. Y a mis compañeras, porque he aprendido mucho con vosotras. Siempre nos quedará “voltar”.*

Sara García Betorz

*Obrigada Cumbe, obrigada Brasil, por demonstrar dia a dia que a maior riqueza não pode ser contada.*  
Júlia Muntané Carol

*Perquè darrere cada somni sempre hi ha persones que ens recolzen i que creuen amb nosaltres. Als meus pares, per fer possible aquest somni, a vosaltres “meninas”, per acompañar-m’hi, i a Cumbe, “por ensinar me que tudo pode ser possível”.*

Júlia Prat Salvà

*Gracies al meus pares per entendre’m i ajudar-me.  
Obrigada ao povo de Cumbe por ensenyarnos viver ao ritmo da natureza.  
I gracies a totes les persones que van fer-nos sentir prop de casa mentre estavem lluny.*  
Aïda Tapia Mercader

# Índice

|   |    |
|---|----|
| 1. Introducción                             | 1  |
| 2. Antecedentes                             | 2  |
| 2.1. Ecología del ecosistema manglar        | 3  |
| 2.1.1. Biología                             | 3  |
| 2.1.2. Temperatura.                         | 6  |
| 2.1.3. Salinidad                            | 7  |
| 2.1.4. Productividad                        | 8  |
| 2.1.5. Gradiente de las mareas              | 9  |
| 2.1.6. Suministro de agua dulce             | 9  |
| 2.2. Distribución geográfica                | 9  |
| 2.2.1. Mundial                              | 9  |
| 2.2.2. Brasil                               | 13 |
| 2.3. Servicios ambientales de los manglares | 14 |
| 2.4. Valores sociales                       | 16 |
| 2.4.1. Recreación                           | 16 |
| 2.4.2 Significado cultural                  | 16 |
| 2.4.3 Educación                             | 17 |
| 2.5 Valores económicos                      | 17 |
| 2.5.1 Productos vegetales                   | 17 |
| 2.5.2 Productos medicinales                 | 18 |
| 2.5.3 Ecoturismo                            | 18 |
| 2.5.4 Economía de la pesca en Brasil        | 18 |
| 2.6 Amenazas                                | 22 |
| 2.7 Marco legislativo de los manglares      | 25 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.7.1 | Internacional  | 25 |
| 2.7.2 | Brasil   | 26 |
| 3     | Análisis del vector  | 30 |
| 3.1   | Geografía  | 30 |
| 3.2   | Historia   | 32 |
| 3.3   | Clima  | 32 |
| 3.4   | Hidrología   | 33 |
| 3.5   | Geología y Geomorfología   | 34 |
| 3.6   | Flora y Fauna  | 36 |
| 3.7   | Uso y ocupación  | 41 |
| 3.8   | Comunidades tradicionales y su modo de vida. La comunidad de Cumbe | 42 |
| 3.9   | Amenaza al modo de vida tradicional                                | 43 |
| 4     | Diagnosis del problema planteado                                   | 44 |
| 5     | Objetivos  | 51 |
| 5.1   | Objetivo generales   | 51 |
| 5.2   | Objetivos específicos  | 51 |
| 6     | Metodología  | 52 |
| 6.1   | Revisión bibliográfica   | 52 |
| 6.2   | Trabajo de campo y laboratorio                                     | 52 |
| 6.2.1 | <i>Crassostrea Rhizophorae</i>                                     | 55 |
| 6.2.2 | <i>Ucides Cordatus</i> y Neumatóforos                              | 55 |
| 6.2.3 | Estructura del manglar   | 56 |
| 6.2.4 | Materia orgánica   | 57 |
| 6.3   | Tratamiento y evaluación de datos                                  | 57 |
| 6.4   | Limitaciones   | 57 |

|   |    |
|---|----|
| 7 Resultados y discusión                                      | 59 |
| 7.1 <i>Crassostrea Rhizophorae</i>                            | 59 |
| 7.2 <i>Ucides Cordatus</i>                                    | 64 |
| 7.3 Materia Orgánica  | 68 |
| 7.4 Estructura del manglar                                    | 69 |
| 8 Conclusiones  | 74 |
| 9 Descripción general de las actuaciones de mejora a realizar | 76 |
| 10 Programación   | 80 |
| 11 Presupuesto  | 81 |
| 12 Acrónimos  | 82 |
| 13 Glosario   | 83 |
| 14 Bibliografía   | 85 |
| 15 Anexos   | 94 |

# Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Distribución global de los manglares   | 10 |
| Figura 2: Los 15 países con una mayor área de manglar  | 10 |
| Figura 3: Distribución global de las distintas especies de manglar y su taxonomía  | 12 |
| Figura 4: Mapa de la distribución geográfica de los manglares en Brasil  | 13 |
| Figura 5: Distribución de los bosques de manglar en los estados de Brasil  | 14 |
| Figura 6: Jurisdicción de las aguas Brasileras   | 18 |
| Figura 7: Balance comercial de la pesca en Brasil  | 20 |
| Figura 8: Municipios costeros de Ceará   | 20 |
| Figura 9: Flota pesquera en el Estado de Ceará   | 21 |
| Figura 10: Área de hábitat de manglares destruidos en todo el mundo por diferentes actividades humanas   | 23 |
| Figura 11: Localización del área de estudio  | 30 |
| Figura 12: Área de estudio y distribución usos del suelo   | 31 |
| Figura 13: Mapa de la hidrología del área de estudio   | 34 |
| Figura 14: Mapa de la geomorfología del área de estudio  | 35 |
| Figura 15: Mapa de la geología del área de estudio   | 35 |
| Figura 16: Mapa de la Pedología del área de estudio  | 36 |
| Figura 17: Mapa de la fitogeología del área de estudio   | 38 |
| Figura 18: Esquema de las unidades del ecosistema manglar  | 39 |
| Figura 19: Mapa usos del suelo del área de estudio   | 41 |
| Figura 20: Causas y efectos de las acciones relacionadas con los impactos ambientales de la acuicultura de camarón   | 45 |
| Figura 21: Evolución de las fincas camaroneras en el bajo tramo del Río Jaguaribe en función del área y del perímetro que ocupan durante el período de 1988 a 2011 | 47 |
| Figura 22: Esquema de la zonificación del área de estudio  | 53 |
| Figura 23: Fotografías de los tres brazos de estudio. De izquierda a derecha: Arrombado, Cumbe y Canavieira  | 53 |
| Figura 24: Mapa de la zonificación del área de estudio   | 54 |
| Figura 25: Fotografía del método de recolecta de <i>Crassostrea Rhizophorae</i>  | 55 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 26: Gráfico de longitud de la concha de las ostras recogidas en los tres brazos del Río Jaguaribe                          | 59 |
| Figura 27: Gráfico que muestra las diferencias de peso fresco de ostras entre los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe        | 60 |
| Figura 28: Gráfico sobre las diferencias de peso fresco de las ostras en los tramos de los ríos                                   | 61 |
| Figura 29: Fotografías de los tres brazos de estudio. Izquierda: Cumbe. Derecha arriba: Canavieira. Derecha abajo: Arrombado      | 61 |
| Figura 30: % de ostras vivas entre los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe.  | 62 |
| Figura 31: Densidad de ostras entre los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe  | 63 |
| Figura 32: <i>Ucides Cordatus</i>   | 64 |
| Figura 33: Nº agujeros <i>Ucides Cordatus</i> por tramos de los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe                          | 64 |
| Figura 34: % Agujeros llenos de <i>Ucides Cordatus</i> por tramos de los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe                 | 65 |
| Figura 35: Gráfico sobre localización principal de pesca de los pescadores de Cumbe   | 66 |
| Figura 36: Recolector de <i>Ucides Cordatus</i>   | 67 |
| Figura 37: Gráfico del porcentaje de materia orgánica de los Brazos del Río Jaguaribe estudiados                                  | 68 |
| Figura 38: Abundancia relativa de las especies de manglar en los diferentes brazos del río  | 69 |
| Figura 39: Gráfico de la altura media de los árboles en los brazos del Río Jaguaribe estudiados                                   | 70 |
| Figura 40: Diferencias entre los tres brazos del río. De arriba a bajo: Arrombado, Cumbe y Canavieira                             | 71 |
| Figura 41: Algas a la salida de un vivero en el tramo medio del brazo de río Cumbe  | 72 |
| Figura 42: Número de raíces de <i>Laguncularia Racemosa</i> i <i>Avicenia</i> sp. En los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe | 73 |
| Figura 43: Neumatóforos en Canavieira   | 73 |

# Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Servicios y funciones de los servicios ambientales de los manglares del Río Jaguaribe | 15 |
| Tabla 2: Balance Hídrico e índice de aridez  | 34 |
| Tabla 3: Listado de peces  | 40 |
| Tabla 4: Listado de crustáceos   | 41 |

# 1. Introducción

La cultura del manglar y la pesca artesanal está presente en la vida cotidiana de los habitantes de Cumbe, una comunidad situada en el estuario del río Jaguaribe, en Ceará, Brasil. En esta zona se desarrollan actividades económicas que obedecen a distintas lógicas económicas y sociales. La acuicultura de camarones obedece la lógica de apropiación del espacio generando graves secuelas socioambientales comprometiendo el flujo de los servicios ecosistémicos producidos por los manglares. Esta lógica acuícola choca con las formas de uso y percepción comunitaria del territorio (agricultura familiar, pesca, artesanías, etc.) que están íntimamente relacionados a la socialización del grupo obedeciendo principios de reciprocidad y colectividad.

Los habitantes de Cumbe dependen por completo del estado de conservación de los manglares y de otros ecosistemas integrados a ellos ya que se benefician de sus servicios ambientales (e.g. pesca y recolecta de marisco). De esta forma, este pueblo valora y percibe de distintas formas estos servicios generados por los manglares. Sin embargo, estos usos y valores de los servicios ambientales en el marco de las estrategias de sustento de las comunidades tradicionales en el Jaguaribe son poco visibles y a veces por completo ignorados.

Este proyecto pretende hacer una evaluación tanto ambiental como socioeconómica de la zona, empezando por determinar si hay alguna relación directa o/e indirecta entre la degradación del manglar y la industria camaronera y, a la vez profundizar en la parte social y económica del conflicto, cuantificando los valores atribuidos a los servicios ambientales de los manglares por los habitantes de Cumbe y demostrando una economía artesanal, real y sostenible.

## 2. Antecedentes

El término "manglar" se refiere a un conjunto de árboles y arbustos tropicales que crecen en la zona intermareal. Los manglares son aproximadamente 16 familias y 40-50 especies (dependiendo de la clasificación). De acuerdo con Tomlinson (1986), los siguientes criterios son necesarios para que una especie sea designada un "manglar estricto": 1. Fidelidad completa con el medio ambiente del manglar; 2. Juega un papel importante en la estructura de la comunidad y tiene la capacidad de formar bosques puros; 3. Especialización morfológica para la adaptación al hábitat; 4. Especialización fisiológica de adaptación a su hábitat; 5. Aislamiento taxonómico de los parientes terrestres.

Por lo tanto, el término manglar se utiliza para describir tanto un solo individuo como también un grupo diverso de plantas que están adaptadas a un hábitat húmedo, toda la comunidad de manglar entera.

A pesar de los primeros trabajadores consideraron los bosques de manglares no importantes, comunidades de transición con una baja productividad, la mayoría de los ecólogos de hoy los ven como altamente productivos, sistemas de importancia ecológica. Hay cuatro funciones principales de los manglares reconocidas:

Los manglares contribuyen a la formación del suelo y ayudan a estabilizar las costas. También actúan como filtros para la escorrentía de las tierras altas.

Los sistemas de manglares sirven de hábitat para muchos organismos marinos, como peces, cangrejos, ostras y otros invertebrados y la vida silvestre como aves y reptiles. Los manglares producen grandes cantidades de detritus que pueden contribuir a la productividad en aguas de la costa.

Además de estos papeles de importancia ecosistémica, los bosques de manglares poseen atributos que son específicamente importantes para los seres humanos, tanto por su gran importancia cultural como por el sustento de las poblaciones, ya que estas se benefician de sus servicios ambientales.

También, por ejemplo, como está citado en el Mangrove Ecology Workshop Manual editado por Ilka C. Feller en 1996, los manglares son esenciales para la protección que de las comunidades costeras contra tormentas o huracanes. Se ha sugerido que la gran pérdida de vida (300.000 a 500.000 vidas) en Bangladesh durante el tifón 1970 fue debido en parte al hecho de que muchos de los manglares protegen las zonas costeras pobladas, habían sido retirados y sustituidos por los arrozales. También, el documento de 2006, *Mangroves: Nature's defence against Tsunamis: A report on the impact of mangrove loss and shrimp farm development on coastal defences* editado por el Environmental Justice Foundation (EJF) de Londres constata la importancia y función de los manglares en zonas de tsunamis en algunas zonas asiáticas, y los problemas devastadores causados cuando el manglar es inexistente.

Otras funciones de este ecosistema es la cantidad de organismos marinos ligados a la pesca, con valor comercial, que buscan refugio en manglares, o

especies amenazadas i en peligro también residen en el ecosistema. También, darle al manglar un valor turístico, ya que tiene un atractivo por diversas actividades recreativas.

## 2.1 Ecología del Ecosistema Manglar

### 2.1.1 Biología

#### Raíces

Los manglares están muy adaptados al medio ambiente costero con raíces aéreas de respiración, raíces extensas de soporte, hojas que excretan sal y propágulos vivíparos de dispersión de agua. Estas adaptaciones pueden variar entre los taxones y con la naturaleza físico-química del hábitat (Duke, 1992).

Unas de las adaptaciones más notables serían las raíces de *Rhizophora* y los neumatóforos de *Avicennia*, *Sonneratia* y *Lumnitzera*. Las raíces especializadas son importantes puntos de intercambio de gases para los manglares que viven en substratos anaeróbicos, por ese motivo las estructuras expuestas pueden tener lenticelados (Tomlinson, 1986).

La estructura general de las raíces de manglar es similar a la de la mayoría de las plantas vasculares, pero las raíces aéreas se han modificado para la vida sobre la tierra. En comparación con las raíces subterráneas, que tienen una zona de elongación exagerada detrás del meristemo apical del tallo (Tomlinson, 1986). ). Cuando las raíces aéreas llegan al suelo se vuelven esponjosas para adaptarse a la existencia de sub-suelo (Kathiresan *et al.*, 2001).

#### Leño

El leño del manglar tiene características especiales que permiten a los árboles superar el alto potencial osmótico de agua de mar y de la transpiración causada por las altas temperaturas. Hay numerosos vasos estrechos en su interior. La conducción de agua a través del leño está fuertemente influenciada por el tamaño y la distribución de los vasos. El agua se mueve más rápidamente a través de maderas de anillo poroso en que los vasos más grandes se encuentran en la capa más externa. La conducción es mucho más lenta en maderas de porosidad difusa, donde los vasos tienen un tamaño y una distribución más uniforme.

#### Polinización y Reproducción

Los manglares tienen dos tipos de polinización: autopolinización y la polinización cruzada que varía dependiendo de la especie. Los manglares son polinizados por un grupo diverso de animales incluyendo murciélagos, aves e insectos. El polen se deposita en los animales y cuando van hacia las flores en busca de néctar, seguidamente transfieren los granos de polen al estigma de otra flor.

El momento de la reproducción del manglar depende de las condiciones ambientales locales y puede diferir ampliamente en una misma especie.

Por ejemplo, se encontró que la floración de *Avicennia marina* ocurrió 6 meses antes en Papua Nueva Guinea que en el sur de Australia y Nueva Zelanda (Duke, 1990).

Los manglares tienen poca capacidad para la propagación vegetativa y por tanto son dependientes de las plántulas para el mantenimiento de los bosques y la difusión (Tomlinson 1986).

Los manglares presentan dos estrategias reproductivas relativamente únicas: hidrocoria y viviparidad (Tomlinson, 1986; Rabinowitz, 1978). Hidrocoria (dispersión por el agua) es un medio importante por lo cual los manglares esparcen semillas, frutas, y / o propágulos.

La acción de las mareas puede transportar disáporas largas distancias. El término viviparidad se refiere a la condición en la cual el embrión de manglar germina cuando aún está unido a su árbol de origen. Algunas especies de manglar, incluyendo *R. mangle*, por ejemplo, puede permanecer conectado al árbol madre de 4 a 6 meses y puede llegar a medir de 25 a 35 cm en la "madurez", que cae al suelo o al agua, donde es dispersado por las mareas. El embrión de *A. germinans* se rompe a través de la cubierta de la semilla, pero sigue encerrado en la pared del fruto hasta el desprendimiento (Kathiresan et al., 2001).

Al caer en el agua, el pericarpo delgado es rápidamente cubierto, dejando la plántula, que se compone de dos cotiledones plegados. *Laguncularia racemosa* no se considera que es vivípara, pero la germinación a menudo se produce durante la dispersión.

Los manglares que se reproducen por viviparidad tienen más posibilidades de establecerse en un ambiente impredecible donde la germinación de las semillas sería inhibida (Kathiresan et al., 2001).

### **Flora y Fauna asociadas**

Los manglares proporcionan importantes hábitats permanentes y temporales por un gran número y variedad de fauna marina y terrestre. Una gran variedad de especies de peces utilizan los manglares durante la marea alta, cuando las planicies de marea están inundadas. Otros animales utilizan los manglares como una extensión de su hábitat terrestre y se alimentan de las marismas durante la marea baja. Seguidamente se hace una breve explicación de los grupos más importantes según *International Training Course on Mangroves Biodiversity*, Annamalai University, India.

#### **Bacterias y hongos**

La población de bacterias es mayor que la de hongos. Las bacterias mantienen una relación simbiótica con plantas y animales, saprófita con la materia orgánica y parasitaria con organismos vivos. Las bacterias realizan algunos procesos como la fotosíntesis, la fijación de nitrógeno, la producción de antibióticos, etc. Por otro lado, los hongos marinos han sido ampliamente estudiados, sin embargo la atención se ha dedicado en los hongos que habitan en la madera.

Estos hongos lignícolas constituyen más del 50% de las 450 especies de hongos marinos descritos hasta ahora. Alrededor de 150 especies se encuentran exclusivamente en la descomposición de la madera de manglar, raíces aéreas y plantas, y se clasifican como "Manglicolous fungi" (Raghukumar *et al.*, 1994).

#### Algas marinas

Son algas macroscópicas encontradas pegadas al fondo en las aguas costeras poco profundas. Alrededor de 206 especies de algas se han registrado en el entorno de los manglares.

Las algas que se encuentran en el entorno de los manglares son en su mayoría asociadas a las raíces aéreas de los árboles. Sirven tanto como la alimentación y de cría de invertebrados y peces, debido a la presencia de oligoelementos, vitaminas y compuestos bioactivos.

#### Manglares

Las diferentes especies de manglar existentes están listadas en el apartado Distribución. Las estructuras de manglares de densas raíces proporcionan un hábitat ideal para muchos organismos.

#### Zooplancton

Estos organismos asumen un gran significado ecológico dentro del ecosistema manglar y un rol vital en la cadena alimentaria. Ayudan al reciclaje de nutrientes y transfieren materia orgánica de los productores primarios a los consumidores secundarios (Krishnamurthy *et al.*, 1995).

#### Nematodos

Representan el 50 – 70 % del total de los animales del meiobentos en los ecosistemas de manglar. Son cruciales en la formación de detritos, reciclaje de nutrientes y flujo de energía entre las comunidades bentónicas.

#### Crustáceos

Los manglares son un lugar esencial para la cría de muchas especies de gambas, camarones y langostas (con alto valor económico). Un grupo muy importante son las diferentes especies de cangrejo. Se encuentran entre las especies más predominantes del ecosistema. Los cangrejos tienen un papel importante en formación de detritos, reciclaje de nutrientes y en la dinámica del ecosistema, junto con numerosos anélidos y nematodos que también viven en el sedimento.

#### Insectos

Tienen un rol importante en la ecología del manglar. La mayoría de los insectos son transitorios, viven también en otros hábitats; por lo tanto, se podría decir que los insectos serían un link entre el manglar y otros ecosistemas. Algunos, como por ejemplo las abejas son beneficiosos para las poblaciones vecinas; sin embargo hay otros tipos que actúan como plagas y dañan a la vegetación y los hay que son perjudiciales para los seres humanos. Se sabe que los mosquitos que causan enfermedades como la filariasis, la malaria o la encefalitis pueden desenvolverse en manglares (Stewart, 1954).

En Pichavaram, India, se llevó a cabo un estudio de los insectos de los manglares entre diciembre de 1993 marzo de 1994 y se informó de 111 especies de insectos representando 9 órdenes y 42 familias. También se encontró que de las especies encontradas el 50% de los insectos eran perjudiciales, ya sea como plagas de plantas o para otros animales. La riqueza de especies más elevada fue del orden Coleoptera, se encontraron 28 especies (Senthil *et al.*, 1995)

#### Moluscos

Los bivalvos y los gasterópodos habitan en las raíces y en los troncos de los árboles más bajos y, son un componente importante de fauna en lo manglares.

#### Peces

Los hábitats de manglares por lo general contienen una ictiofauna rica. El dosel de los manglares proporciona un ambiente fresco, estable y húmedo, muy favorable a los peces pequeños. El número de especies de peces en los manglares supera todos los otros hábitats. Los manglares son ecosistemas importantes que actúan como viveros y zonas de alimentación para muchos peces del manglar y para los peces no residentes que entran en los manglares para alimentarse durante la marea alta.

#### Reptiles y anfibios

La biodiversidad de los reptiles que se encuentran en los ecosistemas de manglar ha recibido menos atención. Los reptiles también juegan un papel importante en la cadena alimenticia. Los reptiles como cocodrilos, caimanes, lagartos, serpientes y tortugas viven en los manglares aunque en muchos son especies raras y la están en peligro de extinción. Los anfibios en manglares constan mayoritariamente de varios tipos de ranas, pero realmente no aún no han sido estudiados en muchos de los manglares del mundo.

#### Aves

Los ecosistemas de manglar proporcionan un excelente hábitat para las aves. Las aves más comunes en los bosques de manglar son los miembros de la familia Ardeidae, Charadriidae, Laridae, Ciconidae, Accipitridae y Alcedinidae. Las aves migratorias que visitan los manglares pueden volar largas distancias para encontrar comida y lugares de anidación.

#### Mamíferos

Hay algunos mamíferos como delfines, macacos, nutrias, etc. asociados a los manglares. Su asociación con la ecología de los manglares aún es poco conocida.

### **2.1.2 Temperatura**

Las comunidades de manglar están mayoritariamente en áreas donde la media de temperatura durante la época más fría es superior a 20°C y el rango de temperatura estacional no supera los 5°C. Los manglares, también, crecen en zonas donde la temperatura superficial del agua del mar es de unos 24°C. Por lo tanto, su clímax de crecimiento se producirá bajo zonas tropicales.

Las temperaturas muy altas no son muy favorables ya que las hojas de los manglares son sensibles a ella y su capacidad fotosintética se reduce, anulándose cuando la temperatura de las hojas alcanza los 38-40°C, ya que su temperatura óptima es de 28-32°C (Clough *et al.*, 1992; Andrews *et al.*, 1984). Un pequeño aumento de la temperatura no puede afectar negativamente a la floración, pero puede cambiar su ciclo reproductivo y por lo tanto también puede alterar la duración entre la floración y la caída de las semillas maduras.

El calentamiento global puede llevar a la elevación del nivel del mar y como consecuencia de eso, los manglares pueden desplazarse más tierra adentro. Sin embargo, esto es poco probable en muchas partes del mundo a causa de los asentamientos humanos en el límite del manglar (Kjerfve *et al.*, 1997).

### **2.1.3 Salinidad**

La salinidad juega un papel vital en la distribución de especies, su productividad y el crecimiento de los bosques manglares (Twilley *et al.*, 1998).

Los cambios en la salinidad son controlados por el clima, la hidrología, las lluvias, la topografía y la inundación de las mareas (Kathiresan, 2001). Generalmente, los manglares toleran más la salinidad que las plantas no asociadas a los manglares, pero, igualmente, la tolerancia varía según las especie de manglar. Por ejemplo, *Rhizophora mucronata* tolera salinidades de 30%, pero *R. apiculata* crece mejor en salinidades del 15 % (Kathiresan *et al.*, 1990; Kathiresan *et al.*, 1996). Algunos experimentos evidencian que en zona de alta salinidad, los manglares gastan más energía en mantener el balance hídrico y la concentración de iones en lugar de en crecimiento y producción primaria (Clough, 1984), por ese motivo, la vegetación de los manglares es más exuberante en zonas de más baja salinidad.

La baja salinidad, asociada a largos períodos de inundaciones, contribuye a la degradación de los manglares reduciendo la turgencia celular y disminuyendo la respiración. Los manglares son competidores pobres en condiciones no salinas donde predominan las plantas específicas de estas zonas (Kathiresan *et al.*, 2001).

Concentraciones muy altas de salinidad en aguas subterráneas en suelos tropicales salinos son responsables de la completa ausencia de manglares (Ridd *et al.*, 1996) ya que, por ejemplo, pueden ser causa de la desnaturalización de las yemas terminales de plántulas de *Rhizophora mangle* (Koch *et al.*, 1997).

Las fluctuaciones más simples de salinidad también pueden tener efectos negativos en la fotosíntesis y el crecimiento de las plantas (Lin *et al.*, 1993). Por ejemplo, en Senegal la hipersalinidad causada por una década de bajas precipitaciones y alta evaporación causó el crecimiento de vegetación específica de zonas pantanales provocando el total desplazamiento del ecosistema manglar (Diop *et al.*, 1997).

Existen modelos matemáticos desarrollados para el de flujo de agua subterránea que muestran que actividades antrópicas a cientos de quilómetros de los manglares pueden destruir áreas muy extensas de manglar, cambiando el flujo de las aguas subterráneas y por lo tanto modificando los niveles de salinidad (Tack *et al.*, 1997).

Los manglares realizan su regulación salina interna a través de una combinación de exclusión, excreción y acumulación de sal que evitan concentraciones salinas muy altas (Kathiresan *et al.*, 2001).

Por ejemplo, *Rhizophora*, *Bruguiera*, y *Ceriops* poseen filtros en sus sistemas de raíces, que filtran la sal cuando extraen agua del suelo. Otros géneros (*Avicennia*, *Acanthus*, *Aegiceras*) absorben la sal, pero la excretan a través de las glándulas de sal especializadas en las hojas (Dschida *et al.*, 1992; Fitzgerald *et al.*, 1992). A medida que aumenta la salinidad del agua, algunas especies son cada vez más conservadoras en el uso del agua, logrando así una mayor tolerancia (Ball *et al.*, 1993).

En el sur de la Florida, *Rhizophora mangle* disminuye su estrés salino mediante el uso de agua superficial como su única fuente de agua.

En la temporada de lluvias, la biomasa de raíces finas aumenta en respuesta a la disminución de la salinidad de las aguas superficiales, mejorando directamente la captación de agua de baja salinidad (Lin *et al.*, 1994).

La mayoría de las especies de manglares regulan directamente las sales. Sin embargo, también se pueden acumular o sintetizar otros solutos para regular y mantener el equilibrio osmótico (Werner *et al.*, 1990; Popp *et al.*, 1993).

## 2.1.4 Productividad

La productividad es un concepto utilizado para describir el valor ecológico o función de una comunidad vegetal. Puede ser estimada mediante la obtención de la cantidad de material vivo (hojas, ramas ie., tallos y raíces) que es producida por una comunidad de manglares durante un tiempo específico.

La productividad de los manglares es importante porque tiene impacto directo en la salud y el funcionamiento de la cadena alimentaria marina (Saenger *et al.*, 1983). Esta productividad está directamente relacionada con la biomasa y la producción de hojarasca.

En general, la producción de hojarasca es mayor 1) en meses secos de verano cuando se reduce la transpiración, y 2) en la estación lluviosa húmeda cuando la entrada de agua dulce aumenta el suministro de nutrientes (Roy, 1997; Wafar *et al.*, 1997). Sin embargo, las especies individuales pueden diferir en las condiciones que producen más cantidad de follaje, y, también hay diferencias de producción según las características de cada hábitat (Kathiresan *et al.*, 2001). Por lo tanto, la producción parece depender en gran medida de las condiciones locales, la composición de especies y la productividad del manglar individual.

Al igual que otras plantas, los manglares convertir la energía del sol en materia orgánica a través del proceso de fotosíntesis. Cuando las hojas y las ramas de un manglar caen al suelo proporcionan una amplia variedad de fuente primaria de alimentos para animales acuáticos, tales como moluscos, cangrejos y gusanos. En general, los niveles elevados de materia orgánica, o una alta productividad, significan que un número mayor y más variado de animales puede ser sustentado dentro de un ecosistema en particular. Medir la productividad del manglar no es fácil, y probablemente nunca se logrará en términos absolutos (<http://www.nretas.nt.gov.au/>).

### **2.1.5 Gradiente de las mareas**

En general, las costas con un mayor rango de mareas pueden ayudar en la colonización de extensos bosques de manglares. Un mayor rango de mareas aumenta la zona intermareal y en función de la pendiente del sustrato, lo que si son lisos favorece el crecimiento de los manglares. La topografía de un manglar es normalmente lisa y plana. Sin embargo, cualquier aumento o disminución de la tierra en gran medida puede influir en la dirección y velocidad del flujo del agua en el sistema, que cambia la colonización de los manglares (Kathiresan *et al.*, 2001). Las especies de *Mangle sp.* responden de manera diferente a los diferentes regímenes de marea. Por ejemplo, en un bosque de manglar de la India que experimenta inundaciones diurnas totales es dominado por *Avicennia marina* y *A. alba*, mientras que *Excoecaria agallocha*, *Ceriops decandra* y *Acanthus ilicifolius* dominan los sitios que no están completamente inundadas (Saha *et al.*, 1995).

### **2.1.6 Suministro de agua dulce**

La disponibilidad de agua dulce es un factor importante para el desarrollo y el crecimiento de los bosques de manglares. Bajo las condiciones de humedad, donde la relación de precipitación y evapotranspiración es superior a 1, los manglares crecen exuberantemente. En climas áridos, por otro lado, donde la relación cae por debajo de 1, los manglares se atrofian.

Por ejemplo, a lo largo de la costa de Panamá y la costa sur de Costa Rica, donde las precipitaciones anuales varían entre 2100 y 6400 mm, los manglares superan los 35 m de altura y tienen una biomasa de 280 t ha<sup>-1</sup> (Jiménez, 1992). Por otro lado, en las regiones áridas, a causa de la baja lixiviación de sales del suelo y la escasez de precipitaciones los manglares tiene un crecimiento inferior a causa de la alta concentración de sales del suelo.

## **2.2 Distribución geográfica**

### **2.2.1 Mundial**

Los manglares se distribuyen en la región intermareal entre el mar y la tierra en los trópicos y subtrópicos del planeta entre los 30°N y 30°S de latitud aproximadamente.



**Fig. 1.** Distribución global de los manglares. Fuente: Giri et al., 2010.

Su distribución mundial está delimitada por grandes corrientes oceánicas y la isoterma de 20°C del agua de mar en invierno (Along i, 2009), y depende de factores como la protección de zonas costeras, la adaptación a la salinidad y la temperatura (Kjerfve, 1990).

Se han hecho varios estudios para cuantificar y zonificar las hectáreas de manglar a lo largo del planeta. Los últimos estudios realizados sobre la base de la primera evaluación completa de todos los bosques de manglares del mundo, estiman que el total de área de bosque de manglar en 2000 fue de 137.760 km<sup>2</sup> en 118 países y sus territorios. No obstante, esta distribución no es homogénea territorialmente ya que aproximadamente el 75% de los manglares se concentran en sólo 15 países (Fig. 2). La mayor extensión se encuentra en Asia (42%), seguido por África (20%), Norte y Centro América (15%), Oceanía(12%) y América del Sur (11%).

| SN | Country          | Area (ha) | % of global total | Cumulative % | Region                    |
|----|------------------|-----------|-------------------|--------------|---------------------------|
| 1  | Indonesia        | 3,112,989 | 22.6              | 22.6         | Asia                      |
| 2  | Australia        | 977,975   | 7.1               | 29.7         | Oceania                   |
| 3  | Brazil           | 962,683   | 7.0               | 36.7         | South America             |
| 4  | Mexico           | 741,917   | 5.4               | 42.1         | North and Central America |
| 5  | Nigeria          | 653,669   | 4.7               | 46.8         | Africa                    |
| 6  | Malaysia         | 505,386   | 3.7               | 50.5         | Asia                      |
| 7  | Myanmar (Burma)  | 494,584   | 3.6               | 54.1         | Asia                      |
| 8  | Papua New Guinea | 480,121   | 3.5               | 57.6         | Oceania                   |
| 9  | Bangladesh       | 436,570   | 3.2               | 60.8         | Asia                      |
| 10 | Cuba             | 421,538   | 3.1               | 63.9         | North and Central America |
| 11 | India            | 368,276   | 2.7               | 66.6         | Asia                      |
| 12 | Guinea Bissau    | 338,652   | 2.5               | 69.1         | Africa                    |
| 13 | Mozambique       | 318,851   | 2.3               | 71.4         | Africa                    |
| 14 | Madagascar       | 278,078   | 2.0               | 73.4         | Africa                    |
| 15 | Philippines      | 263,137   | 1.9               | 75.3         | Asia                      |

**Fig. 2.** Los 15 países con una mayor área de manglar. Fuente: Giri et al., 2010.

La estimación actual de los bosques de manglares del mundo es menos de la mitad de lo que era (Spalding *et al*, 1997; Spiers, 1999) y gran parte de lo que queda se encuentra en condiciones degradadas debido a las grandes amenazas y presiones antrópicas que presentan las zonas costeras.

A nivel mundial, la diversidad de especies, la altura y la biomasa son más bajas en los extremos norte y sur. Los manglares mejor desarrollados se encuentran en los Sundarbans, el delta del Mekong, Amazonas, Madagascar, Papua Nueva Guinea y el sudeste asiático. La región Indo-Malesian cuenta con 48 especies de mangle (Duke *et al.*, 1998), y por tanto, cuenta con la mayor diversidad de especies mundialmente.

No hay una única razón que explique la distribución de las diferentes especies de manglar a nivel planetario. Las distintas especies individuales difieren en el éxito de establecimiento, la tasa de crecimiento y sus límites de tolerancia. Estos factores limitantes, presentes en todo el mundo, interactúan para producir una caracterización distributiva para la mayoría de las especies.

| Family          | Species  | Southeast USA | Central/South America | Africa | South Asia | Southeast Asia | Malay Archipelago | East Asia | Australia | Southwest Pacific | West Pacific |
|-----------------|--|---------------|-----------------------|--------|------------|----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------------|--------------|
| Avicenniaceae   | <i>Avicennia alba</i> Blume<br><i>Avicennia balanophora</i> Stapf and Moldenke ex Moldenke<br><i>Avicennia bicolor</i> Standley<br><i>Avicennia eucalyptifolia</i> (Zipp. ex Miq.) Moldenke<br><i>Avicennia germinans</i> (L.) Steam<br><i>Avicennia lanata</i> Ridley<br><i>Avicennia marina</i> (Forsk.) Vierh.<br><i>Avicennia officinalis</i> L.<br><i>Avicennia schaueriana</i> Stapf and Leechman ex Moldenke<br><i>Avicennia africana</i> Palisot de Beauvois   | ●             | ●                     | ●      | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         | ●                 |              |
| Bignoniaceae    | <i>Dolichandrone spathacea</i> (L.f.) Schumann   |               |                       |        | ●          | ●              | ●                 |           |           |                   |              |
| Bombacaceae     | <i>Campistemon philippinensis</i> (Vidal) Becc.<br><i>Campistemon schultzii</i> Masters  |               |                       |        |            |                | ●                 | ●         |           |                   |              |
| Caesalpiniaceae | <i>Cynometra iripa</i> Kostel<br><i>Cynometra ramiflora</i> L.   |               |                       |        | ●          | ●              | ●                 |           | ●         |                   |              |
| Combretaceae    | <i>Conocarpus erectus</i> L.<br><i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn. f.<br><i>Lumnitzera littorea</i> (Jack) Voigt.<br><i>Lumnitzera racemosa</i> Willd.<br><i>Lumnitzera X rosea</i> (Gaud.) Presl. (hybrid of <i>L. racemosa</i> and <i>L. littorea</i> )   | ●             | ●                     |        | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         |                   |              |
| Euphorbiaceae   | <i>Excoecaria agallocha</i> L.<br><i>Excoecaria indica</i> (Willd.) Muell. - Arg.<br><i>Excoecaria dallachyana</i> (Baill.) Benth.   |               |                       |        | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         | ●                 | ●            |
| Lythraceae      | <i>Pemphis acidula</i> Forst.<br><i>Pemphis madagascariensis</i> (Baker) Koehne  | ●             |                       |        | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         | ●                 |              |
| Meliaceae       | <i>Aglaia cucullata</i> (Pellegrin) Roxb.<br><i>Xylocarpus granatum</i> Koen.<br><i>Xylocarpus mekongensis</i> Pierre<br><i>Xylocarpus moluccensis</i> (Lamk.) Roem.   |               |                       |        | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         |                   | ●            |
| Myrsinaceae     | <i>Aegiceras corniculatum</i> (L.) Blanco<br><i>Aegiceras floridum</i> Roemer and Schultes   |               |                       |        | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         |                   |              |
| Myrtaceae       | <i>Osbornia octodonta</i> F. Muell. loc. cit.  |               |                       |        |            |                |                   | ●         |           |                   |              |
| Pellicieraceae  | <i>Pelliciera rhizophorae</i> Triana and Planchon  |               |                       |        |            | ●              |                   |           |           |                   |              |
| Plumbaginaceae  | <i>Aegialitis annulata</i> R. Brown<br><i>Aegialitis rotundifolia</i> Roxburgh   |               |                       |        | ●          | ●              | ●                 |           |           |                   |              |
| Rhizophoraceae  | <i>Bruguiera cylindrica</i> (L.) Bl.<br><i>Bruguiera exaristata</i> Ding Hou<br><i>Bruguiera gymnorhiza</i> (L.) Lamk.<br><i>Bruguiera hainesii</i> C. G. Rogers<br><i>Bruguiera parviflora</i> Wight and Arnold ex Griffith<br><i>Bruguiera sexangula</i> (Lour.) Poir.<br><i>Ceriops decandra</i> (Griff.) Ding Hou<br><i>Ceriops tagal</i> (Perr.) C. B. Robinson<br><i>Kandelia candel</i> (L.) Druce<br><i>Rhizophora apiculata</i> Bl.<br><i>Rhizophora mangle</i> L.<br><i>Rhizophora mucronata</i> Poir.<br><i>Rhizophora racemosa</i> Meyer<br><i>Rhizophora samoensis</i> (Hochr.) Salvoza<br><i>Rhizophora stylosa</i> Griff<br><i>Rhizophora X lamarckii</i> Montr. (hybrid of <i>R. apiculata</i> and <i>R. stylosa</i> ) | ●             | ●                     | ●      | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         | ●                 | ●            |
|                 | <i>Rhizophora X annamalayana</i> Kathir. (hybrid of <i>R. apiculata</i> and <i>R. mucronata</i> )<br><i>Rhizophora X selala</i> (Salvoza) Tomlinson (hybrid of <i>R. stylosa</i> and <i>R. samoensis</i> )<br><i>Rhizophora x harrisonii</i> Leechman (hybrid of <i>R. mangle</i> and <i>R. stylosa</i> )  |               | ●                     |        | ●          |                |                   |           |           | ●                 |              |
| Rubiaceae       | <i>Scyphiphora hydrophyllacea</i> Gaetn. f.  |               |                       |        | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         |                   |              |
| Sonneratiaceae  | <i>Sonneratia alba</i> J. Smith<br><i>Sonneratia apetala</i> Buch.-Ham.<br><i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engler<br><i>Sonneratia griffithii</i> Kurz<br><i>Sonneratia lanceolata</i> Blume<br><i>Sonneratia ovata</i> Backer<br><i>Sonneratia X gulngai</i> Duke (hybrid of <i>S. alba</i> and <i>S. caseolaris</i> )  | ●             | ●                     | ●      | ●          | ●              | ●                 | ●         | ●         | ●                 | ●            |
| Sterculiaceae   | <i>Heritiera fomes</i> Buch.-Ham.<br><i>Heritiera globosa</i> Kostermans<br><i>Heritiera littoralis</i> Dryand. In Aiton   |               |                       |        | ●          | ●              | ●                 |           | ●         |                   |              |

**Fig. 3.** Distribución global de las distintas especies de manglar y su taxonomía.  
Fuente: Kathiresan and Bingham, 2001.

## 2.2.2 Brasil

Brasil es el país más grande de América del Sur abarcando 8.511.965 km<sup>2</sup> de superficie, es decir, casi la mitad de la superficie terrestre del continente. Los manglares se extienden a lo largo de 6.786 kilómetros de costa (de un total de 7.408 km), desde la desembocadura del río Oiapoque, en Amapá, hasta el río Araranguá, en Santa Catarina.



**Fig. 4.** Mapa de la distribución geográfica de los manglares en Brasil.

Fuente: Google Earth.

Los manglares abarcan en el territorio brasileño una superficie total de más de 10.000 km<sup>2</sup> (Ambiente Águas, 2002), o cerca de 25.000 km<sup>2</sup> (Schaeffer-Novelli, 1995), dependiendo de la fuente consultada.

Estudios complejos realizados por Vannucci en 1999 a través de Herz en 1991 y de Kjerfve & Lacerda en 1993 sobre el área de cobertura de manglar en los estados de Brasil, asocian la extensión de la costa litoral del estado (Fig. 4).

Aproximadamente el 85% de los manglares brasileños se presentan a lo largo de 1.800 km del litoral norte, en los estados de Amapá, Pará y Maranhão. En esta región, *Avicennia* es el género más frecuente, seguido de *Rhizophora* en la línea de la costa, *Spartina* en la franja junto al mar y *Hibiscus tiliaceus* en la franja terrestre. Los manglares del norte son estructuralmente más complejos que el resto de manglares del país. Esto es debido a las óptimas condiciones hidrológicas, topográficas y climáticas de la zona.

El litoral nordeste, de Ceará a Rio de Janeiro, a pesar de cubrir casi la mitad del litoral brasileño, contiene apenas un 10% del área total de manglares del país. Esta región litoral se caracteriza por estrechas zonas costeras que presentan formaciones que actúan como barreras limitando así, la extensión de los manglares. Además, esta región presenta un clima generalmente semiárido con precipitaciones restringidas la mayor parte del año hasta el litoral de Bahía, donde el clima vuelve a ser más húmedo permitiendo el desarrollo de extensas áreas de manglar en el interior de bahías y ríos.

El litoral sudeste, de Rio de Janeiro a Santa Catarina, posee cerca de 1.250 km y incluye solamente un 5% del área total de manglares de Brasil. Los bosques son constituidos por árboles bajos que raramente superan los 10 m de altura.

Así, los manglares brasileros presentan una gran variabilidad en su distribución geográfica, extensión y desarrollo estructural. Estos factores dependen de la amplitud de las mareas, salinidad, clima, sustrato y de las presiones que actúan sobre éstas zonas.

| Estado                 | Extensão<br>litoral (Km) | Área (ha)<br>Herz, 1991 | Área (ha)<br>Kjerfve & Lacerda, 1993 |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| <i>Região Norte</i>    |                          |                         |                                      |
| Amapá                  | 598                      | 162.270                 | 182.300                              |
| Pará                   | 582                      | 181.972                 | 389.400                              |
| <i>Região Nordeste</i> |                          |                         |                                      |
| Maranhão               | 640                      | 492.310                 | 500.000                              |
| Piauí                  | 66                       | 6.233                   | 43.770                               |
| Ceará                  | 573                      | 11.011                  | 22.940                               |
| Rio Gde do Norte       | 399                      | 14.181                  | 6.990                                |
| Paraíba                | 117                      | 7.397                   | 10.080                               |
| Pernambuco             | 228                      | 6.555                   | 7.810                                |
| Alagoas                | 229                      | 5.685                   | 3.565                                |
| Sergipe                | 163                      | 16.772                  | 26.200                               |
| Bahia                  | 932                      | 44.537                  | 110.000                              |
| <i>Região Sudeste</i>  |                          |                         |                                      |
| Espírito Santo         | 392                      | 8.951                   | 19.500                               |
| Rio de Janeiro         | 636                      | 8.994                   | 16.000                               |
| São Paulo              | 622                      | 13.994                  | 23.100                               |
| <i>Região Sul</i>      |                          |                         |                                      |
| Paraná                 | 98                       | 20.825                  | 51.000                               |
| Santa Catarina         | 531                      | 8.313                   | 3.000                                |
| <b>TOTAL</b>           | <b>6.806</b>             | <b>1.010.000</b>        | <b>1.376.255</b>                     |

**Fig. 5.** Distribución de los bosques de manglar en los estados de Brasil. Fuente: Pavan S., 2005.

## 2.3 Servicios Ambientales de los Manglares

El manglar es un ecosistema rico, diverso y complejo formado entre los sistemas terrestres, estuarinos y marinos cercanos a la zona costera de 123 países en las regiones tropicales y subtropicales del planeta. Ellos son responsables de los servicios ecosistémicos que 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).

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) (Tabla ).

**Tabla 1:** Servicios y funciones de los servicios ambientales de los manglares de Río Jaguaribe. Fuente: Adaptación: (\*) Modificados de Barbier, et al. (1997); Constanza, et al. (1997); Rivera e Cortés (2007) y Schaeffer-Novelli e Coelho Júnior (2005). (\*\*) Síntese dos relatórios do IPCC (2007).

| <b>Función de Regulación</b>   |  |
|--|--|
| <b>Servicio*</b>   | <b>Descripción del servicio</b>  |
| <b>Regulación de gases</b>   | Regulación de la composición química atmosférica (balance de CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> ; Niveles de SO <sub>x</sub> );   |
| <b>Regulación del clima</b>  | Temperatura global, precipitación y otros procesos biológicos mediadores de fenómenos climáticos locales y globales (regula el efecto estufa);   |
| <b>Regulación de extremos</b>  | Amortecimiento y integridad de las respuestas ecosistémicas asociada a las fluctuaciones ambientales (protección en contra tormentas, control en la producción de sedimentos finos e variabilidades ambientales controladas por la estructura de la vegetación); Capacitancia. |
| <b>Regulación hidrológica</b>  | Regula los flujos hidrológicos integrados como la cuenca hidrográfica (agua para las actividades agrícolas y industriales, transporte);  |
| <b>Amortecimiento de las consecuencias previstas por el calentamiento global</b> | Funciones e servicios atribuidos por el IPCC**   |
| <b>Suplemento de agua</b>  | Almacenamiento y retención de agua (dinámica de los acuíferos y reservatorios);  |
| <b>Control de erosión y retención de sedimentos</b>                              | Conservación del suelo dentro del ecosistema (prevención de deslizamientos y otros procesos de remoción de materiales);  |
| <b>Formación de suelo</b>  | Proceso de formación del suelo (acumulación de materia orgánica);  |
| <b>Ciclo de nutrientes</b>   | Almacenamiento, ciclo interno, procesamiento y adquisición de nutrientes (fijación de N, P y otros elementos del ciclo de nutrientes);   |
| <b>Disipador</b>   | Recuperación, remoción y control del exceso de nutrientes e compuestos orgánicos (control de contaminantes);   |
| <b>Polinización</b>  | Movimiento de gametos para la reproducción de poblaciones;   |
| <b>Control biológico</b>   | Regulación de la dinámica trófica de poblaciones;  |
| <b>Función de hábitat</b>  |  |
| <b>Servicio</b>  | <b>Descripción del servicio</b>  |
| <b>Refugio</b>   | Hábitat para poblaciones residentes e migratorias (acogida de aves migratorias);   |
| <b>Función de producción</b>   |  |

| <b>Servicio</b>   | <b>Descripción del servicio</b>   |
|---|---|
| <b>Producción de alimento</b>                               | Parte da producción primaria bruta transformada en alimento (peces, moluscos, pesca y actividades de subsistencia);                                     |
| <b>Producción primaria</b>                                  | Parte de la producción primaria bruta transformada en materia prima (madera, combustible e forraje);  |
| <b>Recursos genéticos</b>                                   | Producción de materiales e productos biológicos para medicina, material científico, obtención de genes resistentes a las plagas e especies ornamentales |
| <b>Función Cultural</b>                                     |   |
| <b>Servicio</b>   | <b>Descripción del servicio</b>   |
| <b>Recreación</b>   | Oportunidades para actividades recreacionales (ecoturismo, pesca deportiva y otras actividades al aire libre)   |
| <b>Paisaje</b>  | Los manglares forman parte de la composición del paisaje costero.   |
| <b>Inspiración para cultura y arte</b>                      | Los manglares son motivo e inspiración para creaciones artísticas.  |
| <b>Espiritual</b>   | Muchas comunidades de pescadores e indígenas reconocen el manglar como espacio sagrado.   |
| <b>Mantenimiento del conocimiento ecológico tradicional</b> | En los manglares si desarrollan actividades tradicionales, por lo tanto ellos son importantes para el mantenimiento de los conocimientos tradicionales. |
| <b>Ciencia y educación ambiental</b>                        | Son importantes espacios para el desarrollo de investigaciones científicas y acciones de educación ambiental.   |
| <b>Creación y mantenimiento de las relaciones sociales</b>  | En el manglar las relaciones interpersonales son construidas y/o fortalecidas.  |

## 2.4 Valores sociales

### 2.4.1 Recreación

Los manglares tienen una gran posibilidad para actividades recreativas que pueden estar relacionadas con la salud y la vida de los manglares. Los observadores de aves, por ejemplo, aprecian los manglares por la flora y fauna que habita en el ecosistema.

Los pescadores deportivos son, de lejos el grupo más grande de la comunidad que dependen de los ambientes de manglares para actividades recreativas. A menudo se centrará en las zonas de manglares, ya que reconocen que los manglares son el hábitat de reproducción y cría de pecespreciados como la perca gigante. Cangrejos y camarones también son a menudo atrapados, junto con muchas otras especies marinas. Siempre y cuando, todo sea con un total respeto a las poblaciones cercanas y al ecosistema.

### 2.4.2 Significado cultural

Los indígenas que viven en las zonas costeras valoran las comunidades de manglares, y las han utilizado durante miles de años. Las comunidades de manglares dentro de estas áreas se utilizan como un recurso para la alimentación, la medicina y la madera.

Algunas plantas de manglares se utilizan como alimento. Otros manglares proporcionan medicamentos. Las cenizas de madera quemada *Ceriops tagal*

se utiliza para curar las llagas y las infecciones, mientras que la corteza de *Avicennia marina* puede ser utilizado para tratar las picaduras de raya (Wightman, 1989). La madera de mangle también se ha utilizado para la construcción de canoas, remos, boomerangs y lanzas. El gran número de sitios sagrados ubicados dentro o adyacentes a las zonas de manglares a lo largo de todo el mundo demuestra el vínculo entre los ecosistemas de manglares y de la cultura aborigen.

### **2.4.3 Educación**

Los ecosistemas de manglares también son un recurso educativo muy valioso. Son compatibles con una amplia gama de especies animales, incluyendo aves, murciélagos, lagartijas, cangrejos y peces. Las plantas que se encuentran dentro de las comunidades de manglares son también distintivas. La mayoría no se pueden encontrar en cualquier otro entorno. Se han adaptado a condiciones ambientales muy particulares, incluyendo condiciones de alta salinidad, de inundación periódica y de bajas condiciones de oxígeno en el suelo. No hay otras plantas con flores pueden sobrevivir a estas condiciones (Dames *et al.*, 1988).

La singularidad de estas plantas y animales, junto con el papel que desempeñan los manglares y las cadenas terrestres de alimentos hacen que sean lugares ideales para las actividades educativas. A través del estudio las comunidades de manglares y las interacciones que tienen lugar dentro de ellos, los estudiantes pueden obtener una mejor comprensión del entorno natural.

## **2.5 Valores económicos**

### **2.5.1 Productos vegetales**

Hay muchos productos de manglar y servicios, los cuales no todos son fáciles de cuantificar en términos económicos. Los productos de los manglares se pueden obtener directamente del bosque (madera) o de un derivado, como cangrejos, camarones y pescado. Los usos más comunes de la madera de mangle son una fuente de leña, carbón vegetal o leña o bien, y como materia prima para la construcción de barcos, casas, muebles, etc. (Bandaranayake, 1998).

Además de la madera, otros productos de los manglares han sido explotados comercialmente. La corteza de mangle se ha utilizado tradicionalmente como una fuente de taninos, que se utilizan como un tinte y para preservar cuero. Los neumátforos de diferentes especies de mangle se utilizan en la fabricación de corchos y flotadores de pesca, y algunos también se usan en perfumes y condimentos. La ceniza de *Avicennia* y *Rhizophora mangle* se usa como un sustituto de jabón. Otros extractos de mangle se utilizan para producir fibras sintéticas y cosméticos. Los manglares también se utilizan como fuente de alimento (mangle derivado de la miel, el vinagre, la sal y el aceite de cocina) y la bebida (alcohol, vino). Por ejemplo, las hojas tiernas, frutos, semillas y

plántulas de *Avicennia marina* y partes vegetativas de las otras especies se comercializan y se consumen como verdura (Bandaranayake, 1998).

### 2.5.2 Productos medicinales

Los manglares tienen un gran potencial para usos medicinales. Los materiales de diferentes especies pueden tratar el dolor de muelas, dolor de garganta, estreñimiento, infecciones por hongos, sangrado, fiebre, piedras en los riñones, el reumatismo, la disentería y la malaria. Los manglares también contienen sustancias tóxicas que se han utilizado por sus propiedades antifúngicas, antibacterianas, y plaguicidas (Bandaranayake, 1998).

### 2.5.3 Ecoturismo

Los manglares y el ecoturismo no es todavía una práctica muy desarrollada, pero parece estar ganando popularidad como una alternativa no-destructiva para otras actividades económicas costeras. Los manglares son atractivos para los turistas en su mayoría a causa de la fauna que habitan, especialmente las aves y reptiles como los cocodrilos.

### 2.5.4 Economía de la pesca en Brasil

Los bosques de manglares han sido ampliamente reconocidos por su papel en el mantenimiento de la pesca tanto comercial como artesanal, proporcionando hábitat de crianza, refugio de los depredadores, y comida para las especies importantes de peces y camarones.

### Contexto general

| CONTEXTO GEOGRÁFICO                            | CONTEXTO ECONÓMICO   |
|--|--|
| Extensión Territorial: 8.514.215 Km            | Producto Interno Bruto: US\$ 2.200 billones (2010)               |
| Extensión de Costa: 8.500 Km                   | PIB do Agro negocio: US\$ 491 billones (22,34% do total en 2010) |
| Área da ZEE: 4.500.000 Km <sup>2</sup>         | PIB do Sector Pesquero: 7% do PIB del Agro negocio               |
| Participación de agua dulce del Planeta: 13,7% |  |
| Área con agua represada: 10 millones de ha     |  |
| Populación: 195.755.799 de habitantes (2010)   |  |

**Fig. 6:** Jurisdicción de las aguas Brasileras. Fuente: *Boletim estatístico da pesca e acuicultura*, Brasil 2010.

## **Producción nacional de pescado en 2010**

La producción de pescado de Brasil, para el año 2010, fue de 1.264.765 t, registrándose un incremento de 2% en relación a 2009, cuando se produjeron 1.240.813 t de pescado. La pesca extractiva marina continuó siendo la principal fuente de producción de pescado nacional, siendo responsable de 536.455 t (42,4% del total de pescado), seguida, sucesivamente, por la acuicultura continental 394.340 t (31,2%), pesca extractiva continental 248.911 t (19,7%) y la acuicultura marina 85.057 t (6,7%).

En 2010 fue registrada una reducción del 8,4% en la producción de pescado de la pesca extractiva marina en relación a 2009, resultado de un decrecimiento de 49.217 t. Por otro lado, la producción de la pesca extractiva continental y de la acuicultura continental y marina fueron más altas en relación a 2009, con un crecimiento de 3,9%, 16,9% e 9%, respectivamente. (Boletín estadístico de pesca y acuicultura, 2010, p.18)

En 2010, la Región Nordeste fue nuevamente la que asumió la mayor producción de pescado del país, con 410.532 t, respondiendo por el 32,5% de la producción nacional.

Las regiones sur, norte, sudeste y centro-oeste, registraron 311.700 t (24,6%), 274.015 t (21,7%), 185.636 t (14,7%) y 82.881 t (6,6%), respectivamente, (Boletín estadístico de pesca y acuicultura, 2010, p. 22).

## **Registro de la Actividad Pesquera de la Región Nordeste**

Según datos del Registro General de la Actividad Pesquera (RGP) de MPA, hasta el 31/12/2010 estaban registrados y activos 853.231 pescadores profesionales, distribuidos en las 27 Unidades de la Federación.

En la Región Nordeste se concentra el mayor número de pescadores, con 372.787 registros, que representa el 43,7% del total del país, seguida por la Región Norte, con 330.749 registros (38,8%), juntas, estas regiones, responden al 72,4% del universo de pescadores profesionales de Brasil, (Boletín estadístico de pesca y acuicultura, 2010, p. 35).

Considerando la cuestión de género, el 59,15% (504.678) de los pescadores registrados en el RGP son de sexo masculino, y el 40,85% (348.553) de sexo femenino.

En términos regionales, el Nordeste presenta la proporción más igualitaria entre géneros, con 172.327 mujeres, representando el 46,3% del total, contra 200.460 hombres, referente al 53,7%, (Boletín estadístico de pesca y acuicultura, 2010, p. 37).

## **Balance comercial**

El balance comercial brasileño de pescado en el año 2010 presentó exportaciones de US\$ 263 millones y importaciones de US\$ 1.011 millones, es decir, un déficit de US\$ 748 millones, representando una elevación de US\$

273 millones en relación al déficit computado en 2009 (US\$ 475 millones).  
(Boletín estadístico de pesca y acuicultura, 2010, p.68)

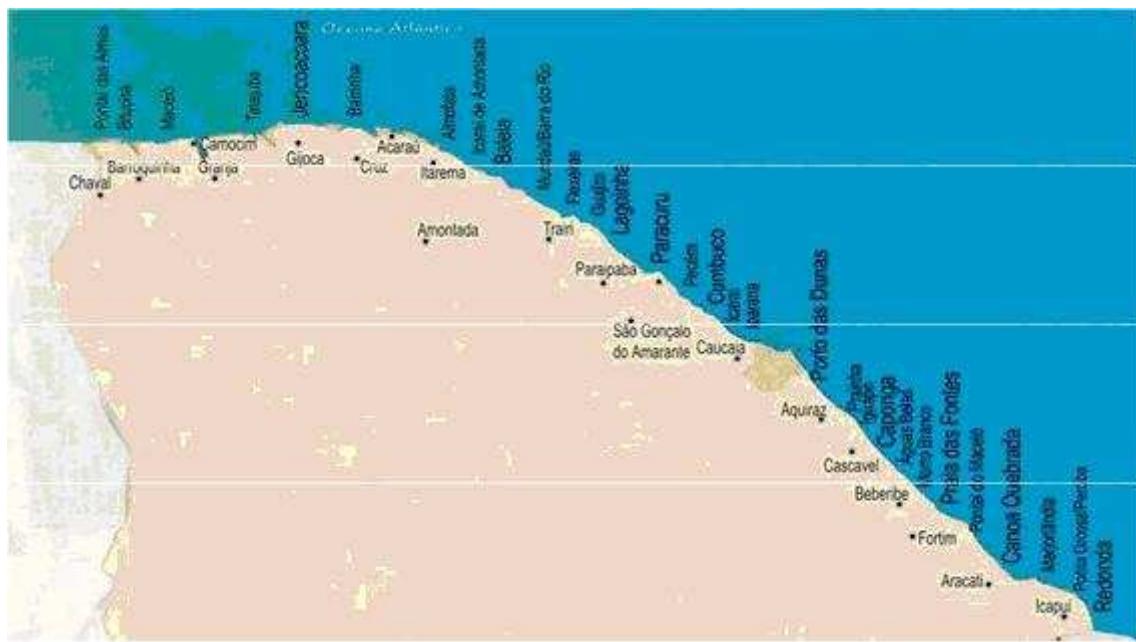
| Balança<br>Comercial | Exportações |            | Importações   |             | Saldo        |              |
|----------------------|-------------|------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
|                      | US\$        | Kg         | US\$          | Kg          | US\$         | Kg           |
| 2009                 | 247.082.086 | 42.242.223 | 722.568.296   | 245.345.104 | -475.486.210 | -203.102.881 |
| 2010                 | 263.324.066 | 38.204.440 | 1.011.589.911 | 285.591.554 | -748.265.845 | -247.387.114 |

FONTE: MDIC (formulação própria)

**Fig. 7:** Balance comercial de la pesca en Brasil. Fuente: *Boletim estatístico da pesca e acuicultura*, Brasil 2010.

## **La pesca en el tramo bajo del río Jaguaribe**

La pesca marina en el Estado de Ceará desenvuelve una gran importancia socioeconómica. Representa fuente de empleo (directo) y renta para un contingente estimado por la Federación de Pescadores del Estado de Ceará, de cerca de 32.000 pescadores, distribuidos en 110 comunidades pesqueras, localizadas en los veinte municipios litorales existentes en los 573 km de costa del estado, (*Cadastramento da Frota Pesqueira do Litoral Nordeste*, 2005, p. 95).



**Fig. 8:** Municipios costeros de Ceará. Fuente: *Boletim estatístico da pesca e acuicultura*, Brasil 2010.

La pesca se caracteriza como la fuente tradicional de proteína animal en las comunidades de renda baja y es la que genera grandes divisas en el estado con la obtención de langostas, camarones y pargos.

La flota pesquera del Estado de Ceará se caracteriza por emplear pequeñas embarcaciones de propulsión a vela, remo y motor. Las embarcaciones

artesanales (movidas a remo o a vela) son responsables del 60% de la producción de pescado desembarcado en el litoral de Ceará, (*Cadastramento da Frota Pesqueira do Litoral Nordeste*, 2005, p. 95).

Numéricamente, destacan las canoas y las lanchas motorizadas de medio porte. En menor cantidad se encuentran los catamaranes y las lanchas industriales con casco de hierro (la mayoría desactivadas o operando fuera de Ceará).

En la captura de peces predomina el uso de línea de mano y redes de espera. Todavía se puede registrar la pesca de arrastre de camarón por barcos industriales Cearenses en el litoral de otros estados y un reduciendo número de embarcaciones a vela o motorizadas de medio porte frente al Municipio de Aracatí.

Los municipios de Icapuí, Aracati, Fortaleza, Beberibe, Camocim y Fortim se destacan por presentar un mayor volumen de desembarque, en cuanto que, Itarema, Acaraú, Camocim, Beberibe, Fortaleza e Icapuí, por el valor de la producción desembarcada, (IBAMA, 2005).

El catastro de la flota pesquera marina del Estado de Ceará indica un total de 7.122 embarcaciones, siendo, por orden de importancia, 3.163 (44,4%) paquetes, 1.585 (22,3%) canoas, 910 (12,8%) lanchas, 589 (8,3%) botes a vela, 400 (5,6%) botes a remo, 303 (4,3%) jangadas (embarcación tradicional), 97 botes a motor (1,4%), 70 lanchas industriales (1,0%) y 5 (0,1%) catamaranes (Fig. 10).

| Municípios             | Bote a remo | Tipo de embarcação |            |             |             |            |              |             | TOTAL      | %            |              |
|------------------------|-------------|--------------------|------------|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|--------------|--------------|
|                        |             | Paquete            | Jangada    | Canoa       | Bote a vela | Catamarã   | Bote a motor | Lancha      |            |              |              |
| Acaraú                 |             | 28                 |            | 247         | 19          |            | 3            | 52          | 349        | 4,9          |              |
| Amontada               |             | 41                 |            | 207         | 10          |            | 8            | 3           | 269        | 3,8          |              |
| Aquiraz                | 5           | 152                | 42         |             |             |            |              |             | 199        | 2,8          |              |
| Aracati                | 95          | 386                | 38         | 102         | 27          |            | 3            | 110         | 761        | 10,7         |              |
| Barroquinha            |             | 1                  |            | 143         | 1           |            |              |             | 145        | 2,0          |              |
| Beberibe               | 65          | 304                | 80         | 1           | 9           | 5          | 3            | 50          | 517        | 7,3          |              |
| Camocim                |             |                    |            | 338         | 79          |            | 2            | 74          | 16         | 509          | 7,1          |
| Cascavel               | 4           | 171                | 26         |             | 3           |            | 6            | 35          |            | 245          | 3,4          |
| Caucaia                | 1           | 102                | 5          | 1           |             |            | 1            | 2           |            | 112          | 1,6          |
| Cruz                   | 1           | 20                 |            | 94          |             |            | 1            | 9           |            | 125          | 1,8          |
| Fortaleza              | 83          | 195                | 80         | 1           | 19          |            |              | 118         | 54         | 550          | 7,7          |
| Fortim                 | 2           | 350                | 11         | 8           | 27          |            | 27           | 82          |            | 507          | 7,1          |
| Icapuí                 | 3           | 350                | 4          |             | 323         |            | 34           | 190         |            | 904          | 12,7         |
| Itapipoca              | 1           | 180                |            | 143         | 5           |            | 1            | 3           |            | 333          | 4,7          |
| Itarema                | 2           | 71                 |            | 76          | 56          |            | 5            | 148         |            | 358          | 5,0          |
| Jijoca                 |             | 2                  |            | 42          |             |            |              | 2           |            | 46           | 0,6          |
| Paracuru               | 90          | 156                | 5          | 14          | 4           |            |              | 4           |            | 273          | 3,8          |
| Paraipaba              | 19          | 117                | 1          | 3           |             |            |              |             |            | 140          | 2,0          |
| S. Gonçalo do Amarante | 12          | 156                | 11         |             |             |            |              | 3           |            | 182          | 2,6          |
| Trairi                 | 17          | 381                |            | 165         | 7           |            | 3            | 25          |            | 598          | 8,4          |
| <b>TOTAL</b>           | <b>400</b>  | <b>3163</b>        | <b>303</b> | <b>1585</b> | <b>589</b>  | <b>5</b>   | <b>97</b>    | <b>910</b>  | <b>70</b>  | <b>7122</b>  | <b>100,0</b> |
| <b>%</b>               | <b>5,6</b>  | <b>44,4</b>        | <b>4,3</b> | <b>22,3</b> | <b>8,3</b>  | <b>0,1</b> | <b>1,4</b>   | <b>12,8</b> | <b>1,0</b> | <b>100,0</b> |              |

**Fig. 9:** Flota pesquera en el Estado de Ceará. Fuente: Cadastro de las embarcaciones pesqueras de las regiones Nordeste y Norte de Brasil, 2005.

De acuerdo con la tabla, los municipios de Icapuí, Aracati e Trairi es donde se concentra un mayor número de embarcaciones. De las 7.122 embarcaciones existentes en Ceará, 6.040 son movidas a vela o a remo, es decir el 84,8% de la flota, mientras que 1.082 están motorizadas, que equivale a apenas un 15,2% del total de las embarcaciones, (*Cadastramento da Frota Pesqueira do Litoral Nordeste*, 2005, p. 97).

Con estos datos se puede afirmar que la mayor parte de la flota del estado desenvuelve la pesca artesanal.

Cerca de 82% de la flota pesquera marina del Estado de Ceará es constituida de embarcaciones de pequeño porte, es decir, inferiores o iguales a 8m. Las lanchas se encuentran entre 8 y 12 m, algunas de ellas llegando a medir mas de 18m. Las lanchas industriales presentan dimensiones mayores de entre 12 y 18 m.

Las embarcaciones pesqueras cearenses son generalmente construidas de madera (98,9%), con excepción de las lanchas industriales.

De las 7.122 embarcaciones existentes en el Estado de Ceará, apenas el 31,3% están registradas o inscritas en las Capitanías de los Puertos.

Según los datos apenas 486 embarcaciones presentan en el acto el permiso de pesca concedido por el Gobierno Federal que autoriza a pescar langostas, camarones u otro tipo de peces.

En el Estado de Ceará, como arte de pesca destaca la *capoeira* que la utilizan un 43,6% de las embarcaciones y las redes de espera con un 18,1% del total de la flota. Las lanchas industriales utilizan principalmente las redes de arrastre para la captura de camarón en un 50%.

La pesca marítima extractiva en el Norte y Nordeste de Brasil se desarrolla con la participación de 11 estados, y se mantiene principalmente en aguas jurisdiccionales brasileñas y en parte en la Zona Económica Exclusiva (ZEE).

En resumen se puede decir que en Ceará y en concreto en el tramo bajo del río Jaguaribe se desenvuelve una actividad pesquera artesanal con la mayoría de las embarcaciones movidas a remo o a vela y hechas de madera.

Apenas existen registros fiables del número de embarcaciones que operan en esta zona ni del número real de trabajadores. No existe una logística para el censo y el control de este tipo de pesca ya que está infravalorada y el comercio pesquero queda al margen de las cuentas nacionales.

## 2.6 Amenazas

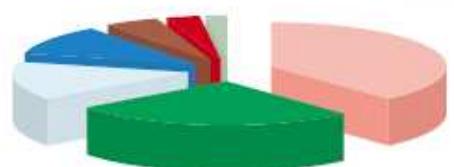
Los bosques de manglares siguen desapareciendo en todo el mundo. Fue estimado un cubrimiento mundial de 18,1 millones de km<sup>2</sup> (Spalding, 1997), pero una estimación más reciente indica que la cifra actual puede ser inferior a 15 millones de km<sup>2</sup> ([www.fao.org/forestry/manglares](http://www.fao.org/forestry/manglares)). Alrededor del 90% de los manglares mundiales están creciendo en los países en desarrollo y en peligro crítico de extinción, y cerca de la extinción en 26 países. Los expertos en manglares del mundo son de la opinión de que la supervivencia a largo plazo de los manglares es un gran riesgo debido a la fragmentación de los hábitats y los servicios ofrecidos por los manglares podrían ser totalmente perdidos dentro de 100 años (Duke *et al.*, 2007).

En general, las zonas de manglares se encuentran bajo una fuerte presión humana, especialmente en los manglares mejor desarrollados que crecen a lo largo de costas tropicales. Además de las presiones hechas por el hombre, los manglares son degradados por factores de estrés ambientales. Según algunas estimaciones, las tasas mundiales de pérdida de cada año están en un millón de hectáreas, con algunas regiones en peligro de colapso total (Kathiresan *et al.*, 2001).

La destrucción del hábitat a través de la invasión humana ha sido la causa principal de pérdida de manglares. La pérdida de hábitats de manglares ha reducido los recursos pesqueros, el sustento, y la pérdida de la biodiversidad. Además de la caza excesiva y la muerte accidental en redes de pesca, la pérdida de los manglares y los hábitats de pastos marinos son considerados como una de las principales causas de la grave disminución de las poblaciones de mamíferos marinos como los manatíes y dugongos (Alvarez-León, 2001).

Las causas de la degradación de los manglares son también son consecuencia de los cambios inducidos por la naturaleza. Las tormentas tropicales y los tsunamis son frecuentes en algunas partes del planeta, también otro motivo son las plagas, los parásitos biológicos y las especies invasoras.

A nivel mundial los manglares son destruidos por las actividades antrópicas.



- Shrimp aquaculture 38%
- Forest use 26%
- Fish aquaculture 14%
- Diversion of freshwater 11%
- Land reclamation 5%
- Herbicides 3%
- Other 3%

**Fig. 10:** Área de hábitat de manglares destruidos en todo el mundo por diferentes actividades humanas. Fuente: IUCN, 2007.

Algunos ejemplos son citados por Kathiresan en *Training Course on Mangroves and Biodiversity*, Centre of Advanced Study in Marine Biology, Annamalai University:

Urbanización: Los manglares costeros han sido talados para la habitación humana en muchas áreas.

**Agricultura:** La conversión de los manglares con fines agrícolas. Las áreas de manglar son taladas y regeneradas con agua de lluvia para drenar el contenido de sal de la tierra y estas zonas están protegidas de la intrusión de agua de mar mediante la construcción de muros de contención. Una vez que la sal se ha lixiviado a un nivel suficiente, se cultiva la tierra. Un ejemplo es el delta de Sundarbans, dónde 150.000 hectáreas de manglares fueron destruidas durante los últimos 100 años, y fueron requeridas principalmente para la agricultura.

**Acuicultura:** una destrucción a gran escala de manglares ha sido para la acuicultura en varios países como Filipinas, Brasil, Ecuador o Tailandia. Un problema importante asociado a las explotaciones situadas en hábitats de manglares es la acidificación de las aguas del estanque que mata a los organismos acuáticos.

**Madera, combustible y carbón vegetal:** Los manglares son talados para la madera, carbón vegetal y leña. Debido a que de mayor poder calorífico, las ramas de manglares se utilizan como leña. La madera de manglar es rica en fenoles, y por lo tanto, es altamente resistente al deterioro, y se utiliza ampliamente como madera para fines de construcción. Por ejemplo, en Indonesia se crearon varias fábricas de papel y materias asociadas. Al cabo de dos años, estas empresas ya habían disminuido 137,000 ha de manglares, (Erftemeijer *et al.*, 1989).

**Cambios en el flujo de agua dulce y de las mareas:** La construcción de diques o la sedimentación en las desembocaduras de los ríos limita la entrada de agua de las mareas en los manglares. La construcción de represas y barricadas en las zonas aguas arriba para desviar el agua para el riego han dado lugar a un flujo pobre de agua dulce en los pantanos de manglares. Para citar un ejemplo, en Colombia, gran parte de los bosques de manglares a lo largo de la laguna de Ciénaga Grande de Santa Marra han muerto en menos de 3 décadas, (Mastaller, 1989).

**Contaminación:** los hábitats de manglares sirven como un vertedero de residuos sólidos y de descarga de los vertidos provenientes de diversas fuentes. Los mejores ejemplos de esto son los de Brasil y Singapur. La extracción de petróleo y gas, la producción de petróleo, y los accidentes de grandes petroleros también puede causar daño significativo a los ecosistemas de manglar por contaminación por hidrocarburos. Los accidentes de petroleros en el Golfo de México y en las zonas del Caribe resultaron en el derrame de petróleo que dañó severamente los sistemas costeros. Como resultado, el ecosistema de manglar quedó todo afectado, provocando la defoliación de los árboles, la mortalidad de todos los organismos sésiles y bentónicos y la contaminación de las aves acuáticas.

**Problemas bélicos:** el mejor ejemplo de este tipo de destrucción de los manglares se produjo en la guerra de Vietnam. Durante el período de la guerra (1962-1971), cerca de 71 millones de litros de defoliantes químicos fueron rociados sobre la costa, que resultó en la destrucción de 1,04,000 de hectáreas de bosque de manglar (Ross, 1974).

**Minería:** Este es un grave problema en países como Tailandia. Hasta finales de la década de 1980, 427,000 hectáreas a lo largo de las costas de Tailandia, en las proximidades de cinturones de manglares, fueron minas de extracción de estaño.

## 2.7 Marco legislativo de los Manglares

La conservación de los ecosistemas de manglar depende de múltiples factores. Uno de ellos es, sin duda, la existencia de marcos legales e institucionales que regulen su gestión. Una buena legislación puede proporcionar mecanismos esenciales para prevenir o minimizar los impactos sobre el ecosistema e implementar una gestión de los recursos que asegure su conservación.

### 2.7.1 Internacional

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) a la Convención de Cartagena y la Convención Internacional de Ramsar.

- **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. Este enfoque refleja la realización, por los Estados miembros, de la importancia de adoptar enfoques regionales para la protección del medio ambiente marino y el uso sostenible de los recursos marinos vivos.

- **La Convención de Ramsar de Abril del 1993:**

La Convención de Ramsar surge debido al gran escenario de preocupación por la degradación del medio ambiente mundial incluyendo la fuerte destrucción de los humedales. 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.

La Convención de Ramsar:

- Se focaliza en los humedales que son importantes para la migración de aves acuáticas;
- reconoce los valores globales de los humedales, incluyendo su función ecológica y su valor económico, cultural, científico y recreativo;

- reconoce que los partidos tienen la responsabilidad de conservar los humedales incluyendo determinadas zonas húmedas en la Lista Ramsar de la Convención de Humedales de Importancia Internacional.

En el momento en que un humedal se incluye en la lista de la Convención, las diferentes partes tienen la responsabilidad de mantener sus características ecológicas. El objetivo a nivel internacional de éste listado de humedales es evitar cambios en su “carácter ecológico”. Con carácter ecológico se define: “*La estructura y las interrelaciones entre los factores biológicos, químicos y físicos componentes del humedal. Todo esto, deriva de las interacciones de los procesos individuales, funciones, atributos y valores de los ecosistemas*”.

Sin embargo, no es una unidad de conservación convencional como una reserva o un Parque Nacional. La legislación permite el uso sostenible de los recursos naturales, pero prohíbe en gran medida las empresas que generan sustancias contaminantes y las actividades humanas que utilicen recursos que no sean los tradicionales.

La Convención de Ramsar consiste en una herramienta importante para la conservación y gestión que permite la aplicación efectiva de las técnicas de uso sustentable. Dependerá que haya un plan de gestión y mantenimiento en función de si la zona ha sido asignada y evaluada. Si la zona no ha sido evaluada, la administración del sitio cae bajo el gobierno del Estado.

Una de las obligaciones de la Convención de Ramsar es que todas las zonas que tienen procedimientos de evaluación de impacto ambiental deben garantizar el cumplimiento de estos procedimientos para cualquier actividad o proyecto a desarrollar en éstas zonas biológicas, independientemente de si están registrados en la Lista Ramsar o no.

## **2.7.2 Brasil**

El artículo 225 de la Constitución de 1988 de Brasil, reconoce el derecho de toda persona de generaciones presentes y futuras a un medio ambiente ecológicamente equilibrado y a una vida sana. Según el juez de la Corte Suprema Federal de Brasil, “la idea básica del artículo 225 es que haya derechos colectivos en el medio ambiente, que son superiores y oponibles frente a los derechos de propiedad privada”. Los artículos 23 y 24 promulgan una legislación que tiene como objetivo proteger el medio ambiente y evitar la contaminación en todos los estados de competencia, a nivel estatal y nacional.

La legislación Brasileña considera los manglares ecosistemas costeros ubicados generalmente en playas con algún nivel de protección, sometidas a la acción de las mareas y compuestos por las zonas inundadas donde se desarrolla la comunidad de plantas asociada a éste ecosistema (Resolución CONAMA nº 303, 20/03/02).

El método más comúnmente utilizado para lograr la conservación de los humedales es establecer la protección del ecosistema, de manera que se requiera un permiso para la realización de actividades que puedan destruir o alterar los humedales y sus funciones. En algunos casos, la obligación de conservar los humedales está consagrado en la Constitución. Por ejemplo, la Constitución brasileña de 1988 declara que la zona costera, pertenece al patrimonio nacional y que cualquier utilización de esa área debe ser aprobado por un acto parlamentario que garantice la conservación del medio ambiente natural. Del mismo modo, muchas de las constituciones de los estados brasileños, adoptaron en 1989, la lista de los tipos de hábitats protegidos de forma permanente, que incluyen márgenes de los ríos, lagos, manantiales, lagunas, estuarios, manglares y deltas, aunque esto varía de un Estado a otro. Éstas áreas de protección están clasificadas en la Ley Federal nº 9.985 del 18/07/00 (establece el Sistema Nacional de Unidades de Conservación, SNUC).

Existen diversas leyes y normas federales que protegen los manglares de forma directa o indirecta en la legislación ambiental brasileña:

- **Decreto Federal nº 9760/1946:**

El Decreto declara que los manglares se localizan en los denominados “terrenos de marina”, y por tanto, pertenecen al Gobierno Federal, confirmado posteriormente en la Constitución de 1988. Pertener al Gobierno Federal implica que éstos ecosistemas deben ser administrados y gestionados por el Servicio Patrimonial del Gobierno Federal.

Sus principales delimitaciones y actuaciones son las siguientes:

- Define los terrenos de marina: "*são aqueles terrenos que se estendem até à distância de 33 metros, medidos horizontalmente para a parte da terra, da posição da linha da preamar média de 1831 (art. 2º); até onde se faça sentir a influência da maré (art. 2º, a, e, b).*"
- Define la prolongación de la marina: "*são aqueles formados, naturalmente ou artificialmente, para o lado do mar ou dos rios e lagoas, em seguimento aos terrenos de marinha (art. 3º)*".
- Dice como preservar: basta delimitar la línea de la marea alta media de 1831, a lo largo de toda la costa, atribución de la Junta del Patrimonio de la Unión (art. 9, 10, 11, 12, 13, 14).

- **Ley Federal nº 4771/ 65 del Código Florestal:**

El Código Florestal es la principal herramienta para la conservación de la vegetación de los ecosistemas de manglar: el Área de Preservación Permanente (APP). La conservación de la vegetación se dicta por el cumplimiento de las siguientes declaraciones:

- Declara la importancia de la vegetación para la protección del suelo: "*art. 1º As florestas existentes no território nacional e as demais*

*formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do país, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta estabelecem. Art. 3: As ações ou omissões contrárias às disposições deste Código na utilização, exploração das florestas são consideradas uso nocivo da propriedade”.*

- Declara que la vegetación sea preservada permanentemente solo por el efecto de la Ley: "art. 2º Consideram-se de preservación permanente, pelo só efecto desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas: a) ao longo dos ríos (nova redacción dada pela L. F. nº 7803/ 89); b) margens lagoas; (...) f ) nas restingas, como fixadoras de dunas e mangues".
- Determina cuál es el mecanismo a aplicar cuando sea necesaria la supresión total o parcial de las APP. Sólo podrán ser alterados o suprimidos con una Ley del Parlamento en casos de ejecución de obras, planes, actividades o proyectos de utilidad pública o interés social (art. 1º, 3º).
- Penaliza a través de la Ley nº 9.606/98 y su regulación (Decreto nº 3.179/99).

#### ▪ **Ley Federal n º5.197/ 1967:**

El objetivo de la ley es proteger a todas las especies de animales que viven naturalmente fuera de cautiverio. La ley declara que todos los animales que se reproducen en Brasil son de propiedad del Estado (Gobierno Federal) siendo totalmente prohibido y penalizada su utilización, caza, captura, destrucción y persecución (art. 1º). Además, transforma en crimen a la pesca depredadora utilizando sustancias químicas de cualquier naturaleza, así como el mantenimiento de animales en cautiverio y la muerte de ellos por acciones indirectas.

#### ▪ **Ley Federal n º6938 / 1981 de Política Nacional Ambiental:**

Esta ley establecida por el CONAMA tiene como objetivo la preservación, mejora y recuperación de la Calidad Ambiental. Además de definir palabras clave como medio ambiente, contaminación y calidad ambiental; crea sanciones importantes para aquella persona o organismo que contamine, incluso cuando también afecte flora y fauna.

#### ▪ **Decreto Federal nº 9.9274/90 que regula la L.F. nº 6.902/81 y la L.F. nº 6938/81:**

Este decreto regula las actividades contaminantes y es un punto clave para la protección de los manglares ya que el cumplimiento correcto de éste preserva la existencia del manglar. No obstante, los artículos 6º, 1º, 2º y el artículo 7º de la Ley nº 7661/88 (Plano Nacional de Gerenciamiento Costero) son más

restrictivos en cuanto a la preservación del manglar ya que exigen Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para cualquier construcción en la zona costera.

▪ **Ley Federal n°9.605/ 1998 de Crímenes Ambientales:**

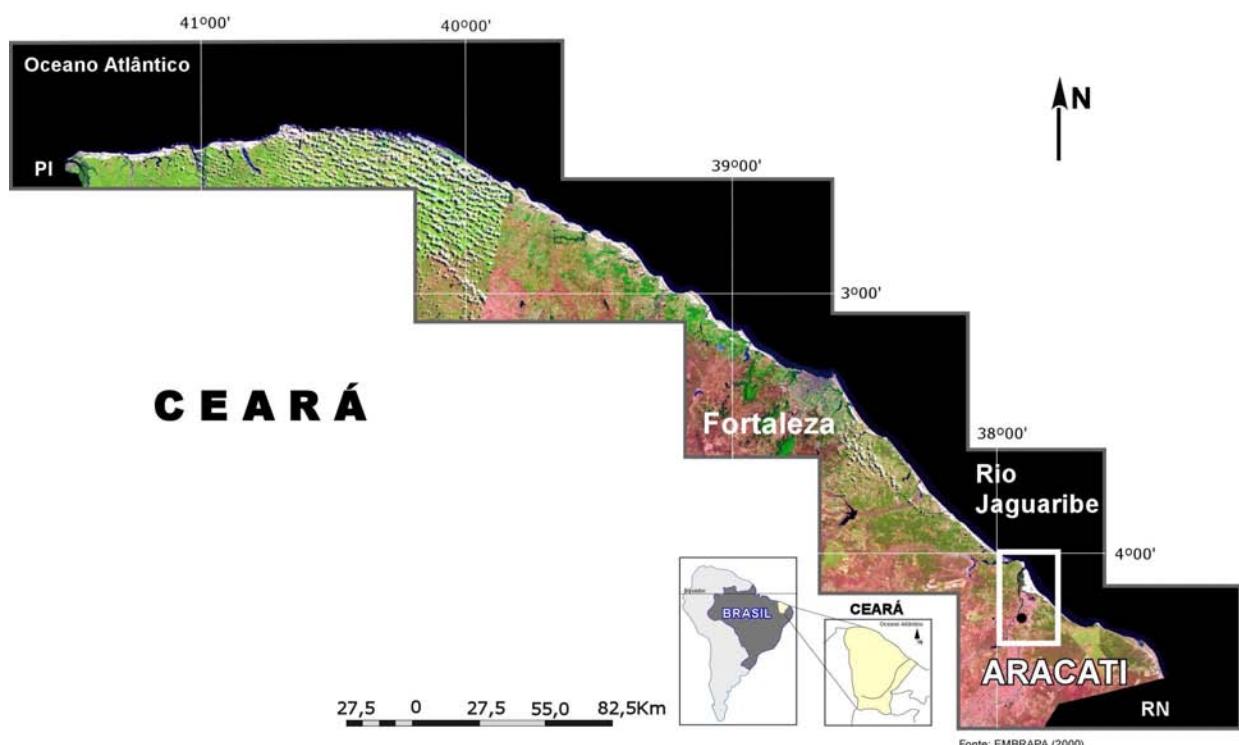
Teniendo en cuenta toda la importancia que se le atribuye por los medios de comunicación, no originó tantos cambios como los que se esperaban. Los artículos que satisfacen la defensa de los manglares son los siguientes: 38, 39, 40, 1, 2, 3, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53 y 66 y las sanciones previstas a través del D.F. n°3.179/99: art. 11, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 44, 45.

### 3. Análisis del vector

#### 3.1 Geografía

La zona de estudio se sitúa en la región de Aracati en el litoral este del Estado de Ceará en Brasil y está inserida en la planicie fluvio marina del río Jaguaribe (Figura X).

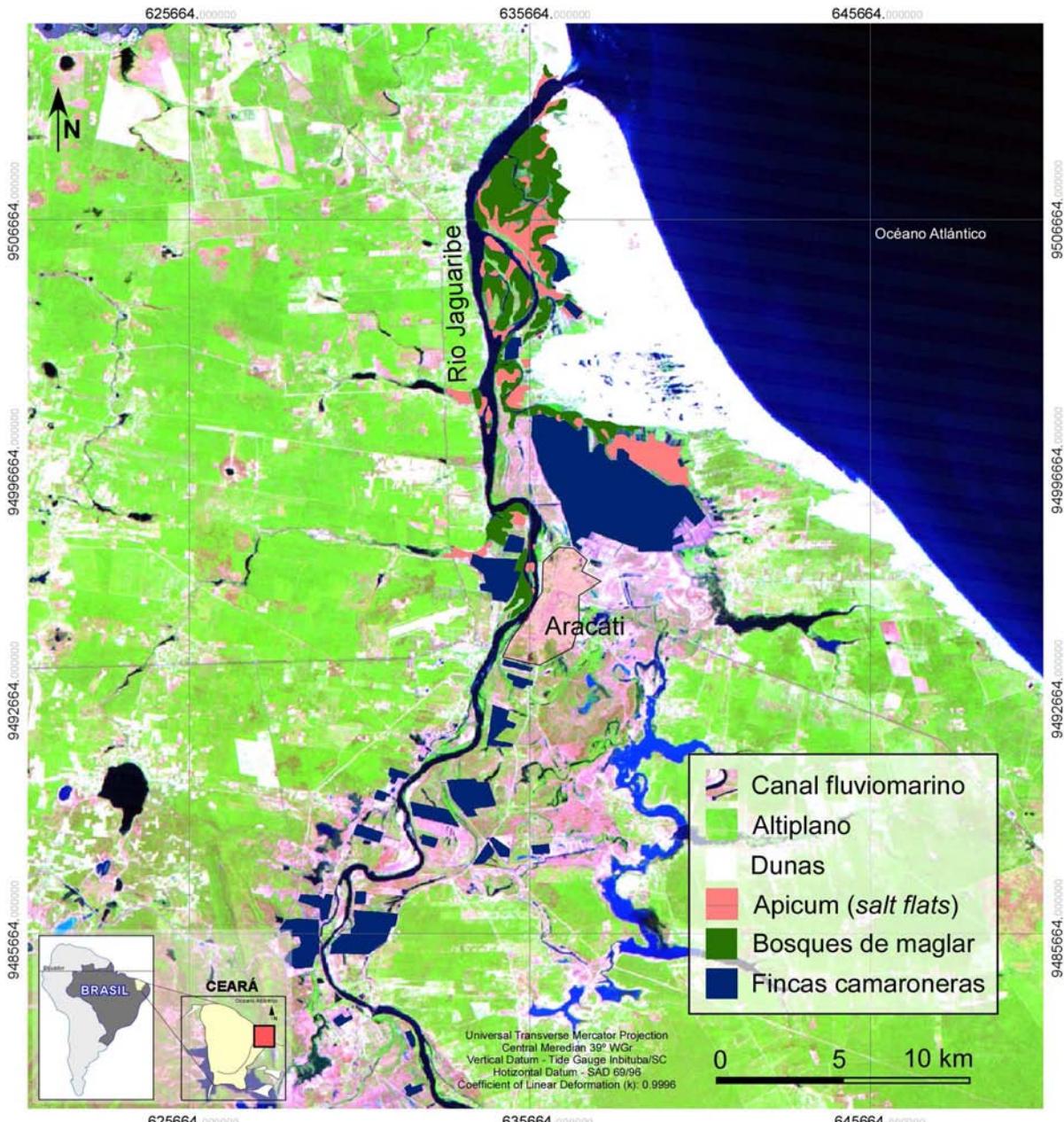
La cuenca hidrográfica del río Jaguaribe tiene una extensión de 72.645 km<sup>2</sup> (ocupa un 50% del territorio del estado) y 1/3 de la población. (IBGE, 2010.) Debido a su importancia histórica y a su largo proceso de ocupación, iniciado a partir del siglo XVII, desde la naciente, localizada en la sierra de Joaninha, en el municipio de Tauá, hasta su desembocadura, inserida en el municipio de Fortim, presenta varios impactos ambientales debidos a la acuicultura, la agricultura irrigada, el desenvolvimiento de las actividades industriales y principalmente a la falta de saneamiento básico en la mayoría de los 80 municipios que forman parte de esta bacía hidrográfica. (Soares, 2000; Souza, 2006).



**Fig. 11:** Localización del área de estudio. Fuente: Queiroz *et al.*, 2007.

La comunidad de Cumbe está localizada en el margen derecho del tramo bajo del curso del río Jaguaribe, incluida en el Área de Preservación Ambiental de Canoa Quebrada (APA), creada por la Ley nº 40/98 de 20 de marzo de 1998, como una área de 4.000 hectáreas. El acceso a la comunidad puede hacerse a través de un camino que conecta la sede del municipio con la localidad, en un precurso de 12 Km. También puede accederse a través del río Jaguaribe o por el campo de dunas que rodea la comunidad (Queiroz, 2007).

El proyecto cuenta con una parte ambiental, una social y otra económica. Las partes social y económica se desarrollaron con la población de la comunidad de Cumbe y la parte ambiental se desenvolvió en tres brazos o canales del río Jaguaribe con características similares pero con diferente afectación de la acuicultura del camarón.



**Fig. 12:** Área de estudio y distribución usos del suelo. Fuente: Tadeu et al., 2010.

## **3.2 Historia**

El río Jaguaribe, nombre de origen Tupí que significa “rio das onças”,( rio de los pumas) fue la principal vía de acceso para la colonización del territorio de Ceará, iniciada a partir del siglo XVII, donde se instalaron a lo largo de este curso fluvial las primeras villas y, posteriormente, ciudades del Estado. Fue responsable también del crecimiento económico de la provincia de Aracati, conocida por la industria de la carne seca y por los vastos rebaños que ocupaban la planicie fluvial y fluvio marina.

La comunidad de Cumbe data sus orígenes 194 años atrás y está compuesta por familias de pescadores/as, recolectores/as de marisco, y artesanos/as. Su nombre viene de las comunidades de esclavos negros de Venezuela llamadas “Quilombos”. En los últimos años esta comunidad tradicional igual que otras que forman parte de la Zona Costera se han visto inmersas en grandes y profundas transformaciones debido a la implantación de la lógica del desenvolvimiento y a la llegada de las nuevas actividades económicas (Queiroz, 2007).

A partir del año 1998, los viveros de cría de camarón comenzaron a construirse y a ocupar gran parte del territorio de la comunidad. Este cambio en el uso del suelo produjo rápidas transformaciones y conflictos en la comunidad y en el ecosistema.

## **3.3 Clima**

Aracati presenta clima tropical semi-árido, con temperaturas amenizadas por la brisa marítima, con variación tempo-espacial en la distribución de las precipitaciones pluviométricas (IPECE, 2009). Uno de los principales factores de circulación atmosférica que contribuye en la ocurrencia de las mayores precipitaciones anuales es la acción de la Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT), célula atmosférica donde ocurre el encuentro de los alisios de los dos hemisferios entre los meses de Enero a Abril, que controla la marcha zonal de las lluvias (IPECE, 2009).

En relación a las condiciones climáticas del clima semi-árido del noreste, puede destacarse un régimen pluviométrico irregular, de tipo tropical con un corto período lluvioso entre verano y otoño, donde las temperaturas elevadas son uniformes y se presentan bajas amplitudes térmicas anuales que permanecen en torno a los 5º C, en la mayor parte de la región. De esta forma, las irregularidades pluviométricas promueven sequías desastrosas y lluvias excepcionales causantes de inundaciones en zonas cercanas a los valles del río (Souza; Oliveira; Grangeiro, 2002). La pluviosidad media de Aracati es de 935,9 mm y las medias de las temperaturas mínimas y máximas son respectivamente de: 26º e 28ºC. El período lluvioso se extiende de enero a abril (IPECE, 2009).

A pesar de que la media pluviométrica es satisfactoria para una área de clima semi-árido, durante la estación seca las elevadas temperaturas contribuyen al aumento de las tasas de evapotranspiración, ocasionando una reducción del

nivel de agua de las lagunas y los cursos fluviales locales, contribuyendo a la elevación del índice de aridez (Carvalho Neta, 2007).

**Tabla 2:** Balance Hídrico y índice de aridez. Fuente: Adaptado de CARVALHO NETA (2007).

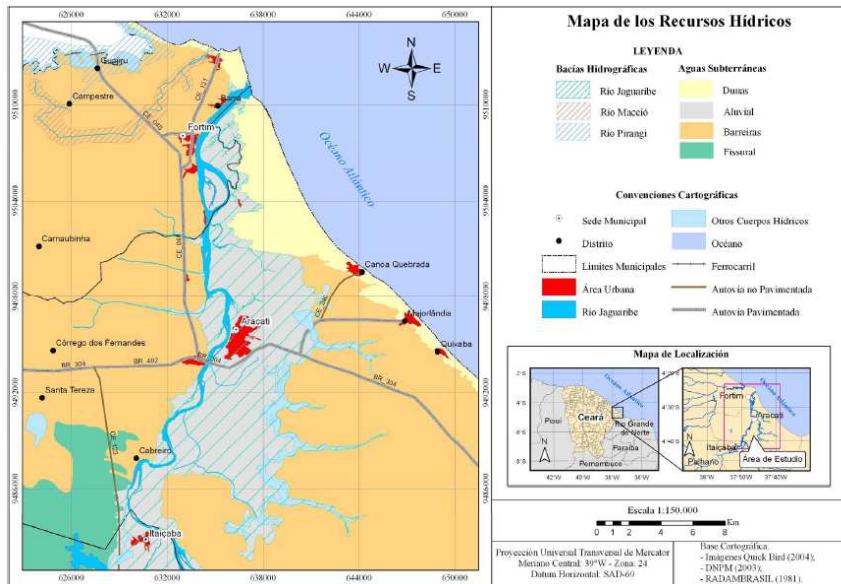
| Municipio  | Precipitación<br>(mm) | ETP<br>(mm) | ETR<br>(mm) | EXC<br>(mm) | DEF<br>(mm) | P/ETP<br>(mm) |
|--|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Aracati  | 933,9                 | 1725        | 848         | 86          | 877         | 0.54          |
| Evapotranspiración potencial (ETP);<br>Evapotranspiración real (ETR);<br>Excedente hídrico (EXC);<br>Déficit hídrico (DEF);<br>Índice de Aridez (P/ETP). |                       |             |             |             |             |               |

### 3.4 Hidrología

El río Jaguaribe atraviesa la ciudad de Aracati en sentido norte-sur y desagua en el océano Atlántico a 15 km de la ciudad. El río Jaguaribe es el curso principal de la bacía del mismo nombre, que ocupa, aproximadamente el 50% del área total de Ceará (Souza; Oliveira; Grangeiro, 2002).

Desde las nacientes hasta el final el río recorre 610 km y ocupa un área total de 74.621 km<sup>2</sup> (Secretaria de Recursos Hídricos- SRH, 1992).

La Comunidad de Cumbe está situada en una zona de transición llamada estuario. Los sistemas estuarinos son muy complejos y dependen de las influencias de las aguas dulces de los ríos y de las aguas saladas de las mareas. Esta mezcla que se da a causa de las mareas condiciona los componentes del paisaje costero. Se encuentran bajos niveles de oxígeno, sedimentos poco consolidadas y altas salinidades que solo plantas adaptadas como los manglares son capaces de tolerar. El sistema estuarino del río Jaguaribe tiene asociado un bosque de manglar con 1.260 hectáreas (Funceme, 1989).



**Fig. 13:** Mapa de la hidrología del área de estudio. Fuente: Tadeu *et al.*, 2010.

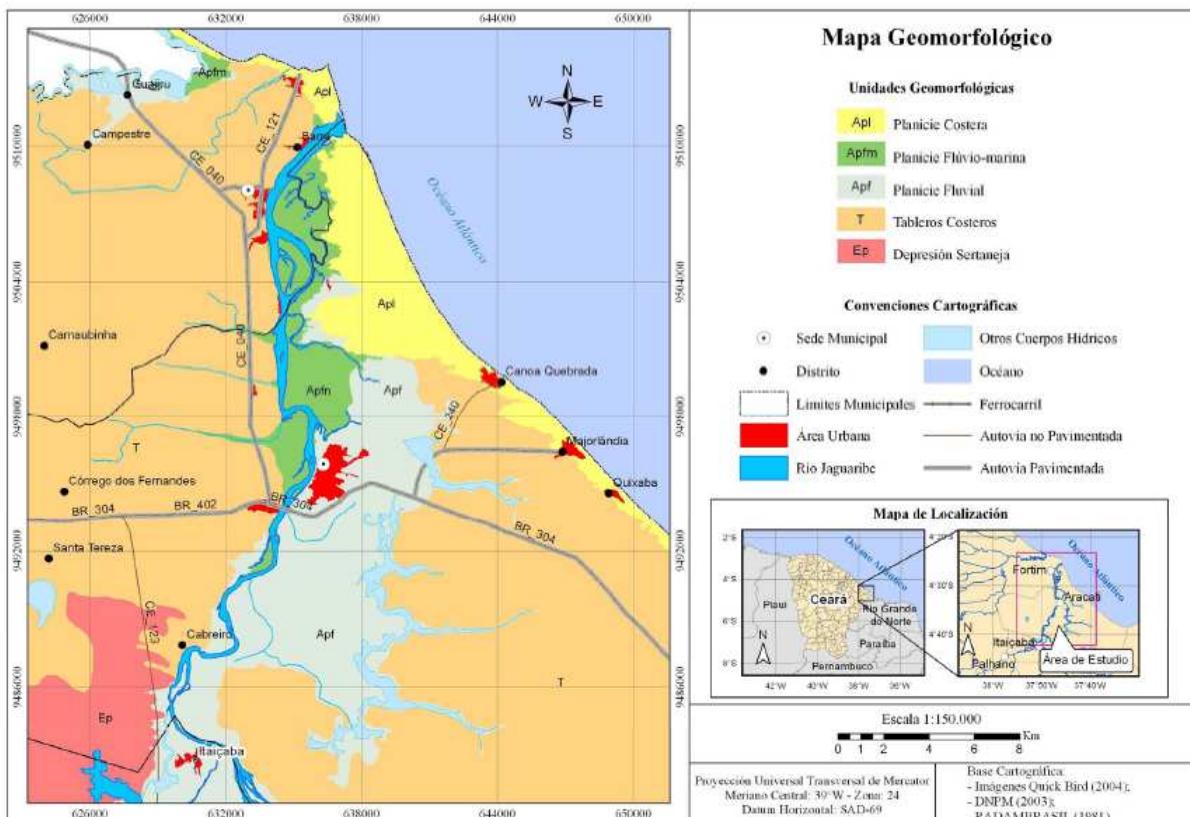
### 3.5 Geología y Geomorfología

El área de estudio en el perímetro urbano de Aracati y en la localidad de Cumbe considerando un análisis de Souza, Oliveira y Grangeiro (2002) morfológicamente está compuesta por las dunas fijas y móviles, la planicie fluvial del río Jaguaribe, la planicie fluvio marina de los manglares y la meseta costera.

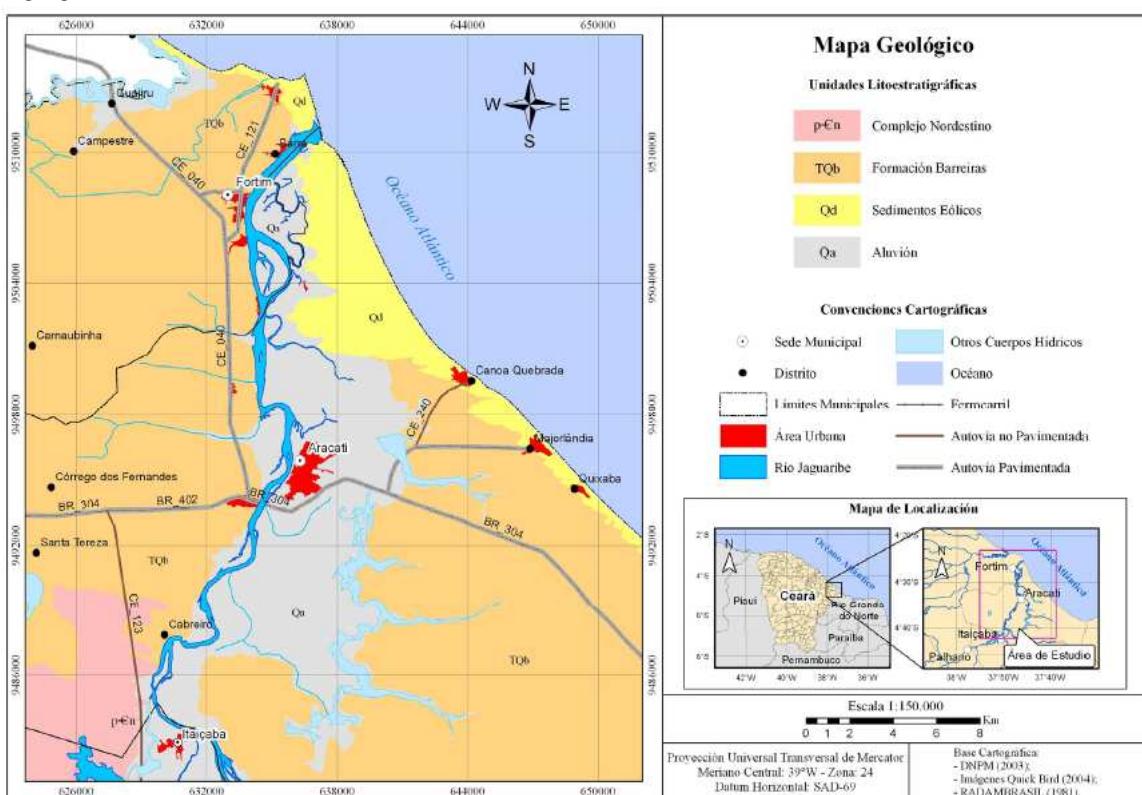
Las dunas se destacan como grandes unidades geológicas potenciales como acuíferos. La producción de flujo es del orden de  $5.10 \text{ m}^3/\text{h}$ . La disponibilidad actual de agua, deducida del Departamento de Recursos Hídricos, es de:  $1.242.606 \text{ m}^3/\text{año}$  en los acuíferos de las dunas;  $37,12 \text{ m}^3/\text{año}$  en los acuíferos de la zona aluvial.

La concentración de dunas en la parte inferior del río Jaguaribe se produce en tres bandas distintas: la primera se compone de dunas inactivas; el segundo tipo, inactivas también de tipo parabólicas edafizadas, y el tercero, ubicado cerca de la isla de los Veados, cerca de Cumbe y que llegan des de Canoa Quebrada hasta la desembocadura del río Jaguaribe.

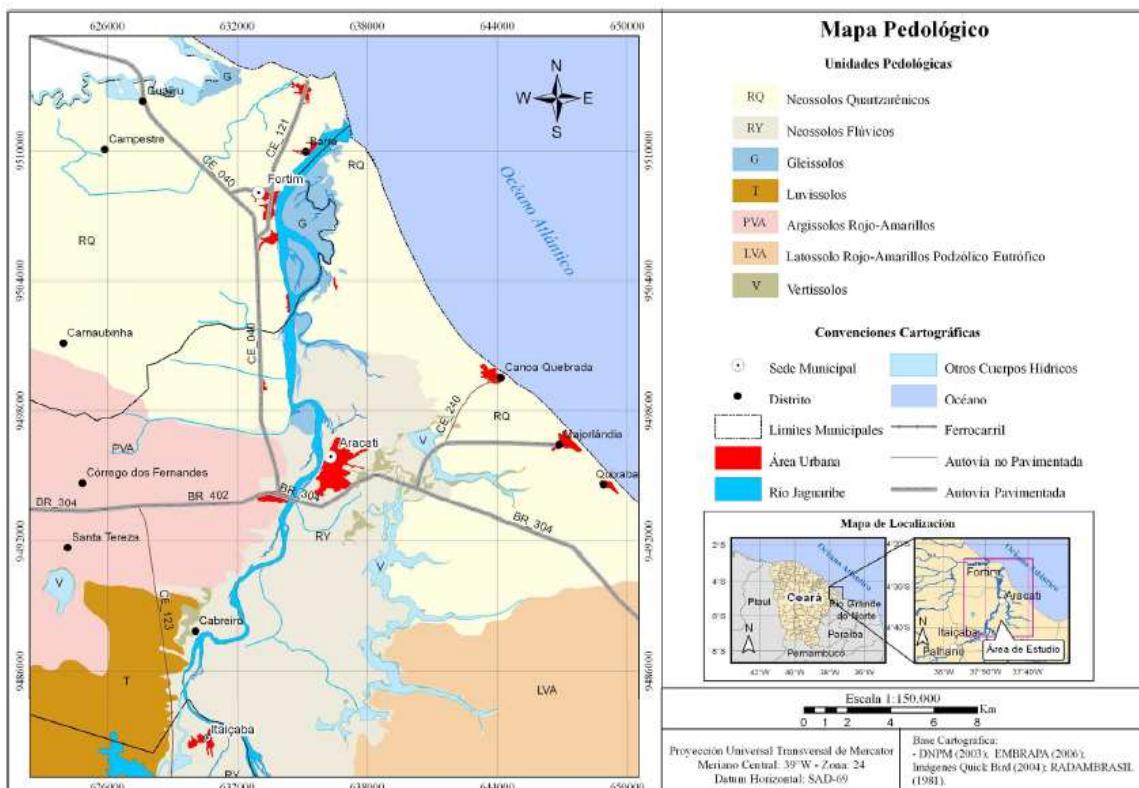
En la actualidad, el cambio en el paisaje de Cumbe es notorio. Las altas velocidades de los vientos están causando la migración de las dunas en la comunidad en dirección SE-NO. La dinámica del viento moviliza las dunas hacia la comunidad y se están usando tecnologías de contención y fijación de arena para evitar su desplazamiento.



**Fig. 14:** Mapa de la geomorfología del área de estudio. Fuente: Tadeu *et al.*, 2010.



**Fig. 15:** Mapa de la geología del área de estudio. Fuente: Tadeu *et al.*, 2010.



**Fig. 16:** Mapa de la pedología del área de estudio. Fuente: Tadeu et al., 2010.

### 3.6 Flora y Fauna

El manglar es un entorno formado por una vegetación peculiar llamado pantano, donde las principales especies dominantes en el área de estudio, de acuerdo con Cavalcanti (2003, p.74-75) son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia sp* (mangle Siriba), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), y *Conocarpus erectus* (mangle botón).

*Rhizophora mangle* conocido como el mangle rojo, mangle zapatero o verdadero, ocupa áreas cercanas a los canales de drenaje en contacto directo con el agua porque tiene adaptaciones morfológicas y fisiológicas a este entorno y puede alcanzar 20 m de altura (Meireles, Silva, Moraes, 2005, p 96). El mangle verdadero presenta una serie de adaptaciones para sobrevivir en el ambiente estuarino que incluye:

- i) Rizóforos para fijar las raíces en suelo arcilloso,
- ii) Lenticelas que ayudan a la obtención de aire y nutrientes, y un sistema fisiológico que filtra el agua de mar a través de la absorción de sales por las raíces, lo que permite la regulación de los niveles de concentración interna de sales en la planta.

*Avicennia sp.* popularmente conocido como manglar Siriba, manglar negro o canoé que puede alcanzar una altura de 11m (Maia et al., 2005, p.10). En el

estado de Ceará, hay dos especies de *Avicennia*, *A. schaueriana* y *A. germinans*. La diferencia entre las dos especies se encuentra en forma de las hojas. Si bien *A. germinans* tiene una forma puntiaguda, *A. schaueriana* presenta hojas de forma redondeada. Sin embargo, las dos especies se diferencian de las raíces de *Rhizophora* porque están dotadas de raíces subaéreas y de neumatóforos. Se encuentran como árboles y arbustos en la parte inferior de los estuarios y en el perfil intermareal medio y alto (Maia et al., 2005, p. 9). El manglar canoé tiene una serie de características entre los que se pueden presentar:

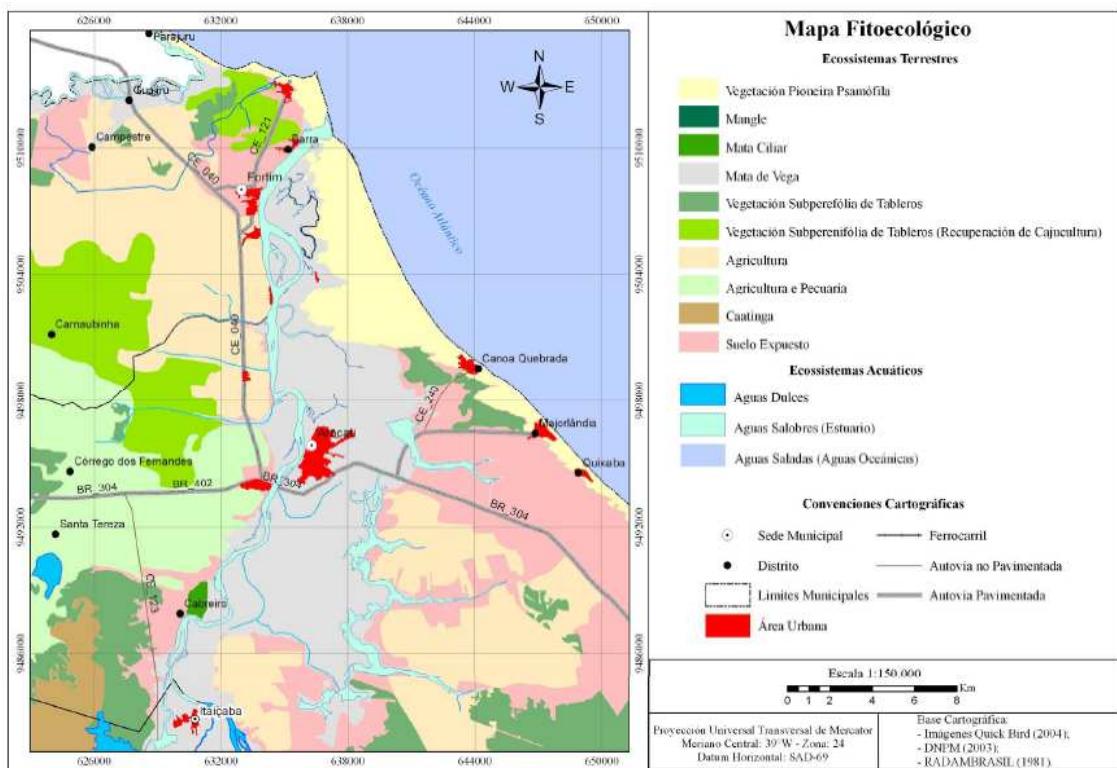
- i) La adaptación a los suelos arenosos,
- ii) Las raíces y vías respiratorias,
- iii) Semiviviparidad de su fruto,
- iv) Las glándulas de las hojas que excretan el exceso de sal absorbida por la planta (Meireles et al., 2005, p. 98).

*Laguncularia racemosa* conocida como mangle blanco o mangle suave se adapta a las condiciones de fallo de aireación en el suelo a través del sistema radicular con unas vejigas de aire que son raíces respiratorias que sobresalen fuera de la tierra. Su dispersión es también un ejemplo de hidrocondria, a través de la dispersión de semillas por el agua donde prevalece la semiviviparidad, ya que la fruta germina inmediatamente en contacto con los canales de drenaje de agua. Las semillas tienen alta flotabilidad en el agua, que dura casi un mes en el medio acuático, y debido a su pequeño tamaño, puede llegar a grandes áreas de distribución a través de las llanuras fluviomarinhas. Puede alcanzar hasta 15 metros de altura (Vicente da Silva, 1993).

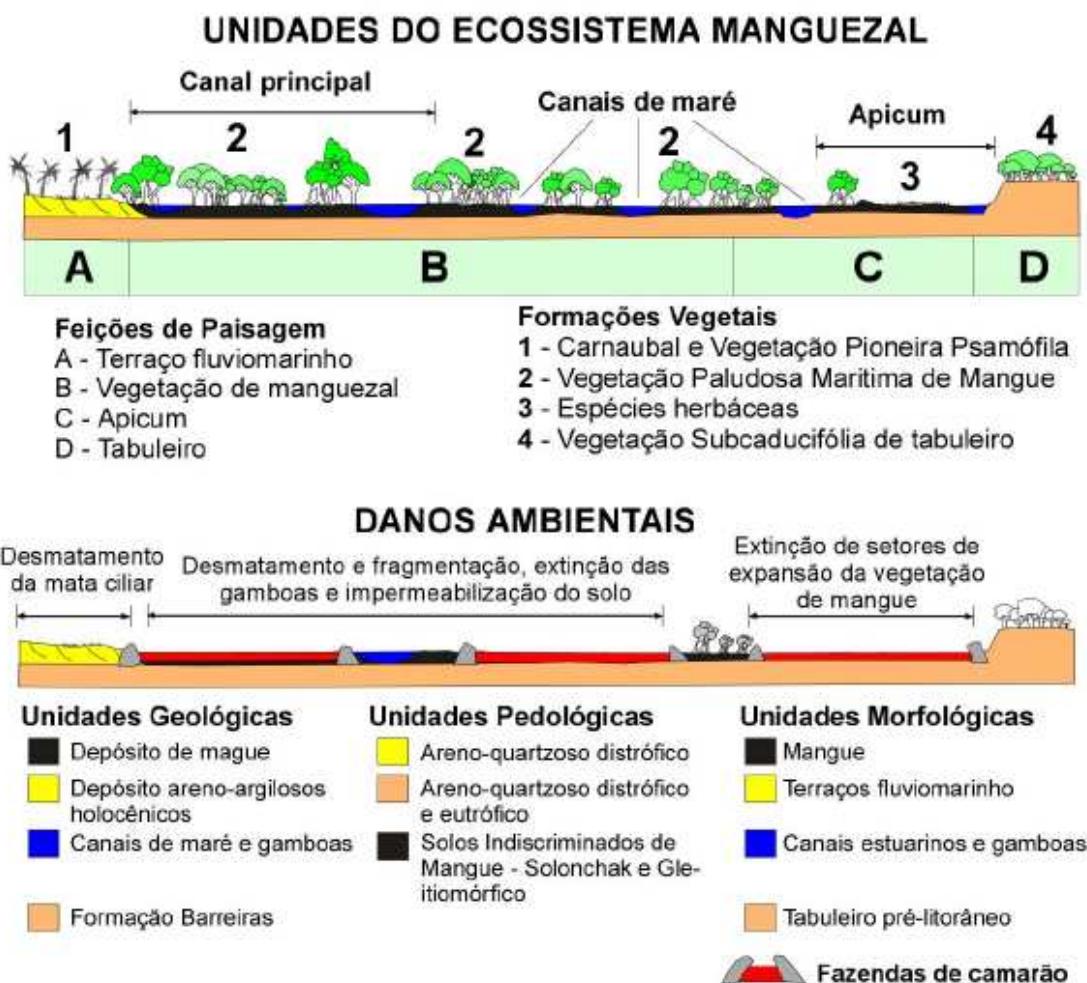
*Conocarpus erectus* se conoce como mangle botón, se dispone en bandas próximas a zonas de sedimentación arenosa. Tiene una alta capacidad para difundir sus semillas y contribuye a la fijación de las dunas cercanas a los manglares, ocupa el más alto perfil de la marea, llegando a 10 m de altura, su tronco en forma de "V" puede alcanzar los 30 cm de diámetro y su madera se usa en la fabricación de barcos pequeños por las comunidades.

El Salgado o Apicum forman la vegetación herbácea y se encuentran en el estado de sucesión de la ciénaga. Se encuentran en las altitudes más altas de la llanura fluvial. De acuerdo con Maciel (1991) citado en Meireles y Silva, Moraes (2005, p. 42-43) estos ambientes se pueden definir como la transición de la vegetación, que está compuesta por especies herbáceas que se producen en la parte de la interfaz, por encima de la costa, rara vez en su totalidad dentro de los bosques. Su límite está determinado por el nivel medio del nivel de mareas vivas y las mareas altas equinocciales.

La primera parte corresponde a las áreas que fueron abandonadas después de la desactivación de las salinas en la ciudad de Aracati instaladas durante la década de 1980 o más recientemente, a partir de 2004, con la desactivación de algunos estanques de camarones en la localidad de Cumbe, que en contacto con el la ingesta de líquidos de los canales de marea y el acuífero dunar, permite la regeneración de la vegetación del apicum.



**Fig. 17:** Mapa de la fitoecología del área de estudio. Fuente: Tadeu et al., 2010.



**Fig. 18:** Esquema de las unidades del ecosistema manglar. Fuente: Diagnóstico IBAMA, 2005.

La fauna del manglar se deriva del mar, el río y las tierras adyacentes. Según Maia et al. (2005, p.15-16) las principales especies que se encuentran en este entorno pertenece a:

i) Peces:

**Tabla 3:** Listado de peces. Fuente: Desconocida.

| Nombre científico             | Nombre común                      |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Genidens barbus</i>        | Bagre                             |
| <i>Centropomus parallelus</i> | Camurin                           |
| <i>Megalops atlanticus</i>    | Camurupim                         |
| <i>Lutjanus apodus</i>        | Caranha – Aguas profundas de río  |
| <i>Lutjanus analis</i>        | Vermelha                          |
| <i>Diapterus auratus</i>      | Carapeba – Aguas profundas de río |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <i>Hippocampus spp.</i>          | Cavalo-marinho – Buen indicador                          |
| <i>Trichiurus lepturus</i>       | Espada – Aguas profundas de río                          |
| <i>Epinephelus itajara</i>       | Mero – Aguas profundas de río                            |
| <i>Batrachoides surinamensis</i> | Pacamón- Pesca de arrastre                               |
| <i>Trachinotus carolinus</i>     | Pampo- Más pescado en mar, aunque también algunos en río |
| <i>Chaetodipterus faber</i>      | Parum – NO se captura en red.                            |
| <i>Cynoscion acoupa</i>          | Pescada  |
| <i>Achirus achirus</i>           | Solha – NO se captura red                                |
| <i>Mugil incilis</i>             | Trainha  |
| <i>Mugil curema</i>              | Saúna  |

- ii) Crustáceos: Cangrejos nadadores (*Callinectes spp.*), camarón agua dulce y salada, los crustáceos decápodos, como los cangrejos del género *Uca spp.*

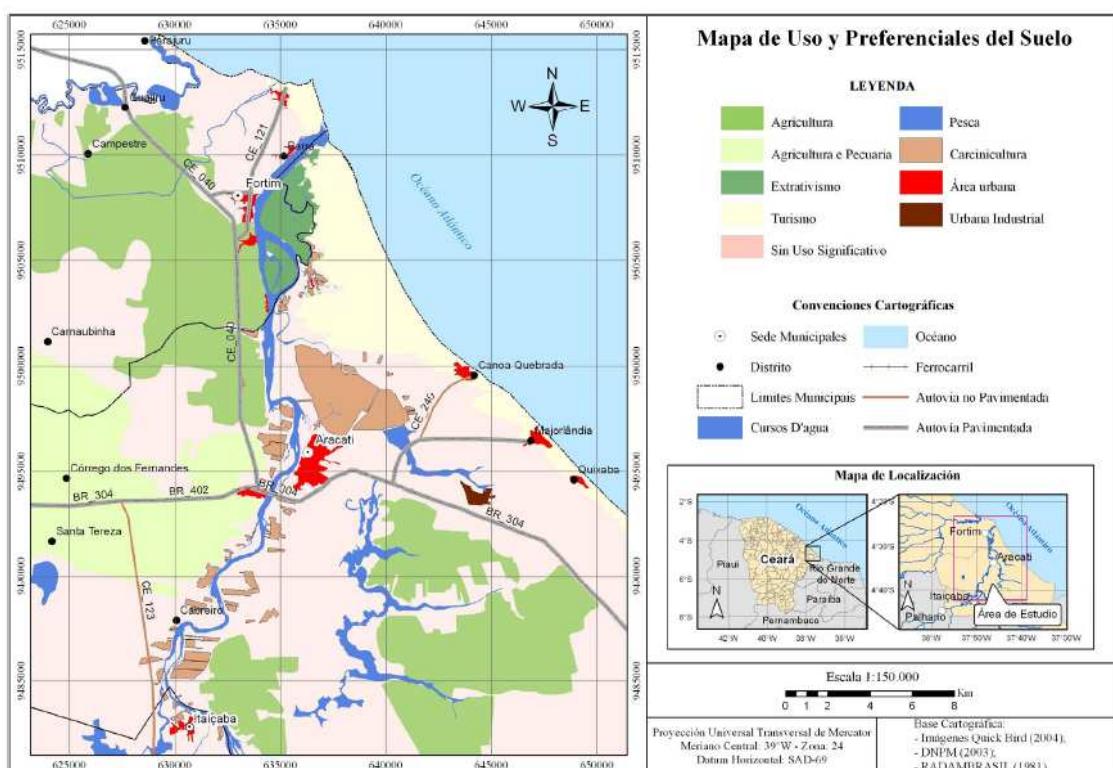
| <b>Tabla 4:</b> Listado de crustáceos. Fuente:<br>Desconocida. |                            |
|--|----------------------------|
| <b>Nombre común</b>  | <b>Nombre científico</b>   |
| Aratu  | <i>Goniopsis Grapsidae</i> |
| Caranguejo   | <i>Ucides Cordatus</i>     |
| Guaiamum   | <i>Cardisoma guanhumi</i>  |
| Maria-farinha  | <i>Aratus pisonnii</i>     |
| Siri   | <i>Callinectes danae</i>   |
| Tesoreiro  | <i>Uca maracoani</i>       |
| Xixié  | <i>Uca spp.</i>            |

- iii) Moluscos bivalvos (*Macrobrachium sp*, *Penaeus spp.*): (*Venus spp* *Anomalocardia brasiliiana*, *Crassostrea spp.*, *Arkansas Tagelus sp plebeius*, *Ifigenia brasiliiana*).
- iv) Aves, especialmente las garzas (*Egretta thula*), gaviotas (*Sterna hirundo*), halcones (*Mivalgo chimachima*) y garzas (*Florida caerulea*) en busca de bancos de alimentos expuestos durante la marea baja, se encuentran en el borde de canales de marea, que es una zona de detección durante el período de marea baja.
- v) Los troncos y las raíces aéreas de la vegetación de los manglares están ocupadas por los percebes y las ostras (*Crassostrea spp.*), Gasterópodos (*Littorina angulifera*) y una flora asociados de las algas y líquenes que crecen sobre los troncos, ramas y raíces aéreas.

### 3.7 Uso y ocupación

El municipio de Aracati posee un área de 1.229,19 km<sup>2</sup> y densidad demográfica de 48,16 hab/km<sup>2</sup>, distando 150,0km de la capital del estado, Fortaleza. Del cómputo de la población más actual (2007), Aracati posee una población de 66.049 habitantes. Constituido de actividades agropecuarias, extractivistas y pesqueras, el sector primario todavía representa un importante papel en el escenario económico en el municipio de Aracati. En relación a la actividad agrícola se puede afirmar que no es de las más representativas, poseyendo un porcentaje bastante bajo respecto al área de cultivo. Mismo poseyendo bajos cultivos, Aracati se destaca en la producción de acerola y el frijol de cuerda con producción fluida para Fortaleza y auxilio del mercado interno.

En Aracati se verificó que el producto interior bruto y el precio de mercado corriente para el año de 2007 reveló un PIB total de R\$ 369.687,00, siendo el PIB per cápita de R\$ 5.597,00. La estructura sectorial del PIB indica la predominancia del sector de servicios, con 58,49%, seguido por la industria, con 26,88% y por la agropecuaria, que representaba 14,63%. El IDH del municipio de Aracati es de 0,672, ocupando el 25º lugar en el estado de Ceará (Queiroz *et al.*, 2007).



**Fig. 19:** Mapa usos del suelo del área de estudio. Fuente: Tadeu *et al.*, 2010.

### **3.8 Comunidades tradicionales y su modo de vida. La comunidad de Cumbe**

A lo largo de la zona costera brasileña se establecen grupos humanos que desarrollan una serie de particularidades. Estas pequeñas poblaciones conforman comunidades tradicionales que se caracterizan por su estrecha relación con la naturaleza. Debido a la gran sabiduría, conocimiento y técnicas de manejo y gestión, poca acumulación de capital, uso de tecnologías compatibles con el medio ambiente y de la importancia de la unidad familiar, estas comunidades construyeron un “modo de vida” único (Tupinambá, 1999; Lima, 2002; Queiroz, 2007). Según Diegues (1994, p. 73):

*“Essas sociedades desenvolveram formas particulares de manejo dos recursos naturais que não visam diretamente o lucro, mas a reprodução social e cultural, como também percepções e representações em relação ao mundo natural marcadas pela idéia de associação com a natureza e dependência de seus ciclos. Culturas tradicionais, dentro desta perspectiva, são aquelas que se desenvolveram dentro de modo de produção mercantil. Essas culturas se distinguem daquelas associadas ao modo de produção capitalista em que não só a força de trabalho como a própria natureza se transformam em objeto de compra e venda (mercadoria).”*

Diegues (1994, p. 15), habla también de este “modo de vida” particular:

*“[...] essas populações desenvolveram modos de vida particulares que envolvem grande dependência dos ciclos naturais, conhecimento profundo dos ciclos biológicos e dos recursos naturais, tecnologias patrimoniais, simbologias, mitos e até uma linguagem específica de origem indígena e negra.”*

Aproximadamente 110 localidades se distribuyen a lo largo de la zona costera del estado de Ceará. En gran parte de estas localidades existe la presencia de comunidades tradicionales (Tupinambá, 1999). Estas se caracterizan por tener modos de vida donde la estrecha relación con el mar y los manglares constituye la base principal de su cultura.

En este contexto, el conocimiento tradicional definido como “el conjunto de saberes y el respeto hacia el mundo natural y sobrenatural transmitido de generación en generación” (Diegues&Arruda, 2001), gana un lugar de centralidad. Por tanto, pescadores, agricultores, ribereños, humedales, extractivos, “caipiras” y “caiçaras” son pueblos con ese modo de vida del que estamos hablando, esencialmente tradicional que dependen fuertemente de la preservación de los recursos ambientales para su sobrevivencia.

En relación a la comunidad de Cumbe, las referencias dicen que existe alrededor de 194 años atrás, consta de familias de pescadores, artesanos y agricultores. La comunidad tiene una población de 576 personas entre niños, jóvenes, adultos y personas mayores, distribuidas en 135 familias, que corresponden al 0,86% de la población total de Aracati. Esta comunidad ha establecido un fuerte vínculo con la supervivencia de los recursos de los

manglares a través de la pesca y los mariscos (Queiroz, 2007, p. 17). En la comunidad de Cumbe antes de finales de la década de 1980, dominó la producción de caña de azúcar utilizada en la fabricación del "espíritu de Cumbe", un tipo de licor local. Según el líder de la comunidad en esta localidad, había 12 fábricas de gran tamaño que trabajaban en la producción del azúcar. También la extracción de cera de carnauba y la producción de sal eran parte de la economía igual que la agricultura. Sin embargo, estas actividades han disminuido debido a la falta de tecnología, haciendo que el coste de producción de la sal y el ron no pueda superar a la competencia de otras empresas de Río Grande do Norte y la región metropolitana de Fortaleza. Sumado a esto, la falta de espíritu empresarial entre los descendientes de los dueños de los ingenios, vendieron sus posesiones y se trasladaron a la sede de Aracati. Se destaca en esta comunidad también la actividad económica de camarón que se ha desarrollado desde finales de 1980 con períodos de más y menos producción.

### **3.9 Amenaza al modo de vida tradicional**

En las últimas décadas, estas comunidades están experimentando un fuerte período de grandes y rápidas transformaciones de sus espacios y formas de vida. Las principales actividades tradicionales desarrolladas en la zona costera como la pesca, poco a poco están siendo substituidas por nuevas actividades económicas que siguen la lógica de desarrollo y amenazan la persistencia de modos de vida más convencionales. Desorganizan las actividades tradicionales creando nuevas relaciones de trabajo, impulsan un proceso de expropiación de las tierras, del territorio y, en consecuencia, generan la degradación del modo de vida tradicional (Lima, 2002; Tupinambá, 1999).

La zona costera de Ceará se ha transformado en un espacio donde los conflictos de uso, las pérdidas de recursos naturales y los impactos socio ambientales han aumentado exponencialmente. La principal causa es el fuerte incremento de la concentración demográfica y los crecientes intereses económicos. Debido al desarrollo de todas estas actividades económicas de forma incompatible con la conservación del medio ambiente, se genera una gran cantidad de impactos que provocan alteraciones en las condiciones de vida y la cultura tradicional de las comunidades costeras.

Lima (2002; 2005) enumera algunos procesos que reflejan la dinámica de ocupación de la zona costera y que tienen numerosas repercusiones al modo de vida de las comunidades tradicionales que habitan territorios encarnados en áreas de manglares, campos de dunas y acantilados. La instalación de la infraestructura portuaria y la posterior descubierta de los paraísos cearenses en la década de 1960, la aparición de la especulación en las playas en 1970, la llegada del proceso de urbanización y la incorporación productiva del litoral cearense a la economía nacional e internacional entre 1980 y 1990 y, finalmente, la aparición de la industria camaronera, considerada como un nuevo vector de desarrollo establecido en la zona costera; son los principales procesos que substituyen y impiden la conservación de estas comunidades tradicionales.

## 4. Diagnóstico del problema planteado

La acuicultura de camarón es una técnica de cultivo que se refiere al proceso de producción de camarones en cautividad. De acuerdo con la Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), existen dos factores que caracterizan esta actividad: el organismo producido es acuícola, y su producción tiene un propietario, es decir, no es un bien colectivo como son las poblaciones de gambas extraídas por la pesca (Vinatea, 2004).

La acuicultura industrial es un monocultivo de especies de alto valor comercial, con el fin de abastecer los mercados internacionales y/o locales.

La acuicultura de camarones, posee las siguientes etapas:

*Etapa 1: Larvicultura: Laboratorios donde son producidas las post-larvas.*

*Etapa 2: Granjas de engorde. En esta etapa las post-larvas son transportadas hasta los tanques de las granjas. Hay un abastecimiento de los viveros, con rutinas de engorde dónde se controlan diferentes parámetros como el oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad, el pH, alcalinidad, dureza, nitratos, amonios y transparencia en los viveros. Fase de alimentación de los camarones con raciones industrializadas. Despesca de los viveros (abertura de puertas, retirada de los camarones, limpieza del vivero y acondicionamiento del vivero para la próxima producción, aprox. 1000 kg de cal por cada hectárea de vivero).*

*Etapa 3: Beneficiamiento. Etapa final de la cadena productiva del camarón en cautiverio. Esta compuesta por diferentes fases: recepción, cámara de espera, control de calidad, clasificación, congelamiento, embalaje y expedición.*

La acuicultura de engorde, genera muchos impactos en el área que se implanta (Fig. 20) 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 substancias químicas utilizadas y condiciones geológicas y hidrológicas (Senarath y Visvanathan, 2001).

| Fase         | Causas   | Efectos   |
|--------------|--|---|
| Implantación | Destrucción de áreas humedas (manglares y áreas inundadas salinas) | Pérdida de hábitats y “nursery points”; erosión costera; reducción de captura de especies comercialmente importantes; acidificación: alteración de los patrones de drenaje del agua |
|              | Transformación de áreas agricultoras                               | Salinización del suelo y alteración en los patrones de drenaje del agua   |
|              | Transformación de planicies salinas                                | Alteración en los patrones de drenaje del agua  |

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
| Operacional      | Descarga de los efluentes de los viveros              | Deterioración en la calidad del agua (agotamiento de oxígeno, reducción de la luminosidad; alteraciones en la macrofauna bentónica; eutrofización) |
|                  | Escapes accidentales de los individuos de los viveros | Introducción de una nueva especie exótica, competición, destrucción de hábitats, depredación   |
|                  | Introducción de enfermedades                          | Quiebras en producción e infección de poblaciones nativas  |
|                  | Descarga de substancias químicas                      | Resistencia de patógenos y efectos desconocidos en nuevas especies objetivo  |
|                  | Intrusión de agua salina                              | Contaminación de acuíferos subterráneos  |
|                  | Deposición de sedimentos                              | Introducción de nutrientes, carga orgánica y sustancias químicas en el medio   |
|                  | Uso excesivo de agua                                  | Competición con otros usuarios de agua   |
| Post-operacional | Abandono del área                                     | Competición con otros usos por el espacio  |

**Fig. 20:** Causas y efectos de las acciones relacionadas con los impactos ambientales de la acuicultura de camarón. Elaboración y traducción propia a partir de diagnóstico IBAMA (Paez-Ozuma, 2001).

Durante la década de 1970, el potencial marítimo de pesca se redujo como consecuencia de los efectos de sobreexplotación del medio marino. La sobre pesca marina fue provocada por el alto nivel de industrialización del sector pesquero con el objetivo de atender a las demandas alimenticias de los mercados de los países desarrollados. Como consecuencia de éste proceso, los estanques marinos sufrieron una fuerte presión generando una crisis pesquera mundial. La acuicultura industrial, surgió como solución para ésta crisis pesquera. (EJF, 2003; COLMENAREJO, 2003). También se presentó con el término de “Revolución Azul”, con el propósito de ser otra solución al problema de nutrición generado por el crecimiento acelerado de población mundial.

La magnitud del alto crecimiento de la industria camaronera en los países de las zonas tropicales del mundo, fue y es producida por la creciente demanda del producto en el mercado internacional (EUA, Japón y Europa).

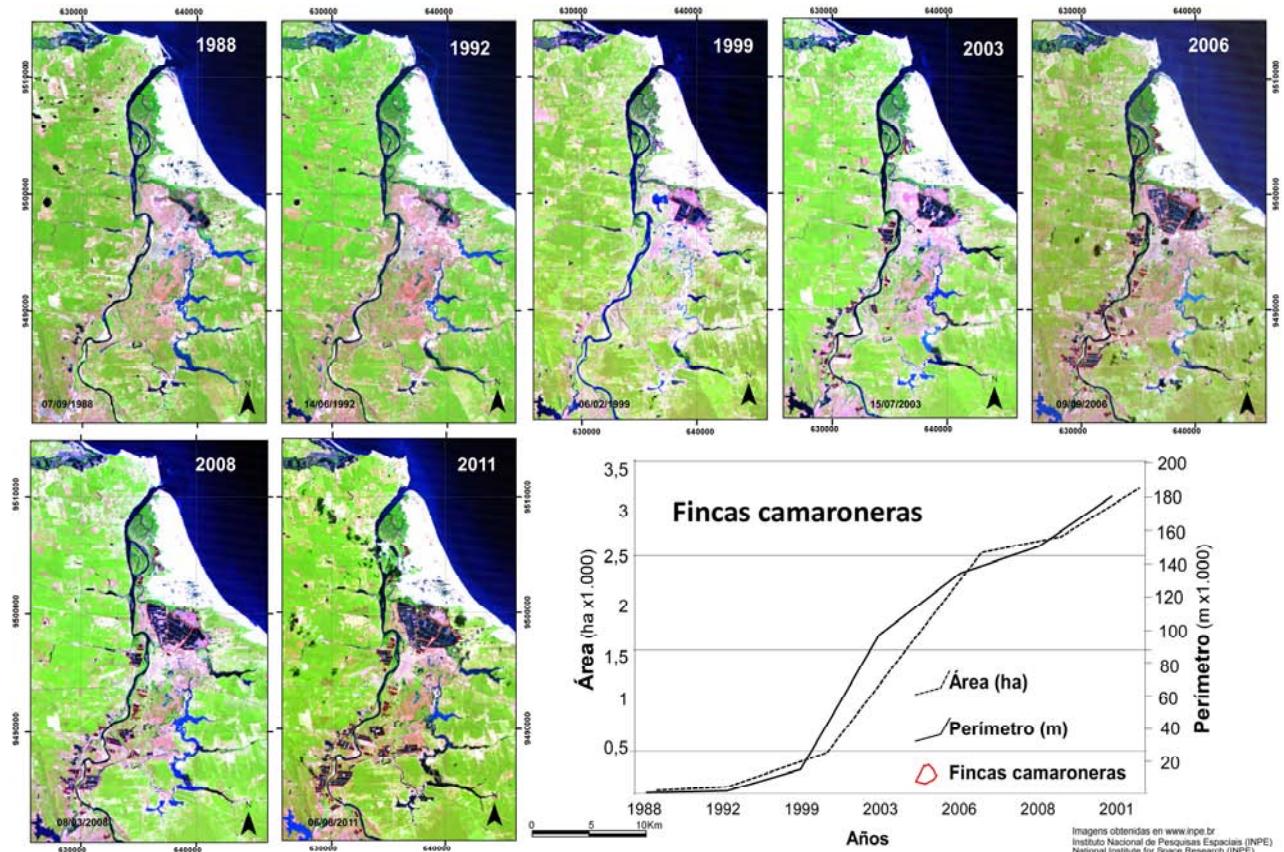
La acuicultura se desenvuelve hoy en día en más de 50 países de las zonas tropicales de todo el mundo. Especialmente en Ecuador, Honduras, Sri Lanka, Tailandia Indonesia, India, Bangladesh, Filipinas y Malasia. Dicha acuicultura está aumentando a medida que el camarón se ha convertido en un producto valioso a escala mundial.

A nivel mundial, en los años 80, la producción de camarón mundial creció de 100.000 toneladas/año a un millón de toneladas anuales. En la década de 1990, la industria camaronera constituyó el 30% de producción mundial de camarón. En 1997, habían 500.000 viveros de camarón en todo el mundo, llegando a ocupar 1,3 millones de hectáreas. (Hernández, 2002).

Según el Ministerio de Agricultura en Brasil, Secretaría Especial de Acuicultura y Pesca (2004), la acuicultura llegó a Brasil en la década de los 70, a partir del Proyecto Camarón, para estudiar la posibilidad de sustituir la extracción de sal en Rio Grande do Norte por la producción de camarón. Los años 80 fueron los que empezaron a desenvolver el carácter técnico-empresarial de las camaroneras impulsando tres especies: *Penaeus brasiliensis*, *Penaeus subtilis* y *Penaeus schmitti*, sin embargo esta actividad acabó fracasando y dejó las áreas utilizadas con una fuerte degradación ambiental. En ese momento, el sistema de control ambiental brasileño empezó a diseñar los instrumentos necesarios para gestionar tales actividades. Sin embargo, la acuicultura se expandió de forma exponencial a mediados de los años 90, con la introducción de una nueva especie más competitiva, *Litopenaeus vannamei*, además hubo un aumento del conocimiento de producción científico-técnico, juntamente con unas excelentes condiciones edafoclimáticas, un mercado comercial importante y una demanda internacional del producto cada vez más elevada. Todos estos factores hicieron que la industria camaronera en Brasil se convirtiera en una parte importante de los sectores económicos del país.

El estado de Ceará el año 2003, alcanzó una producción de camarón de 25.9 mil toneladas y una productividad de 7.676 kg/ha/año, éstos datos totalizaron 80.9 millones de dólares, correspondiente al 35.8 % del total exportado en Brasil. En esa época, la industria camaronera representaba la segunda posición de las exportaciones en el sector primario de la economía de la región del nordeste (Rocha, 2003). Cinco años más tarde, en el 2008, el estado cearense posee la segunda área mayor de cultivo y producción de camarón de Brasil, con 5.645 hectáreas y una producción de 24 mil toneladas (Rocha, 2008), es decir un 34.3 % de la producción brasileña, alcanzando una productividad media de 4.252 kg/ha/año.

Las granjas camaroneras brasileñas, durante el período de 1975 a 1995 alcanzaron el crecimiento más importante jamás visto en la acuicultura. Del 1975 al 1985 experimentó un crecimiento del 300%, y del 1985 al 1995 la acuicultura de camarón creció un 250%.



**Fig. 21:** Evolución de las fincas camaroneras en el bajo tramo del río Jaguaribe en función del área y del perímetro que ocupan durante el período de 1988 a 2011. Fuente: Queiroz, 2007.

La figura 20 nos muestra la evolución de la industria camaronerera en la zona de estudio, es decir el bajo tramo del río Jaguaribe durante el período de 1988 a 2011, donde experimentó un crecimiento en ocupación de área y perímetro de tres veces más.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), las pérdidas de manglares han sido considerables y continúan. Cerca de 35.600 kilómetros cuadrados se perdieron entre 1980 y 2005. Las principales causas de las pérdidas de los bosques de manglares y/o consecuentemente las causas de los cambios en el flujo de sus servicios ecosistémicos, son la conversión directa a la acuicultura de camarones, la agricultura y los usos urbanos de la tierra (FAO, 2010).

Se ha calculado que, por lo bajo, el aporte económico de los manglares para el desarrollo económico de las regiones costeras tropicales es de unos US\$ 1.6 billón al año en servicios ecosistémicos, estimándose que casi el 80% de las capturas de peces mundiales en zonas costeras tropicales son directa o indirectamente dependientes de los manglares (Constanza, 1997; Field, 1998; Ellison, 2008 e Polidoro, B. A. 2010).

Durante los últimos 50 años los ecosistemas han alcanzado niveles altos de deterioro. Los manglares, por ejemplo, los ecosistemas costeros más ricos en biodiversidad, efecto “nursery” y producción de biomasa, han sufrido los

cambios más importantes e intensos, lo que ha generado una gran necesidad de identificar y monitorear sus funciones y servicios ecosistémicos a escala local y global, y de incorporar su importancia socioambiental y económica dentro de los procesos de toma de decisiones, como una alternativa para la gestión ambiental adecuada y para la reducción de su vulnerabilidad ante las presiones de orden antropogénico (Daily *et al.*, 1997; Metzger *et al.*, 2006).

La producción comercial de camarón tiene diferentes impactos, tanto sociales como ambientales asociados a la tala de los manglares y a los efectos de la actividad acuícola que se desarrolla. Supone la pérdida de muchas de las funciones que ofrecen los ecosistemas de manglares como pérdida de sustento para la gente que vive directamente del manglar, es decir pérdida de seguridad alimentaria y subsistencia, reducción de la productividad pesquera a causa de la soltura involuntaria de especies exóticas y su competición con las especies nativas, lanzamiento de aguas residuales sin previo tratamiento depurativo y la salinización del suelo y del subsuelo freático. Se pierden también otras funciones como la defensa costera frente a tormentas, disminución del efecto "nursery" y valores estéticos y culturales.

El déficit de nutrientes en el ecosistema marino promovido por la degradación de los manglares representa pérdidas anuales aproximadamente de 4,7 toneladas de pescado y 1,5 millones de toneladas de camarón marino para la industria pesquera, sin contar con otros servicios como las ostras, cangrejos, aves, protección de costa...

De ésta forma, los manglares son un ecosistema altamente valioso por la cantidad de servicios ambientales y sociales que ofrece.

El programa de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, de una u otra manera, ha supuesto la mayor auditoría socioecológica que se ha realizado sobre los ecosistemas del planeta. Esto por medio de la generación de información científica sobre el estatus, tendencias y escenarios plausibles de los servicios de los ecosistemas, con el objetivo de apoyar la toma de decisiones ambientales, y poner de manifiesto la forma como el impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas, tiene consecuencias importantes en el bienestar humano (Montes, 2007). Sin embargo, a pesar del creciente reconocimiento global de los beneficios que le generan a la sociedad los procesos de conservación, los tomadores de decisiones eligen inapropiadamente entre transformar los ecosistemas o mantenerlos, y pareciera que no está dentro de sus intereses, invertir en acciones que faciliten dichos procesos (Pearce, 2007; Turner y Daily, 2008), lo que ha generado pérdidas de funciones y servicios ecosistémicos principalmente en los llamados países en vía de desarrollo (Balmford *et al.* 2003).

Los manglares son zonas públicas ya que están ubicados en la franja costanera. Existen leyes ambientales específicas que protegen a los manglares como ecosistemas valiosos por su valor ecológico, económico y social. A pesar de esto, los gobiernos otorgan concesiones privadas para el cultivo de camarón o las tierras son cerradas y apropiadas por los camaroneros. Las decisiones políticas que se toman desconsideran la importancia socioambiental y económica de los ecosistemas, y muestran lo contrario. Esta contradicción se

debe especialmente a dos factores: 1. Los bienes y servicios que proveen los manglares no son comerciados en los mercados con valor monetario; y 2. Parte de los pueblos que depende de los servicios de los manglares para sobrevivir no son quienes toman la decisión de su gestión.

La acuicultura de camarón es hoy en día una nueva industria de más de 10 mil millones de dólares de exportaciones por año. Pero, ¿a qué precio los estamos pagando?

Los bosques de manglares son sacrificados por el cultivo comercial del camarón, y como consecuencia las comunidades tradicionales que se sustentan del manglar sufren las consecuencias. Pero como expone Alier (2006, p.111) ¿Quién tiene títulos sobre manglares, quién gana y quién pierde en esta tragedia del cerramiento y privatización de manglares? ¿Qué lenguajes de valoración son usados por los diferentes actores al comparar el aumento de las exportaciones de camarón y las pérdidas en sustento humano y en servicios ambientales? La valoración económica de los daños es sólo uno de los posibles lenguajes de valoración relevantes en la práctica, ¿Quién tiene el poder para imponer un particular lenguaje de valoración? ¿Cuál es el valor de los camarones comparado con el valor de sustento humano y del medio ambiente perdidos?

El desarrollo de la industria camaronera ha generado y sigue generando fuertes debates sobre los costes y beneficios sociales y ambientales. Todos los datos indican que ésta industria se nos presenta hoy en día como una actividad no sustentable. Estamos delante de un conflicto de distribución ecológica, es decir, un conflicto sobre títulos ambientales, sobre la pérdida de acceso a los recursos y servicios ambientales, sobre las cargas de la contaminación y sobre el reparto de peligros sin retorno.

Si estamos dispuestos a que la industria camaronera siga siendo la responsable de producir 10 mil millones de exportaciones al año, se precisan nuevas estrategias de manejo efectivo y sustentable para ésta nueva “industria azul”. Aunque hoy en día parezca imposible producir sin provocar alteraciones ambientales, se precisa reducir al máximo el impacto generado por las camaroneras, de tal forma que no exista pérdida de la biodiversidad, agotamiento de cualquier recurso natural, alteraciones de los ecosistemas costaneros ni pérdida de sustento.

Para poder afrontarnos a un reto de tales magnitudes no podemos más que esforzarnos para conocer el problema de primera mano, y saber: cuáles son exactamente los daños ambientales que genera la producción de camarón en cultivo, qué servicios ambientales se pierden (a partir de indicadores ambientales), qué costes a nivel monetario aportan a la zona y qué percepción tiene la población local delante de éste conflicto y cuál es su importancia de los manglares.

El conocimiento, la determinación y la aplicación de indicadores de calidad ambiental y social, contribuye significativamente para un mayor control en las estrategias de gestión de las camaroneras, ya que, una acuicultura sustentable podría contribuir a un crecimiento económico y a la disminución de la pobreza

en áreas costaneras del plantea. Aunque hoy en día hace exactamente lo contrario ya que emigra de lugar a lugar dejando tras de si zonas pobres en ecosistemas y comunidades desamparadas.

Hemos de determinar y estipular un lenguaje de valoración justo, sostenible y rentable de éste conflicto para así poder darle un desenlace.

Necesitamos conocer la realidad de primera mano, para llegar a ser justos con el medio ambiente y las personas.

*“Sem manguezais eu seria uma pessoa sim braços. Os manguezais som a mia casa”*

*Nitim- pescador de Cumbe (Noviembre 2011)*

## **5. Objetivos generales y específicos**

### **5.1 Objetivo general**

Realizar un estudio multidisciplinario para determinar la presión que ejerce la acuicultura de camarón de forma directa e indirecta sobre los manglares del curso bajo del río Jaguaribe (Ceará-Brasil) a nivel ambiental.

### **5.2 Objetivos específicos**

- Realizar una comparativa actual (2011) de biodiversidad y de estructura del manglar en tres brazos del río Jaguaribe: Arrombado, Cumbe y Canavieira, los cuales están afectados por la industria camaronera en diferentes grados/proportiones.
- Comparar en los tres brazos del río Jaguaribe:
  - Las posibles diferencias estructurales del manglar a partir de la altura de los árboles y de la abundancia de neumatóforos.
  - La abundancia poblacional de *Crassostrea Rhizophorae* y *Ucides Cordatus*
  - El % de materia orgánica
- Relacionar los resultados de los parámetros ambientales hallados en los tres brazos del río Jaguaribe con posibles causas: presión de la industria camaronera, proximidad demográfica, fenómenos naturales u otros.

## **6. Metodología**

### **6.1 Revisión bibliográfica**

La investigación bibliográfica se hizo a través de proyectos, tesis y artículos relacionados con los manglares y su flora y fauna asociadas. También se obtuvieron datos de la administración brasileña y de la Universidade Federal do Ceará (UFC) y de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

### **6.2 Trabajo de campo y laboratorio**

La parte ambiental del proyecto pretende evaluar la potencial degradación del manglar en el área estudiada. Esto se realizó a través de una zonificación del área. Esta zonificación consta del curso alto (A), mediano (M) y bajo (B) así como lado derecho e izquierdo en cada brazo del río Jaguaribe estudiado (Fig. 22). Los tres brazos según su proximidad a la desembocadura se denominan, Arrombado, Cumbe y Canavieira.

Los tres brazos se encuentran en el tramo bajo del río Jaguaribe y se seleccionaron por estar afectados en diferente grado por la industria camaronera.

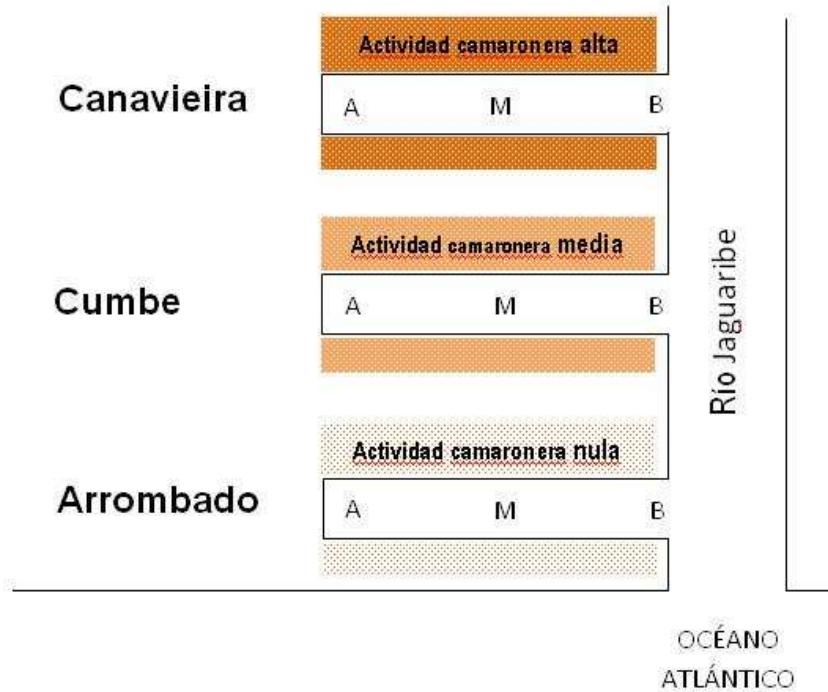
Las tres zonas de muestreo se caracterizan por formar parte de un sistema estuarino influenciado por el ciclo de las mareas y albergar bosques de manglares.

Arrombado se encuentra a 2,5 Km. de la desembocadura del río, por esa razón, está más influenciado por el ciclo de las mareas. No presenta presión antrópica y no se desarrolla ninguna actividad acuícola.

Cumbe se encuentra a 6,5 Km. de la desembocadura. Este brazo presenta una fuerte acción antrópica debido a estar rodeado por la comunidad que lleva su mismo nombre. En el área de Cumbe existe actividad acuícola con un total de X granjas de camarón.

Canavieira dista 9,3 Km. del océano atlántico. Tiene una población cercana que tiene su mismo nombre y es la zona de estudio con más influencia de la acuicultura de camarón.

Dentro de la zona de estudio, existen otros puntos interesantes, como otro brazo del río llamado Remanso, así como dos islas (Ilha do Pinto y Ilha Grande) situadas en medio del río Jaguaribe. Éstos otros puntos son importantes para la comunidad en términos de localización de pesca, pero presentan características intermedias entre los brazos estudiados, motivo por el cual no consideramos óptimos para evaluar el efecto de la acuicultura sobre el ecosistema mangla



**Fig. 22.** Esquema de la zonificación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia.



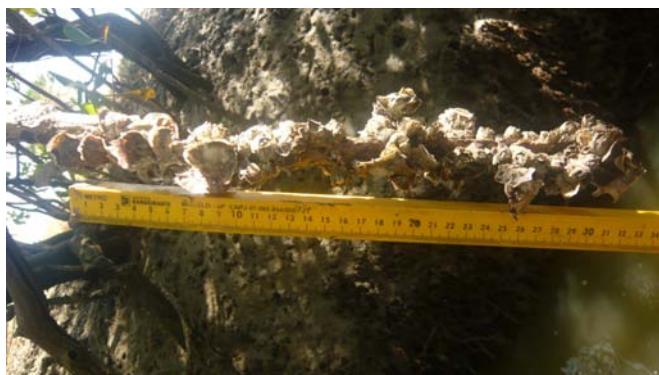
**Fig. 23.** Fotografías de los tres brazos de estudio. De izquierda a derecha: Arrombado, Cumbe y Canavieira. Fuente: Elaboración propia.



**Fig.24:** Área de estudio = 36,89 Km<sup>2</sup> = 3689ha; Área acuicultura de camarón = 16,6 Km<sup>2</sup> = 1660ha; Área río = 5,44 Km<sup>2</sup> = 544ha; Área de manglar = 16,22 Km<sup>2</sup> = 1622; Área Cumbe = 0,22 Km<sup>2</sup> = 22ha; Área Canavieira = 0,88 Km<sup>2</sup> = 88ha. Fuente: Google Earth, elaboración propia.

A continuación, se detalla la metodología utilizada para la recolecta de datos de las cuatro variables analizadas: I. *Crassostrea Rhizophorae*, II. *Ucides Cordatus* y Neumatóforos, III. Estructura del manglar y IV. Materia orgánica.

### **6.2.1 *Crassostrea Rhizophorae***



**Fig. 25.** Fotografía del método de recolecta de *Crassostrea Rhizophorae*. Fuente: elaboración propia.

parte de la alimentación de las poblaciones tradicionales pero su índice de explotación es muy bajo, es decir no existe una presión antrópica suficientemente alta como para poder perjudicar el stock, motivo por el cual los resultados obtenidos reflejan la población total de *Crassostrea Rhizophorae* de una forma significativa.

De cada muestra de ostras se calculó el número total de ostras vivas, el número total de ostras muertas, la longitud de la ostra con cáscara, longitud de la ostra fresca y peso de la ostra con cáscara.

Se eligieron las ostras como indicadoras del estudio por su característica filtradora y bioindicadora (Silva *et al.*, 2001). En cada zona del brazo del río, y en cada lado, se hicieron al azar 4 pelados de 30 cm cada uno.

Los resultados tienen una relevancia especial ya que es una especie no comercializada en la zona. Las ostras forman

### **6.2.2 *Ucides Cordatus* y Neumatóforos**

Para el estudio de los cangrejos y los neumatóforos se utilizó la misma metodología. En cada zona de muestreo se realizaron 4 transectos al azar de 25 metros con parcelas de (1mx1m) cada 2 metros. Esto hizo un total de 9 parcelas por transecto y 36 parcelas en cada zona de muestreo. Los transectos se realizaron perpendicularmente desde la orilla del río hacia el interior del manglar y separados entre sí por una distancia mínima de 10 metros. Así se aseguró una representación significativa de cada zona de estudio.

El área de estudio se inunda dos veces al día debido a la marea, por lo tanto, la recolecta de datos se hizo siempre en marea baja para facilitar el desplazamiento en estos puntos de muestreo.

En cada parcela se realizó un contaje del número total de raíces aéreas o neumatóforos y la identificación de especies en cada parcela. Las dos especies de manglar que tienen raíces aéreas son: *Laguncularia racemosa* (manglar blanco o manso) y *Avicennia germinans* (manglar negro o canoé), importantes para la fijación de nitrógeno y la respiración en sustrato anaeróbico (Ellison, J.C., 1999), (Boto K. G. et al., 1990), (Toledo, G. et al., 1995).

También se realizó un censo visual de los agujeros de *Ucides cordatus*, especie clave en los manglares tropicales e importante recurso local para la pesca artesanal, diferenciándolos entre vacíos o llenos (de Cássia Conti, R., et al., 2010). Se decidió estudiar las poblaciones de *Ucides Cordatus* por su estrecha relación con el ecosistema manglar pero también por ser una especie de alto valor económico comercializada en la zona. Con el fin de poder proporcionar una relación entre el stock poblacional de *Ucides Cordatus* y su grado de afectación a causa del comercio, se realizaron encuestas a los pescadores y pescadoras para identificar las zonas más frecuentadas de captura de éste. Consideramos oportuno dividir las zonas de pesca en: Arrombado, Cumbe y Canavieira, es decir nuestros tres brazos de estudio del proyecto. Así como Remanso, un río cercano a la comunidad de Cumbe, más largo, con más cabal y con menos afectación antrópica. Río Jaguaribe en general, donde encontramos Ilha do Pinto y Ilha Grande, dos islas frecuentadas por los recolectores por la buena conservación del manglar.

### **6.2.3 Estructura del manglar**

Diversos estudios afirman que la estructura de la vegetación de un bosque de manglar es un indicador de elevado potencial para determinar el estado de degradación del manglar (Cardona P., Botero, L., 1988). Esta variable se estudió a través de un análisis visual y fotográfico de cada zona de estudio. Se realizaron 6 fotografías (4 árboles significativos, el suelo, vista general), y un video de la zona para tener suficientes recursos para poder hacer una buena descripción de la estructura de cada zona de estudio. Las fotografías de los árboles se hicieron con la presencia de una vara de un metro para obtener después las alturas reales. Gracias a los transectos que se utilizaron para contar raíces y agujeros de *Ucides cordatus* se pudo también estimar el % de recubrimiento vegetal de cada especie de manglar.

#### **6.2.4 Materia orgánica**

La última variable analizada para completar el estudio ambiental fue la materia orgánica. En los mismos puntos donde se realizaron los pellets de ostras, se recogieron 3 cores de 100 g de la orilla del río en marea baja. Una vez en el laboratorio se pesó 1mg de cada muestra para obtener el peso húmedo, se secó a 80°C durante 24h, se dejó enfriar y se volvió a pesar para obtener el peso seco. Finalmente se quemaron las muestras a 500°C durante 5h, se dejaron enfriar y se pesaron las cenizas. Así, se obtuvo la cantidad de materia orgánica de la muestra.

### **6.3 Tratamiento y evaluación de datos**

Para poder realizar el análisis estadístico, previamente se sistematizaron todos los datos a partir de tablas con el programa *Microsoft Excel*.

El registro fotográfico de los árboles para la variable estructura del manglar se trató con el programa *Photoshop Adobe CS5*. Se definió una escala de medida a través de la altura conocida y mediante la herramienta regla se calculó la altura real de cada árbol.

La evaluación de datos se hizo con el programa *Statistica 6.0* a través de la prueba *Multifactorial ANOVA*. Esta opción permitió estudiar las varianzas y medias y crear subconjuntos de grupos con un error menor a 0,05. Para completar el estudio estadístico se realizó un contraste *post-hoc* mediante el *Test de Scheffé*. Esta prueba permitió hacer todas las comparaciones posibles entre grupos y así, identificar en qué grupos se produjeron las diferencias significativas más importantes.

Finalmente, los resultados estadísticos se interpretaron a través de gráficos con el programa *Microsoft Excel*.

### **6.4 Limitaciones**

Des del punto de vista práctico se encontraron las siguientes dificultades para realizar este trabajo:

En primer lugar, cabe destacar la falta de material científico y de un espacio físico adecuado para realizar el trabajo de campo, es decir un laboratorio. Este trabajo podría haberse reforzado con datos físicos y químicos pero no se dispuso de tal tecnología.

En segundo lugar, otro factor limitante fue el tiempo. Los manglares, son unos ecosistemas dinámicos y cambiantes a la vez que muy frágiles. Por esta razón muchos de los estudios sobre estos ecosistemas se llevan a cabo en largos periodos de tiempo. Dispusimos de una estancia en Cumbe de 3 meses, mientras que hay estudios de seguimiento de evolución de los manglares que pueden durar años. A estos hechos se les ha de añadir el factor limitante de las mareas, ya que muchos muestreos dependían del nivel en el que se encontraba el agua del Río.

En tercer lugar, el área de estudio comprende aproximadamente 37 Km<sup>2</sup>. y se dependía de los pescadores locales para llegar a las zonas de muestreo ya que la mayoría eran zonas inundables y no se disponía de barca para llegar.

También cabe destacar que existen zonas dentro del área de estudio, con veto al paso por las granjas camaroneras. Este hecho implicó más dificultades para poder llegar a los puntos de muestreo, así como más tiempo invertido para poder realizar el trabajo de campo al completo.

Una de las principales limitaciones de la parte ambiental del proyecto fue diseñar la metodología de *Ucides Cordatus*. Hubiera sido óptimo elegir tres zonas con diferente afectación antrópica (aproximadamente de 100x100 m) y realizar un muestreo de cangrejos cada X tiempo durante aproximadamente 1 año. Los problemas fundamentales fueron; no teníamos la habilidad de recolectar cangrejos y no disponíamos de un tiempo suficientemente largo como para poder obtener datos significativos. De esta forma planificamos una metodología adaptada a nuestras necesidades y limitaciones.

En el apartado de estructura arbórea, no se pudo realizar un estudio de los diámetros basales, que habría sido muy interesante, debido a falta de material y a la necesidad de haber utilizado una metodología muy específica a causa de la complejidad de los árboles estudiados.

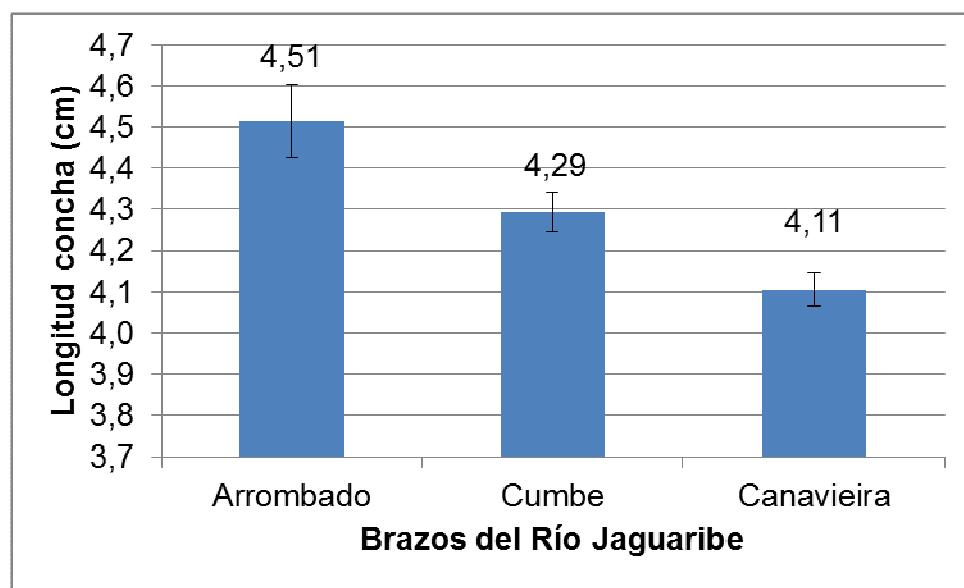
Por último, mencionar el idioma portugués, el cual intentamos dominar lo antes posible y también el hecho de ser cuatro integrantes en el grupo, lo cual ha podido ocasionar sesgos en los resultados. La intención fue realizarlo de tal forma que dichas desviaciones fueran mínimas.

## 7. Resultados y discusión

### 7.1 *Crassostrea Rhizophorae*

Las ostras son organismos filtradores y tienen un gran valor bioindicador de calidad y contaminación. Son muy sensibles a los cambios ambientales y necesitan estabilidad para desenvolverse.

Para el estudio de la **longitud de la concha** se ha hecho la comparación entre los diferentes brazos (Arrombado, Cumbe y Canavieira) , ya que el análisis estadístico nos permite agrupar los factores tramo y lado.



$$F (2, 49)= 12,51 \text{ p}<0.001$$

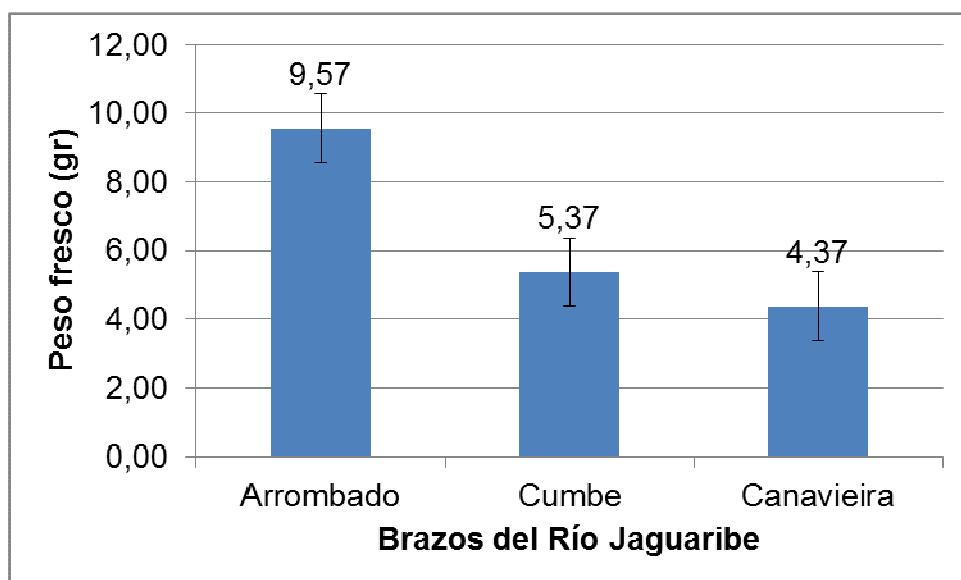
**Fig. 26:** Gráfico de longitud de la concha de las ostras recogidas en los tres brazos del Río Jaguaribe. Fuente: Elaboración propia

Se puede observar una longitud de concha mayor en Arrombado con una media de 4,5 cm, seguida de Cumbe con una media intermedia de 4,3 cm y Canavieira 4,11 cm.

El brazo del río más alejado de los núcleos de población y de los viveros (Arrombado) es el que tiene las ostras de mayor tamaño. En este análisis no se diferencian ostras vivas ni muertas debido a que no es posible datar el momento exacto de ese suceso. Podemos atribuir estos resultados a tres factores clave. El primero es la accesibilidad de la población, ya que podemos observar que las ostras más grandes se encuentran en la zona de más difícil acceso.

El otro punto importante podría ser la salinidad del agua ya que en la zona más próxima a la desembocadura del río y por tanto, más salina, las ostras son más grandes. Relacionado con este último factor de salinidad podemos observar que el aporte de agua dulce en los brazos del río próximos a la industria camaronera las ostras son menores, debido al aporte de agua dulce de estas.

La comparación del **peso fresco** se hizo entre los brazos del río ya que el análisis estadístico mostró diferencias significativas.



$$F (2, 5459) = 99,919 \quad p < 0.001$$

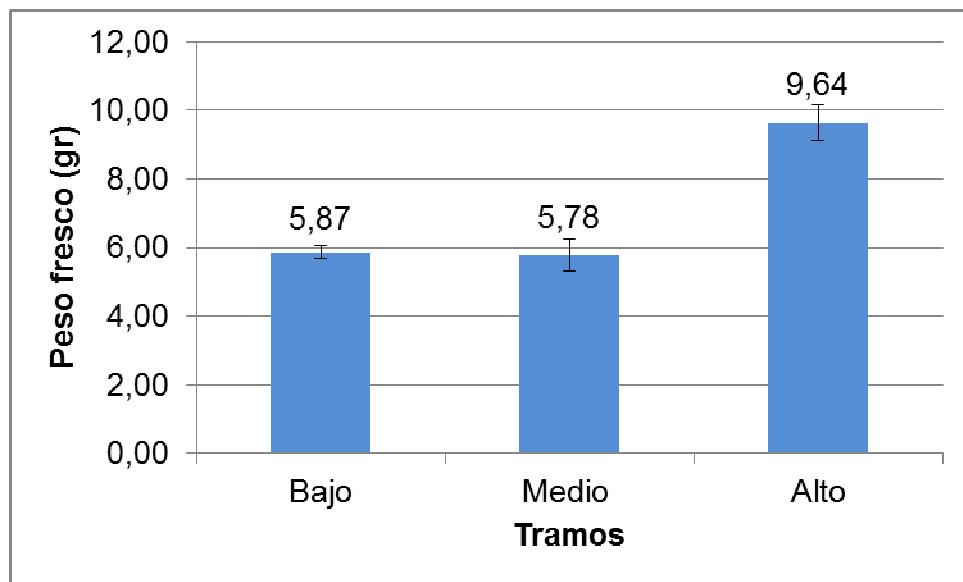
**Fig. 27:** Gráfico que muestra las diferencias de peso fresco de ostras entre los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe. Fuente: Elaboración propia

Se pueden observar diferencias significativas entre los brazos. En Arrombado encontramos ostras con una media de 9,57 gr, en cambio, en cumbe y Canavieira las medias son de 5,37 y 4,37. En el brazo que no está influido por viveros ni presión antrópica podemos observar ostras con un peso fresco mucho más elevado.

Por otro lado puede relacionarse el hecho que Canavieira tenga una aportación de agua dulce mucho más elevada a causa de los viveros y por esa razón las ostras no tengan los niveles de salinidad adecuados para crecer.

En Cumbe el número de viveros es menor pero los rangos de peso fresco se parecen más a los de Canavieira. Estos dos brazos tienen poblaciones cercanas y esto influye también en la calidad de las aguas.

A la hora de comparar el **peso fresco**, el análisis estadístico también muestra diferencias significativas entre tramos.



$$F (2, 2301) = 37,729 \quad p < 0.001$$

**Fig. 28:** Gráfico sobre las diferencias de peso fresco de las ostras en los tramos de los ríos. Fuente: Elaboración propia

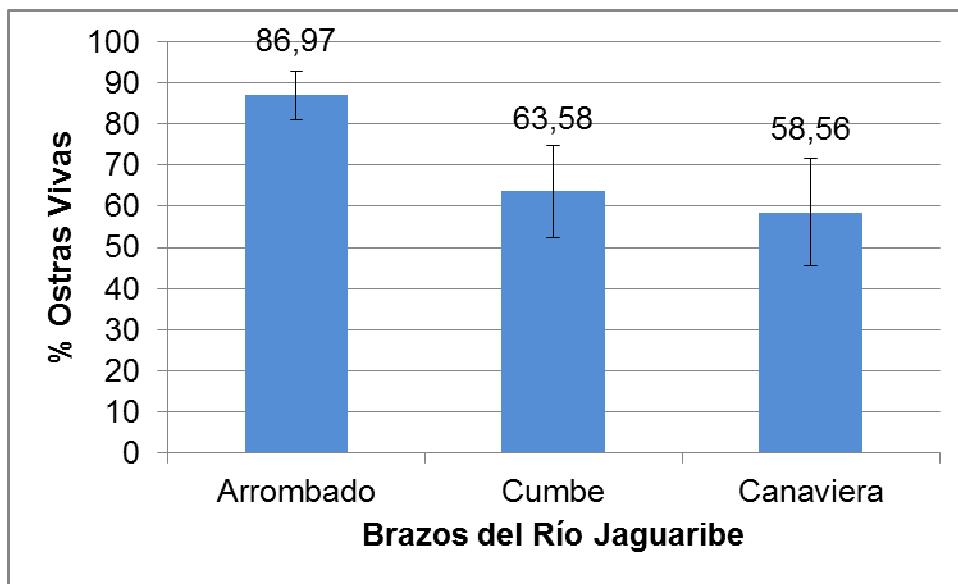
En los tramos altos encontramos ostras con pesos medios de 9,64 gr, en cambio en los tramos medios y bajos los pesos medios son de 5,78gr y 5,87 gr respectivamente. Podemos observar una gran diferencia de peso en los tramos altos de los brazos donde las ostras son más grandes. Esto puede ser debido a la estabilidad en la salinidad, los cambios intermareales o al difícil acceso para las poblaciones humanas.

En resumen encontramos ostras con un mayor peso fresco en Arrombado comparando los tres brazos del río pero si el análisis se centra en los tramos, la parte alta de cada brazo es donde se encuentran las ostras con mayor peso fresco.



**Fig. 29.** Fotografías de los tres brazos de estudio. Izquierda: Cumbe. Derecha arriba: Canavieira. Derecha abajo: Arrombado. Fuente: elaboración propia.

Se analizó también el **% de ostras vivas** y se pudieron observar diferencias significativas entre los brazos.



$$F (1, 153287) = 138,9843 \quad p < 0,001$$

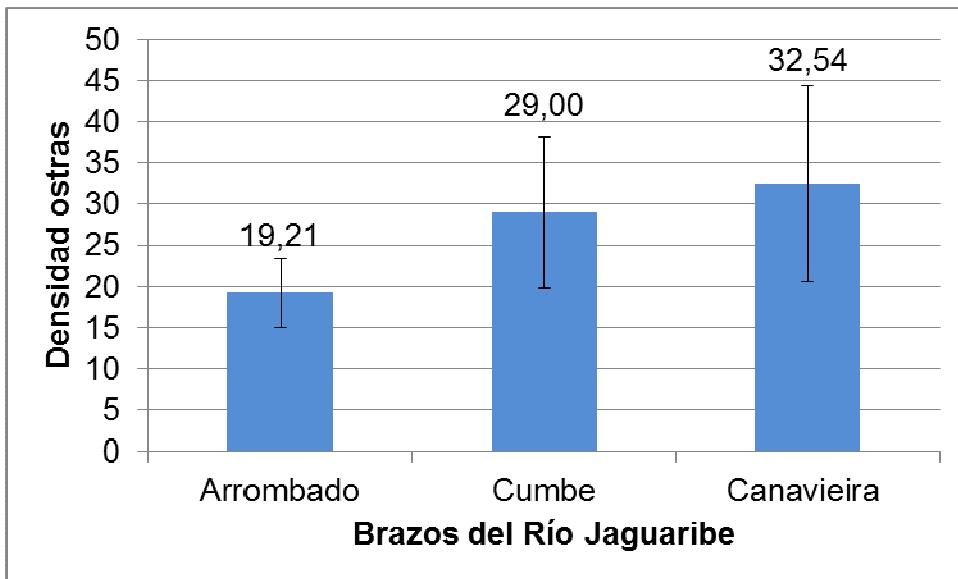
**Fig. 30:** % de ostras vivas entre los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe.  
Fuente: Elaboración propia.

En Arrombado, el brazo que no está influido por viveros ni presión antrópica podemos observar un tanto por ciento de ostras vivas mucho más elevado.

Podemos observar que en Arrombado el tanto por ciento de ostras vivas roza el 90%, en cambio en la Canaviera y en Cumbe se sitúa entorno al 60%. Este dato indica una diferencia significativa en la mortalidad de estos organismos en los diferentes brazos del río.

Las ostras al ser organismos filtradores son muy sensibles a la contaminación y el hecho de encontrar más ostras muertas en Canavieira indica un estado de calidad del agua deficitario.

Se ha comparado la **densidad** de ostras entre los brazos del río. El test estadístico no muestra diferencias significativas con una correlación inferior a 0,05 pero hemos creído interesante presentar el siguiente gráfico.



$$F (2, 2290) = 1,91460 \quad p = 0,157$$

**Fig. 31:** Densidad de ostras entre los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe.  
Fuente: Elaboración propia.

La figura 31 compara la densidad del número de ostras entre los diferentes brazos del río. Es un gráfico significativo ya que es inversamente proporcional al gráfico anterior que muestra el tanto por ciento de ostras vivas entre los brazos del río.

Este gráfico pone de manifiesto que existe un número mayor de ostras en Canavieira pero la gran mayoría están muertas. Al contrario, en Arrombado, la densidad es menor pero casi el 90 % están vivas. Este dato podría ser relevante para atribuir un efecto negativo de la acuicultura del camarón respecto a la mortalidad de estos organismos.

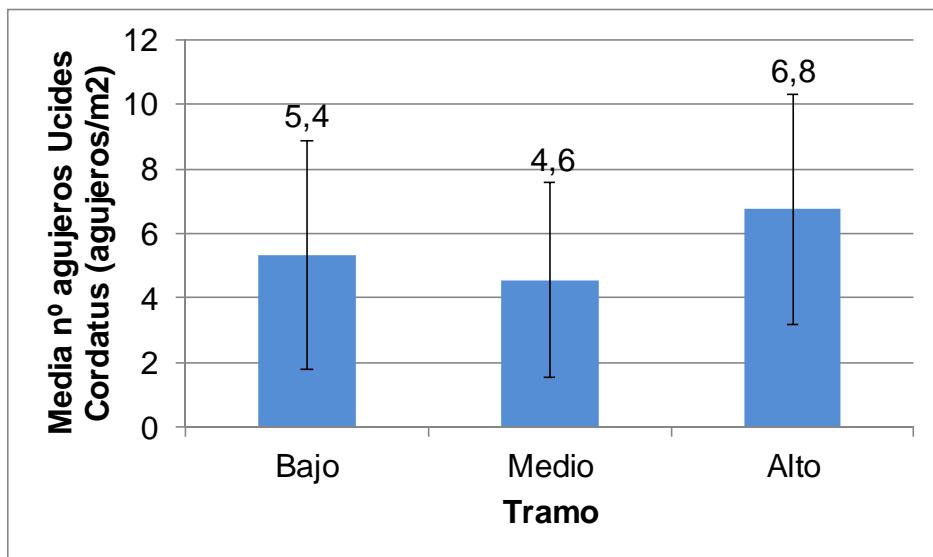
Para resumir podemos observar que el % de ostras vivas mas elevado sed a en el brazo del río más alejado de los núcleos industriales y poblacionales, así como en ese mismo punto podemos encontrar densidades mas bajas pero de individuos mas grandes y con pesos frescos mayores.

## 7.2 *Ucides Cordatus*



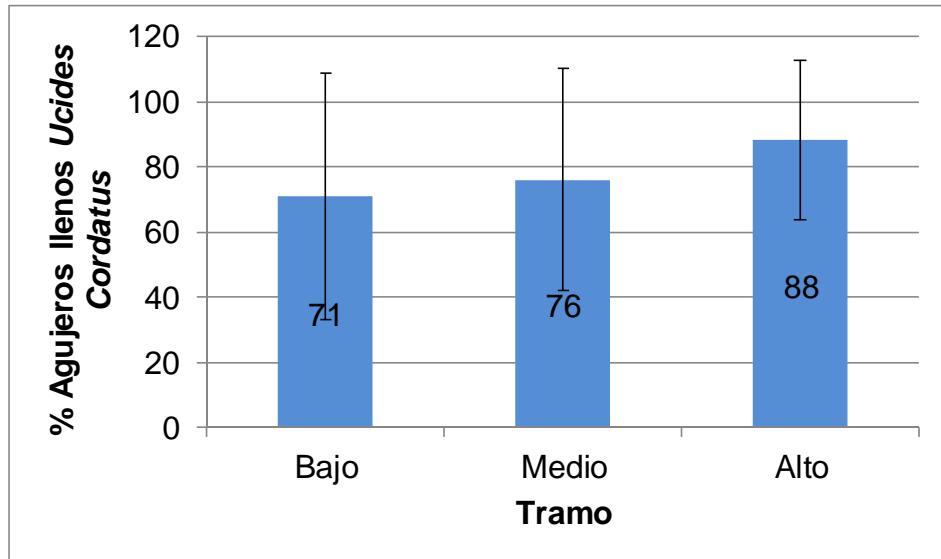
**Fig. 32.** *Ucides Cordatus*. Fuente: elaboración propia.

Analizando estadísticamente los datos, no se observan diferencias significativas en los resultados a la hora de comparar esta variable entre los tres ríos. También hay que tener en cuenta que se observan desviaciones muy elevadas que en algunos casos llegan al 90%, motivo por el cual realizamos la comparación entre los diferentes tramos de cada brazo: alto, bajo y medio en función de diferentes criterios: número de cangrejos y % de agujeros de cangrejos llenos.



$$F (2, 536) = 5,08635 \quad p < 0,001$$

**Fig. 33:** N° agujeros *Ucides Cordatus* por tramos de los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe. Fuente: Elaboración propia



$$F (2, 536) = 5,34706 \quad p < 0,001$$

**Fig. 34:** % Agujeros llenos de *Ucides Cordatus* por tramos de los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe. Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran un mayor número de agujeros en los tramos altos de los ríos estudiados con una media de 6,8 agujeros por metro cuadrado, con un 88% de agujeros llenos. En la zona intermedia de los ríos se encuentra una media de 4,6 agujeros por metro cuadrado, es decir la media más bajo de los tres tramos. Un total de 76% de agujeros del tramo medio estudiados están ocupados por cangrejos. Por último, en el tramo bajo de Arrombado, Cumbe y Canavieria hallamos una media de agujeros de 5,4 cada metro cuadrado con una ocupación del 71 %.

La Fig.34 nos muestra diferencias entre el % de agujeros llenos de cangrejos, pero con unas grandes desviaciones estándar a causa de la gran variabilidad de estos ecosistemas. En los tramos más altos de los brazos Arrombado, Cumbe y Canavieria existe una ocupación de *Ucides Cordatus* mayor, a medida que nos acercamos a la boca de los brazos, hallamos una menor ocupación.

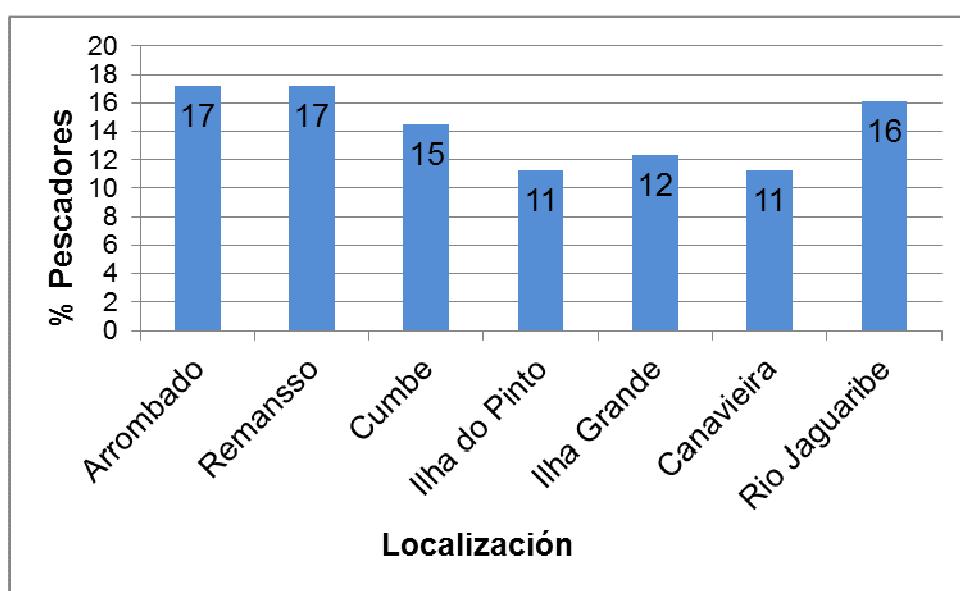
Como se puede observar (Fig. 35) los lugares donde se focaliza más actividad de captura de *Ucides Cordatus* son Arrombado y Remanso. Éste hecho podría deberse a tres factores; en primer lugar los dos presentan un buen estado de conservación del manglar, en segundo lugar Arrombado no presenta influencia de los efluentes de la acuicultura, Remanso por su parte, tiene un grado de afectación pequeño ya que sólo dos fincas de camarón vierten sus efluentes en él. Y en tercer lugar, la proximidad de los ríos al núcleo de población; Remanso se encuentra cerca de la comunidad de Cumbe y Arrombado es un lugar

frecuentado sobretodo por los pescadores que poseen barco a motor, ya que según sus testimonios encuentran más ejemplares y más grandes.

El Río Jaguaribe comprende las zonas dentro del río principal próximas a la comunidad que son más frecuentadas por los recolectores, entre ellas Ilha do Pinto e Ilha Grande, dos islas de reciente creación con manglares jóvenes. Estas tres localizaciones, Río Jaguaribe, Iha do Pinto e Ilha Grande, suman un total del 39 %, éste dato se podría explicar ya que se tratan de zonas cercanas a Cumbe, por lo tanto de fácil acceso y con un buen estado de conservación del manglar.

El 11% de los pescadores de Cumbe eligen Canavieira de forma habitual para ir a pescar, es decir, el valor más bajo del estudio. Éste hecho se debe principalmente a la lejanía que tiene con el núcleo poblacional. Por último, Cumbe a pesar de ser el brazo más cercano a la comunidad, presenta el 15% debido al mal estado de conservación del manglar por la fuerte presión antrópica ejercida desde hace más de 2 décadas.

Por último, destacar que a pesar que se encuentran diferencias en la localización de captura de *Ucides Cordatus* que se podrían explicar por la influencia antrópica y su respectiva presión en el estado de conservación del ecosistema, no hallamos grandes mínimos o máximos de preferencia. Es decir, como dicen los pescadores en Cumbe: “*Nosotros vamos dónde hay más cangrejos y más grandes. Vamos a todos lados en función del año*”



**Fig. 35:** Gráfico sobre localización principal de pesca de los pescadores de Cumbe. Fuente: Elaboración propia

Además de la sobre pesca y de la captura selectiva, que provoca alteraciones en el tamaño de las poblaciones de cangrejos, la estabilidad de las poblaciones

de *U.cordatus* está siendo amenazada en función de la destrucción de las áreas de manglares (AMARAL;JABLONSKI,2005). Éstos ecosistemas están sufriendo una degradación constante, sobretodo en las zonas tropicales del planeta, siendo afectados por depósito de escombros, deforestación o actividades como la acuicultura de camarón (SCHMIDT;OLIVEIRA,2006)

Vale la pena resaltar que la presión que ejerce la acuicultura sobre los manglares, es considerada como una de las actividades que más promueve la destrucción de éste ambiente (PACHECO, 2006), ya que las áreas de los manglares están siendo destruidas para la construcción de los tanques de cultivo.

No se ha encontrado un patrón de relación entre *Ucides Cordatus* y la actividad acuícola que se desarrolla en la zona de estudio. Aunque se precisan estudios más específicos ya que como se ha visto en la bibliografía éstos organismos son sensibles a la presión que puede ejercer la industria camaronera. Una disminución en el tamaño poblacional de *Ucides Cordatus* conlleva evidentemente perjuicios ecológicos, pero además también tiene un impacto socioeconómico, ya que disminuye la densidad de ejemplares con tamaño comercial, principal sustento de la comunidad de Cumbe.

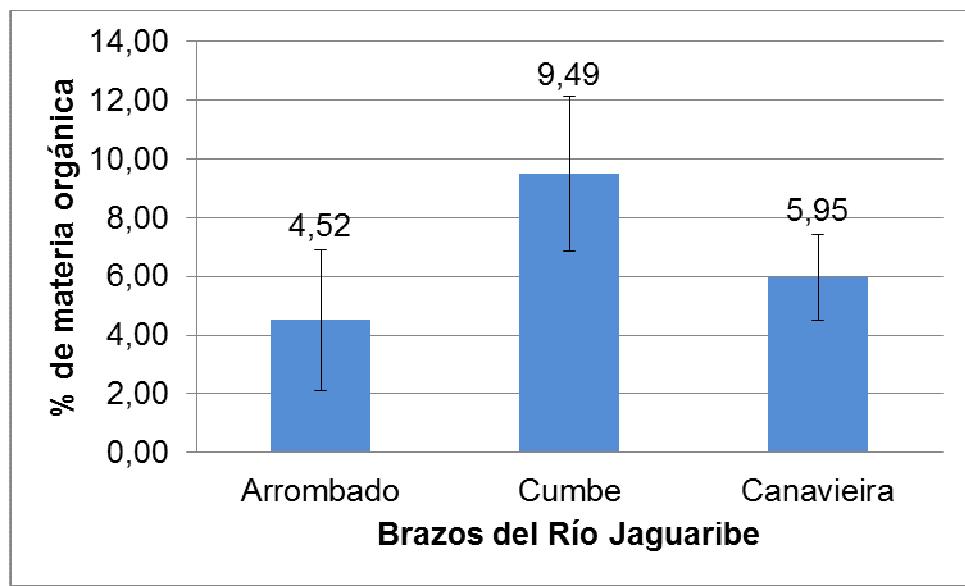


**Fig. 36.** Recolector de *Ucides Cordatus*, Arrombado. Fuente: elaboración propia.

## 7.3 Materia Orgánica

La materia orgánica es un buen indicador para poder cuantificar el estado de salud de los manglares, ya que en términos generales es un ecosistema que presenta un % de materia orgánica superior que otros ecosistemas del planeta. Una concentración adecuada de materia orgánica, proporciona a los manglares una fuente de alimentos y conservación, por el contrario una carencia o un exceso podría provocar su colapso nutricional.

En el estudio de sedimentos se realiza la comparación entre los diferentes brazos del Río Jaguaribe, ya que estadísticamente no hay significación entre lados y tramos.



$$F (2, 53) = 23,953 \quad p < 0.001$$

**Fig. 37:** Gráfico del porcentaje de materia orgánica de los Brazos del Río Jaguaribe estudiados. Fuente: elaboración propia.

Arrombado tiene un 4,5 % de materia orgánica en el sedimento, Cumbe un 9.5% y Canavieira un 5,9 %. Teniendo en cuenta las características de cada zona, se puede ver que la zona menos alterada antrópicamente (Arrombado) tiene el nivel de materia orgánica más bajo.

Los resultados en la materia orgánica de Cumbe se justificarían diciendo que podrían ser los más altos por la proximidad de la población y de las piscifactorías de camarón y porque es un tramo estrecho y poco profundo. Al

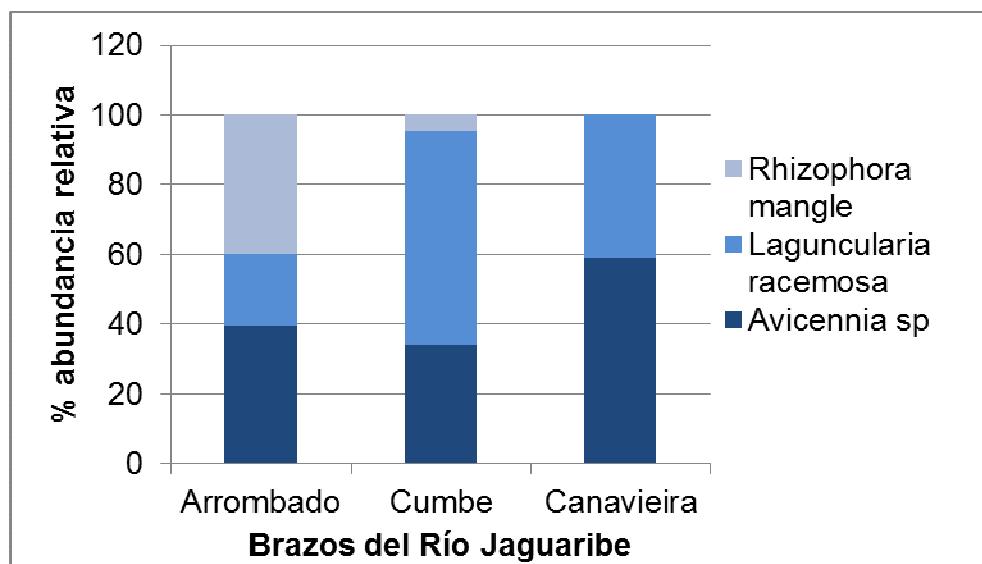
contrario de la Canavieira, es un río más ancho y profundo y su presión por parte de la industria camaronera es mucho más alta.

Cómo porcentajes de materia orgánica en un sistema como el manglar, estos resultados no son extremadamente ni muy altos ni muy bajos. En un estudio hecho se mencionó que un 5% de materia orgánica era ideal para la descomposición, y que, en los suelos de los manglares, en general, el porcentaje puede superar el 5% (Chowdhury, 1968). A causa de la mayor descomposición de plantas y animales en áreas de manglares, el porcentaje de materia orgánica es superior que en otros tipos de suelos. Por ese motivo la actividad biológica de los bosques de manglares es altamente activa (Muhibullah, 2007).

En otro estudio de ecosistemas de manglares, en Egipto, se encontraron valores de materia orgánica muy variables, entre 3,2 -11,8% según el punto de muestra, encontrándose los valores más altos en lagunas de aguas estancadas y los más bajos cercanos al mar (Shaltout, 2006). Esto coincide con los resultados obtenidos en Arrombado, que tiene un porcentaje menor de materia orgánica, no tiene presiones antrópicas y es el que está más cercano a la desembocadura del río.

## 7.4 Estructura del manglar

Podemos determinar que el tipo de manglar estudiado puede clasificarse como Unidad VI, de acuerdo con (Schaeffer-Novelli et al. 1990), ya que se observa una presencia de tres géneros de plantas de manglar (*Avicennia*, *Laguncularia* e *Rhizophora*), formando florestas monoespecíficas o mixtas.

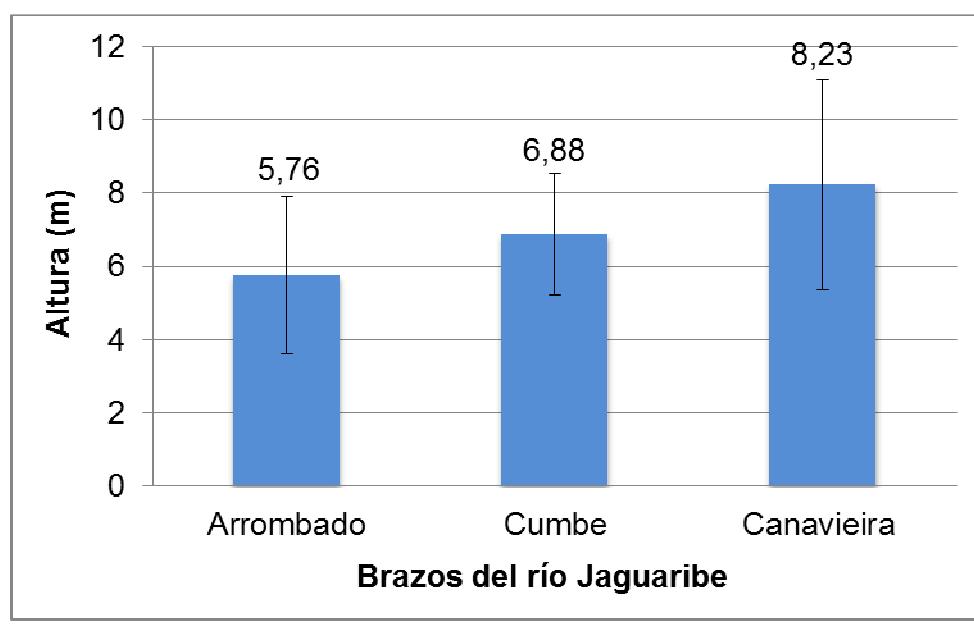


**Fig. 38:** Abundancia relativa de las especies de manglar en los diferentes brazos del río. Fuente: elaboración propia

El gráfico de la figura 38 muestra la abundancia relativa de especies por cada brazo del río. Arrombado presenta un 40% de recubrimiento de *R. mangle* (el % más elevado en los tres brazos de ésta especie) y un 60 % de recubrimiento de *Avicennia* y *L. Racemosa*. En cambio podemos observar que *Avicennia* y *L. Racemosa* son las especies predominantes en los dos otros brazos del río con un 95% y un 100 % de abundancia respectivamente. En Cumbe existen algunos ejemplares de *R. mangle* pero no hay presencia de esta especie en Canavieira.

Estudios demuestran la existencia de un orden lógico en la sucesión de las especies de manglar en un mismo ecosistema por competición interespecífica (Elaine Bernini 2008). *L. Racemosa* y *Avicennia* tienden a establecerse en los primeros estadios de sucesión mientras *R. mangle* aparece en estadios mas tardíos.

La especie *L. racemosa* se asocia a manglares jóvenes y alterados, que se encuentran en vías de recomposición, según la literatura (Peria et al., 1990; Soares, 1999). Este parece ser el caso observado para los manglares de Canavieira y Cumbe, que presentan señales de perturbación causados por la alteración de la circulación hídrica, por núcleos de población y afectación por las fincas de acuicultura de camarón. Las perturbaciones continuas constituyen un dreno constante de energía, diminuyendo la complejidad de las áreas de manglar (Lugo e Snedaker, 1974). *L. Racemosa* y *Avicennia* presentan capacidades de rebrote más elevadas después del corte y una adaptación mejor a situaciones de estrés (Elaine Bernini. Carlos Eduardo Rezende 2009).



$$F (1, 73)= 25,34150 \quad p > 0,001$$

**Fig. 39:** Gráfico de la altura media de los árboles en los brazos del Río Jaguaribe estudiados. Fuente: elaboración propia.

Se ha comparado la altura de los árboles en los diferentes brazos del río. Como se puede observar en la figura 34 el análisis estadístico nos ha permitido agrupar los factores tramo y lado en el estudio de la altura media de los árboles ya que para estos parámetros no se han encontrado diferencias significativas.

Existen diferencias en la altura de los árboles entre los brazos del Río Jaguaribe. Arrombado tiene unos árboles de altura media de 5.76 metros, Cumbe presenta árboles con alturas de 6.88 metros mientras que los árboles de Canavieira son los más altos con una altura de 8.23 m.

Estudios afirman que la estructura de un bosque de manglar degradado se caracteriza por presentar árboles más altos y diámetros más bajos. (Cardona et. al. 1989). A continuación se muestran 3 fotografías tomadas en los brazos del río para poder mostrar las diferencias estructurales comentadas hasta ahora.



**Fig. 40:** Diferencias entre los tres brazos del río. De arriba a bajo: Arrombado, Cumbe y Canavieira. Fuente: elaboración propia.

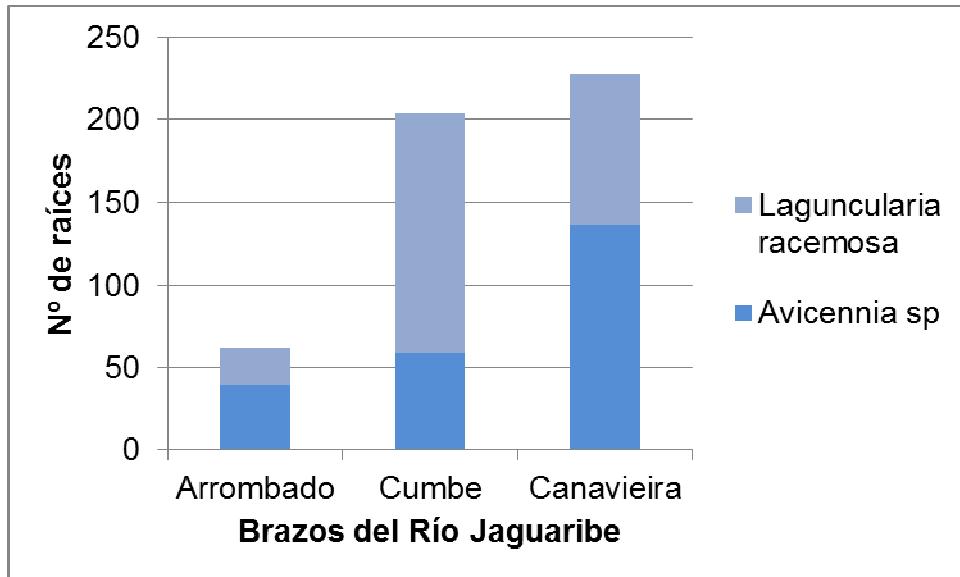


**Fig. 41.** Algas a la salida de un vivero en el tramo medio del brazo de río Cumbe. Fuente: Elaboración propia

Se ha visto en los resultados de sedimentos que los brazos del río con presencia de industria camaronera presentan unos valores de materia orgánica más elevados. No se ha podido realizar un estudio de concentración de nutrientes debido a la falta de medios pero como se muestra en la Fig. 41 se observaron concentraciones de algas cerca de los puntos de evacuación de las piscinas de camarón.

La acuicultura, técnicamente es un proceso similar al proceso de fermentación, que produce, debido a la alimentación y las excreciones, una descarga de efluentes (amoníaco, nitritos y nitratos) que deben ser considerados unos contaminantes potenciales. Teniendo en cuenta éstos procesos y los valores obtenidos de materia orgánica podemos afirmar que Cumbe y Canavieira son zonas con altos pulsos de nutrientes.

En el siguiente gráfico se muestran los datos obtenidos del número de neumatóforos de las dos especies de manglar *A. germinans* y *L. Racemosa*. Éstas utilizan los neumatóforos como raíces aéreas ya que favorecen la oxigenación de las partes de la planta que están sumergidas bajo el agua. Existe una relación en el número de neumatóforos y su longitud dependiendo de las condiciones ambientales y del suelo. La cantidad de neumatóforos por unidad de superficie es mayor en suelos con bajas concentraciones de oxígeno. (M. Luise Schnetter 2002).



$$F (1, 526) = 2,519 \quad p = 0,01$$

**Fig. 42:** Número de raíces de *Laguncularia Racemosa* i *Avicenia sp.* En los tres brazos de estudio del Río Jaguaribe. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, existe un número mayor de neumatóforos en los brazos de río de Cumbe y Canavieira. Este dato es lógico ya que las especies que desarrollan estos sistemas son las predominantes en estos dos brazos del río y además puede relacionarse con la falta de oxígeno del suelo. Estos dos brazos tienen un índice mayor de materia orgánica y el agua está más encharcada debido a la lejanía de la desembocadura y al efecto más leve de las mareas. En el trabajo de campo se observaron algas verdes en estos dos ríos seguramente debido a los efluentes de la acuicultura y al aumento de la eutrofización del agua. Por lo tanto según la altura hallada, el número de neumatóforos y la abundancia de especies, se puede concluir que los dos brazos afectados por la industria del camarón y las poblaciones humanas presentan una mayor perturbación del ecosistema manglar.



**Fig. 43:** Neumatóforos en Canavieira. Fuente: elaboración propia.

## 8. Conclusiones

Se ha realizado una evaluación del estado de salud del manglar actual y la posible afectación de la acuicultura. Analizando los resultados obtenidos a lo largo de todo el estudio podemos observar una tendencia negativa sobre el ecosistema manglar debido a la presión ejercida por la acuicultura del camarón. Ésta actividad acuícola ocupa las áreas de manglar deforestando sus ejemplares, desajusta las cadenas tróficas, contamina el agua y transforma los flujos de energía.

En éste trabajo se ha podido observar que los siguientes indicadores ambientales pueden tener un grado de afectación por parte de la acuicultura:

- Un % elevado de ostras muertas en los brazos del río donde la industria de la acuicultura evoca sus efluentes. Las ostras presentan una concha grande y abundancia elevada, sin embargo están muertas.
- No se han observado índices de materia orgánica fuera de rango pero si una tendencia más elevada en las zonas cercanas a las descargas de las granjas camaroneras. Se observan algas verdes señalando una tendencia a la eutrofización.
- Por último se observan diferencias estructurales en los manglares. Los manglares próximos a la acuicultura de camarón son altos y dominan las especies de los primeros estadios de sucesión y de fácil adaptación a las perturbaciones.

*Ucides Cordatus* no ha presentado resultados que indiquen una relación directa con la presencia de las fincas camaroneras. Los cangrejos, así como todos los organismos presentes dentro de los manglares, son organismos sensibles a cambios radicales inesperados. ¿Cuál es el grado de sensibilidad de cada especie? *Ucides Cordatus* es una especie de alto valor comercial en la zona estudiada, y los resultados muestran diferencias significativas poblacionales en los tramos (alto, bajo y medio) de los tres brazos de estudio. En los tramos altos existe más cantidad de número de *Ucides Cordatus*, así como un % más elevado de agujeros llenos. Es decir, podría existir una relación entre la sobrecarga de captura por parte de los pescadores con el stock de la especie, motivo por el cual se precisa un seguimiento e investigación para poder realizar un plan de gestión sustentable de ésta especie sin que deje de ser el principal sustento de la población de Cumbe.

Dejando de lado la presión negativa hallada, se tiene que tener en cuenta que debido a la vida limitada de los viveros, la industria camaronera necesita ocupar continuamente nuevas áreas de manglar. Por esta razón, ésta industria

además de influir negativamente en su flujo de energía reduce las hectáreas de éste ecosistema en todo el mundo.

Para concluir el trabajo y constatar las tendencias encontradas serían necesarios estudios de más larga duración. Por otra parte se necesitaría material para estudiar los parámetros físicos y químicos del agua ya que parece ser éste el factor más condicionante para estos ecosistemas.

Para finalizar con la investigación se quiere hacer constar que el estudio ha tenido tres partes que no se pueden separar a la hora de tener un enfoque multidimensional: la parte ambiental, la social y la económica.

Con el objetivo de evaluar el problema desde dentro, se ha realizado un estudio con los habitantes de la comunidad de Cumbe para determinar la percepción de los servicios ambientales que los manglares les proporcionan. A partir del seguimiento de la actividad económica de los pescadores, se ha intentado demostrar que la economía sumergida de esta comunidad es un modelo más sustentable que la economía generada por la acuicultura de camarón.

Las tres partes van estrechamente relacionadas y consiguen dar una perspectiva global del problema. Este nuevo enfoque pretende evaluar conflictos desde nuevos lenguajes de valoración y buscar alternativas sustentables a nivel ambiental, económico y social.

## **9.Descripción general de las actuaciones de mejora a realizar**

### **Plan de gestión sostenible del área de estudio**

**3 líneas estratégicas, 6 programas de actuación, 7 acciones**

#### **Línea estratégica 1: Social**

Programa 1.1: Promover el fortalecimiento de la organización social de las comunidades de pescadores.

Programa 1.2: Promover la creación de un órgano social multisectorial para formar parte del proceso de gestión participativa de los recursos naturales de la zona.

#### **Línea estratégica 2: Educación ambiental**

Programa 2.1: Sensibilizar a los actores relacionados sobre la necesidad de preservación y conservación de los manglares y los ecosistemas.

Programa 2.2: Promover la utilización sostenible del ecosistema.

#### **Línea estratégica 3: Legal**

Programa 3.1: Conseguir protección de comunidad tradicional protegida a través de un estudio de expertos.

Programa 3.2: Figura municipal de protección y reconocimiento de las comunidades tradicionales y sus actividades.

#### **Línea estratégica 1: Social**

##### **Programa 1.1: Promover el fortalecimiento de la organización social de las comunidades de pescadores**

**Descripción de la acción:** Conseguir una unión entre los pesadores de la comunidad para fortalecer sus actividades

##### **Objetivos:**

- Fortalecer la organización social de los pescadores
- Conseguir que la voz de ésta organización se escuche y respete a nivel municipal y regional

**Responsables:** Representante municipal y población local de pescadores

**Plazo de ejecución:** A largo plazo

**Indicadores:**

**Presupuesto:** -

**Prioridad:** Alta

## Línea estratégica 1: Social

**Programa 1.2: Promover la creación de un órgano social multisectorial para formar parte del proceso de gestión participativa de los recursos naturales de la zona**

**Descripción de la acción:** Creación de un órgano social formado por miembros propietarios de las fincas camaroneras, pescadores, población local y representantes municipales con la finalidad de conseguir una gestión de la comunidad de forma participativa mediante acuerdos entre todas las partes

**Objetivos:**

- Valorizar los conocimientos locales de las comunidades tradicionales
- Regular las granjas de camarón existentes
- Gestión sostenible de las piscifactorías abandonadas para la recuperación del manglar
- Control de la expansión de las granjas de camarón y de su funcionamiento

**Responsables:** Población local con ayuda de un representante municipal

**Plazo de ejecución:** A largo plazo

**Prioridad:** Alta

## Línea estratégica 2: Educación ambiental

**Programa 2.1: Sensibilizar a los actores relacionados sobre la necesidad de preservación y conservación de los manglares y los ecosistemas asociados**

**Descripción de la acción:** Introducir paneles informativos que señalicen las distintas especies de manglar que se encuentran en los caminos de la comunidad

**Objetivos:**

- Fomentar la concienciación ambiental a la población destinada al respeto hacia la vegetación del manglar

**Responsables:** Representante municipal

**Plazo de ejecución:** A corto plazo

**Indicadores:** Encuestas de valoración a la población local y visitantes

**Presupuesto:** El precio de cada cartel es de 70 €. El presupuesto aproximado sería de 700 €

**Prioridad:** Moderada

## **Línea estratégica 2: Educación ambiental**

**Programa 2.2: Sensibilizar a los actores relacionados sobre la necesidad de preservación y conservación de los manglares y los ecosistemas asociados**

**Descripción de la acción:** Realizar campañas de sensibilización y formación y aumentar las actividades escolares educativas relacionadas con el manglar

**Objetivos:**

- Aumentar los conocimientos específicos del ecosistema de la población local
- Promover a nivel escolar valores educativos encarados a la educación ambiental y al respeto hacia el entorno natural

**Responsables:** Representante municipal y equipo directivo de la escuela

**Plazo de ejecución:** A corto plazo

**Indicadores:** Encuestas de valoración a la población local y reuniones con familias y profesores.

**Presupuesto:** El coste de la acción dependerá del número de campañas realizadas y del material necesario para ellas

**Prioridad:** Alta

## **Línea estratégica 2: Educación ambiental**

**Programa 2.3: Promover la utilización sostenible del ecosistema**

**Descripción de la acción:** Incorporar carteles destinados a fomentar criterios de sensibilidad

**Objetivos:**

- Fomentar valores ambientales y respeto hacia el entorno natural de la comunidad

**Responsables:** Representante y organización municipal

**Plazo de ejecución:** A corto plazo

**Indicadores:** Buen o mal estado del manglar

**Presupuesto:** El precio de cada cartel es de 70 €. El presupuesto aproximado sería de 350 €

**Prioridad:** Moderada

### **Línea estratégica 3: Legal**

#### **Programa 3.1: Conseguir protección de comunidad tradicional protegida a través de un estudio de expertos**

**Descripción de la acción:** Elaboración por gente experta y cualificada de un proyecto en el que se haga énfasis de la importancia de los recursos ambientales y sociales de la comunidad para lograr que la comunidad de Cumbe sea una comunidad tradicional protegida

**Objetivos:**

- Proteger la comunidad de Cumbe
- Valorizar y proteger sus recursos sociales y ambientales

**Responsables:** Grupo de trabajo del estudio

**Plazo de ejecución:** A largo plazo

**Presupuesto:** El coste de la acción dependerá del grupo de expertos y de las dimensiones del estudio realizado

**Prioridad:** Alta

### **Línea estratégica 3: Legal**

#### **Programa 3.2: Figura municipal de protección y reconocimiento de las comunidades tradicionales y sus actividades**

**Descripción de la acción:** Conseguir una protección municipal y a partir de ella regular y gestionar todas aquellas actividades realizadas en el manglar

**Objetivos:**

- Promover los controles de pesca locales
- Proteger los recursos y los servicios ambientales aprovechados por las comunidades tradicionales
- Perfeccionar y regular las técnicas de captura de especies, el transporte y el almacenamiento
- Regular los accesos a los recursos pesqueros

**Responsables:** Representantes municipales

**Plazo de ejecución:** A largo plazo

**Presupuesto:** -

**Prioridad:** Alta

# 10. Programación

|                               | Semana<br>1<br>26-2<br>OCT | Semana<br>2<br>3-9<br>OCT | Semana<br>3<br>10-16<br>OCT | Semana<br>4<br>17-23<br>OCT | Semana<br>5<br>24-30<br>OCT | Semana<br>6<br>31-6<br>NOV | Semana<br>7<br>7-13<br>NOV | Semana<br>8<br>14-20<br>NOV | Semana<br>9<br>21-27<br>NOV | Semana<br>10<br>28-4<br>DIC | Semana<br>11<br>5-11<br>DIC | Semana<br>12<br>12-18<br>DIC | Semana<br>13<br>19-25<br>DIC |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 2011                          |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Investigación bibliográfica   |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Programación                  |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Presupuesto                   |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Trabajo de campo              |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Transectos raíces y cangrejos |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Pelados de ostras             |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Estudio de la estructura      |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Recogida de sedimento         |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Seguimiento pescadores        |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Free listings                 |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Reuniones grupos focales      |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Encuestas                     |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Cuestionario semiabierto      |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |
| Memoria                       |                            |                           |                             |                             |                             |                            |                            |                             |                             |                             |                             |                              |                              |

|   | Semana<br>14<br>19-25<br>MAR | Semana<br>15<br>26-1<br>ABR | Semana<br>16<br>10-15<br>ABR | Semana<br>17<br>16-22<br>ABR | Semana<br>18<br>23-29<br>ABR | Semana<br>19<br>30-6<br>MAY | Semana<br>20<br>7-13<br>MAY | Semana<br>21<br>14-20<br>MAY | Semana<br>22<br>21-27<br>MAY | Semana<br>23<br>28-3<br>JUN | Semana<br>24<br>4-10<br>JUN | Semana<br>25<br>11-16<br>JUN | Semana<br>26<br>17-23<br>JUN | Semana<br>27<br>JUL. |
|---|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 2012  |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Investigación bibliográfica                                 |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Programación  |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Presupuesto   |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Trabajo de campo  |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Memoria   |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Antecedentes  |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Objetivo y justificación del proyecto                       |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Metodología y bases de estudio y cálculo                    |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Ánálsis del vector ambiental estudiado                      |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Diagnóstico del problema ambiental planteado                |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Resultados  |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Conclusiones  |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Descripción general de las actuaciones de mejora a realizar |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Documento de síntesis                                       |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Entrega   |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |
| Exposición oral   |                              |                             |                              |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                             |                             |                              |                              |                      |

# 11. Presupuesto

| PRESUPUESTO                 |                               |                |       |             |       |               |                  |
|-----------------------------|-------------------------------|----------------|-------|-------------|-------|---------------|------------------|
| Tareas/Fases                |                               | horas gabinete | euros | horas campo | euros | horas totales | euros            |
| Investigación bibliográfica |                               | 105            | 2100  | -           | -     | 105           | 2100             |
|                             | Transectos raíces y cangrejos | 5              | 100   | 80          | 2000  | 85            | 2100             |
| Parte ambiental             | Pelados de ostras             | 18             | 360   | 40          | 1000  | 58            | 1360             |
|                             | Estudio de la estructura      | 5              | 100   | 80          | 2000  | 85            | 2100             |
|                             | Recogida de sedimento         | 5              | 100   | 35          | 875   | 40            | 975              |
| Parte social                | Seguimiento de pescadores     | 20             | 400   | 46          | 1150  | 66            | 1550             |
|                             | Free listings                 | 8              | 160   | 5           | 125   | 13            | 285              |
|                             | Reuniones grupos focales      | 15             | 300   | 8           | 200   | 23            | 500              |
|                             | Encuestas                     | 5              | 100   | 5           | 125   | 10            | 225              |
|                             | Cuestionario semiabierto      | 5              | 100   | 5           | 125   | 10            | 225              |
| Redacción de la memoria     |                               | 108            | 2160  | -           | -     | 108           | 2160             |
|                             |                               |                |       |             |       |               | euros            |
| Dietas                      |                               |                |       |             |       |               | 150              |
| Alojamiento                 |                               |                |       |             |       |               | 213,33           |
| Transporte                  |                               |                |       |             |       |               | 1118,08          |
| Material                    |                               |                |       |             |       |               | 300              |
| Tramites                    |                               |                |       |             |       |               | 231,75           |
| <b>TOTAL</b>                |                               |                |       |             |       |               | <b>17.593,16</b> |
| <b>TOTAL (x 4 técnicos)</b> |                               |                |       |             |       |               | <b>70.372,64</b> |
| <b>IVA 18 %</b>             |                               |                |       |             |       |               | <b>83.039,71</b> |

Facultat de Ciències, UAB, Bellaterra (08193) Cerdanyola del Vallès

e-mail: kilombo@gmail.com



## **12. Acrónimos**

APA: Área de Protección Ambiental.

APP: Área de Preservación Permanente.

CONAMA; Consejo Nacional de Medio Ambiente.

EIA: Estudio de Impacto Ambiental.

EJF: Environmental Justice Foundation.

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

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

IDH: Índice de Desarrollo Humano.

IPECE: Instituto de Pesquisa e Estratégica Económica do Ceará.

ICTA: Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals.

ITCMB: International Course on Mangroves Biodiversity.

IUCN: International Union for Conservation of Nature.

L.F.: Ley Federal.

MPA: Ministerio de Aquicultura e Pesca.

RGP: Registro General de la Actividad Pesquera.

SNUC: Sistema Nacional de Unidades de Conservación.

SPAW: Specially Protected Areas and Wildlife.

UAB: Universitat Autònoma de Barcelona.

UFC: Universidade Federal do Ceará.

ZCIT: Zona de Convergencia Inter-Tropical.

ZEE: Zona Económica Exclusiva.

## 13. Glosario

**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.

**Calidad Ambiental:** representa las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o medio particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas.

**Camarón:** es un pequeño crustáceo decápodo que llega a medir hasta un decímetro de longitud. Habita en las arenas de las playas donde se protege de los pájaros, pescados y demás depredadores.

**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.

**Enfoque multicriterial:** 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.

**Estudio de Impacto Ambiental:** procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

**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.

**Lanchas motorizadas de medio porte:** lanchas de entre 10 y 20 metros de longitud.

**Neumatóforos:** 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.

**Servicios ecosistémicos:** 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.

## 14. Bibliografía

Aburto-Oropeza, O., Ezcurra, E., Danemann, G., Valdez, V., Murray, J., Sala, E., 2008. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. PNAS 10456-10459. Vol. 105, 30.

Achmadi, S., Syahbirin, G., Choong, E.T. and Hemingway, R.W., 1994. Catechin-3-Orhamnoside chain extender units in polymeric procyandins from mangrove bark. Phytochemistry 35 (1), 217-219.

Aguirre Muñoz, A., R. Mendoza Alfaro *et al.*, 2009. Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 277-318.

Alier, J.M., 2006. El ecologismo de los pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración. Icaria (p.133).

Alier, J.M., 2007. La defensa de los manglares contra la industria camaronera. Ecología política, Icaria (p. 41).

Andrews, T.J., Clough, B.F. and Muller, G.J., 1984. Photosynthetic gas exchange properties and carbon isotope ratios of some mangroves in North Queensland. In Physiology and management of mangroves (Teas, H.J. ed.) pp. 15-23 W Junk, The Hague.

Balmford, Andrew, Gaston, Kevin, Blyth, Simon, James, Alex, Kapos, Val. Global variation in terrestrial conservation costs, conservation benefits and unmet conservation needs. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America [en línea]. Enero 2003, vol. 100, no. 3. [Fecha de consulta: 20 abril 2010], pp. 1046-1050. DOI 10.1073/pnas.0236945100.

Ball, M.C. and Passioura, J.B., 1993. Carbon gain in relation to water use: photosynthesis in mangroves. In "Ecophysiology of Photosynthesis" (E.D. Sehulze and N.M. Caldwell, eds), pp. 247-257. Springer, Kiedelberg, Berlin.

Bandaranayake, W.M., 1998. Traditional and medicinal uses of mangroves. Mangroves and Salt Marshes 2, 133-148.

Basak, U.C., Das, A.B and Das, P., 1998. Seasonal changes in organic constituents in leaves of nine mangrove species. Marine and Freshwater Research 49 (5), 369- 372.

Benini, E., Rezende, C, 2009. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Biociências e Biotecnologia, Laboratório de Ciências Ambientais, RJ, Brasil

Boto, K. G., Robertson, A. I., 1990. The relationship between nitrogen fixation and tidal exports of nitrogen in a tropical mangrove system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 31, issue 5. Pages 531-540.

Boto, K. G., Robertson, A. I., 1990. The relationship between nitrogen fixation and tidal exports of nitrogen in a tropical mangrove system. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 31, issue 5. Pages 531-540.

Brasil. Ministerio de pesca e acuicultura., 2010. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. Brasilia.

Brasil. Ministerio de pesca e acuicultura., 2010. Plano Mas Pesca y Acuicultura. Brasilia.

Brasil. SEAP/IBAMA/PROZEE., 2005. Relatório Técnico do Projeto de Cadastramento das Embarcações Pesqueiras no Litoral das Regioes Norte e Nordeste do Brasil. Brasilia.

Brasil. Instituto Brasilero de Geografia e Estatistica, 2010.

Brasil. Instituto Brasilero de Meio Ambiente, 2005.

Calvet-Mir, L., Calvet-Mir, M., Reyes-García, V., 2010. Traditional ecological knowledge and landraces in situ conservation in high mountain home gardens of Vall Fosca, Catalan Pyrenees, Iberian Peninsula. In: Pochettino, M.L., Ladio, A.H., Arenas, P.M. (Eds.), *Tradiciones y transformaciones en etnobotánica*. CYTED, Argentina, pp. 457–464.

Carles, J.L., López, I., Vicente de Lucio, J., 1999. Sound influence on landscape values. *Landscape and Urban Planning* 43, 191-200.

Cheeseman, J.M., Clough, B.F., Carter, D.R., Lovelock, C.E., Eong, O.J. and Sim, R.G., 1991. The analysis of photosynthetic performance in leaves under field conditions: A case study using Bruguiera mangroves. *Photosynthesis Research* 29 (1), 11-22.

Cheeseman, J.M., Herenden, L.B., Cheeseman, A.T. and Clough, B.F., 1997. Photosynthesis and photoprotection in mangroves under field conditions. *Plant Cell and Environment* 20 (5), 579-588.

Clayton, S., 2007. Domesticated nature: Motivations for gardering and perceptions of environmental impact. *Journal of Environmental Psychology* 27, 215-224.

Clough, B.F., 1992. Primary productivity and the growth of mangrove forests. In "Tropical mangrove ecosystems" (A.I. Robertson and D.M. Alongi, eds), pp. 225- 250. American Geophysical Society, Washington DC., USA.

Clough, B.F., Andrews, T.J. and Cowan, I.R., 1982. Physiological processes in mangroves. In : *Mangrove ecosystems in Australia : structure, function and*

management (Clough, B.F. ed.). Australian National Diversity Press, Canberra, pp. 193-210.

Costanza, R., et al., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253–260. [CrossRef](#), [CSA](#)

Daily, G.C., 1997. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington D.C.: Island Press.

Department of Zoology, 25-27 March, 1997. Waltair, Andra Pradesh. 7p. Abstract.

de Groot, R.S., Wilson, M.A., Boumans, R.M.J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, 393–408.

de Figueirêdo, C.B., Freitas-Rosa, M., Pereira-Araújo, L.F., Almeida-Correia, L.J., de Morais, L.F.S., 2004. Perfil das Fazendas de Camarão em Águas Interiores, na Regiao do Baixo Jaguaribe. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)*. Vol. 9, 101-108.

Días, J., 2011. Proposta de Plano Nacional de Gestao para o uso sustentável do Caranquejo-eçá, do Guaiamum e do Siri-azul. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis- Ibama. Pág: 118- 119.

Diop, E.S., Soumare, A., Diallo, N. and Guisse, A., 1997. Recent changes of the mangroves of the Saloum river estuary, Senegal. *Mangroves and Salt Marshes* 1, 163-172.

Dote-Sá, T., 2010. Carcinicultura ecológica y sostenible – Un nuevo enfoque para la producción lucrativa, la preservación del ambiente y el desarrollo social en la área de entorno del estuario de río Jaguaribe, Ceará – Brasil.

Dschida, W., Platt-Aloia, K. and Thomson, W., 1992. Epidermal peels of *Avicennia germinans* (L.) Stern: a useful system to study the function of salt glands. *Annals of Botany* 70 (6), 501-509.

Duke, N.C., 1992. Mangrove floristics and biogeography. In “Tropical Mangrove Ecosystems” (A.I. Robertson and D.M. Alongi, eds), pp.63-100. American Geophysical Union, Washington DC., USA

Duke, N.C., 1990. Phenological trends with latitude in the mangrove tree *Avicennia marina*. *Journal of Ecology* 78, 113-133.

Duke, N.C., Ball, M. C., Ellison J. C., 1998. Factors influencing biodiversity and distributional gradients in mangroves. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7, 27-47.

Ellison, J. C., 1999. Impacts of Sediment Burial on Mangroves. Marine Pollution Bulletin. Volume 37, Issues 8-12, Pages 420–426.

Erftemeijer, P. Allen, G. and Zuwendra. (1989). Preliminary resource inventory of Bintuni Bay and recommendations for conservation and management. In: Dir. Gen. Forest Protection and Nature Conservation and Asian Wetland Bureau, Bogor, Indonesia, 1-151.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2007. The world's mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper 153. FAO, Rome.

Fitzgerald, M.A., Orlovich, D.A. and Allaway, W.G., 1992. Evidence that abaxial leaf glands are the sites of salt secretion in leaves of the mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. New Phytologist 120, 1-7.

Fontinele-Tahim, E. A Carnicicultura e o Meio Ambiente: o desafio da sustentabilidade. Apresentação Oral-Agropecuária, Meio-Ambiente, e Desenvolvimento Sustentável. Instituto CENTEC, Fortaleza- CE-Brasil.

Franz-Schmithusen, M., 1999. Percevoir la forêt et la gestion forestière/Perceiving forests and their management. Annales de Géographie 108, 609-610. pp. 479-508.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., Duke, N., 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. Global Ecology and Biogeography 20, 154-159.

Kathiresan, K., 2000. A review of Studies on Pichavaram mangrove, southeast India. Hydrobiologia, 430 : 185-205.

Kjerfve, B. and Macintosh, D.J., 1997. Climate change impacts on mangrove ecosystems. In "Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa" (B. Kjerfve, L.D. Lacerda and S. Diop, eds), pp. 1-7. UNESCO, Paris.

Krishnamurthy, K., Damodara Naidu, W., Godhantaraman, N., Kannan, L. and Kathiresan, K., 1995b. Microzooplankton with special reference to Tintinnida (Protozoa: Ciliata: Tintinnida). In "Plankton of Parangipettai (Poroto Novo), India". Fascile No.1. New Series, 81 pp. Memoirs of the CAS in Marine Biology, Annamalai University, Parangipettai.

Lin, R., Lin, M., Teng, J. and Zhang, W., 1994. Remote sensing survey and mapping of mangroves in western Xiamen Harbour. Journal of Oceanography in Taiwan Strait 13 (3), 297-302.

Lovelock, C.E. and Clough, B.F., 1992. Influence of solar radiation and leaf angle on leaf xanthophyll concentrations in mangroves. Oecologia 91 (4), 518-525.

Mastaller, M., 1989. Rehabilitation der Lagune Ciengaga Grande de Santa Marta, Kolumbien. Projekt prufungsberichti. A. GIZ, Eschborn, pp. 1-152.

Meireles, A.J.A., 2006. Danos socioambientais na zona costeira cearense. In:Herculano S.; Pacheco, T. (Org.) Racismo Ambiental. 1<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: FASE, p. 73-87.

Meireles, A.J.A.; Silva, E. V., 2002. Abordagem geomorfológica para a realização de estudos integrados para o planejamento e gestão em ambientes fluviomarinhos. Scripta Nova – GeoCrítica – Universidad de Barcelona – Espanha: vol. VII. nº 118, p. 1-25.

Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2003. Ecosystems and Human Well-being: Framework for Assessment.

Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis.

Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2010. Servicios de los ecosistema y bienestar humano: La contribución de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.

Morales, A. C. R., 1999. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil. São Paulo: Hucitec, 229 p.

Montes, C. Del desarrollo sostenible a los servicios de los ecosistemas. Ecosistemas [en línea]. Septiembre 2007, vol. 16, no. 3. [Fecha de consulta: 5 junio 2010], pp. 1-3.

Muñoz-Pedreros, Andrés., 2004. Landscape evaluation: an environmental management. Revista Chilena de Historia Natural 77: 139-156.

Naidoo, G. and Von-Willert, D.J., 1995. Diurnal gas exchange characteristics and water use efficiency of three salt-secreting mangroves at low and high salinities. Hydrobiologia 295 (1-3), 13-22.

Olivera, P. de S., 1998. Metodología das Ciências Humanas/ Paulo de Salles Oliveira (org.). São Paulo: Hucitec/ UNESP.

Oliveira-Filho, F.J.B., Santos, R.N.A., Rodrigues-Júnior, C.E., Yoneda, N.Y., Cassola, R.S., Naliato, V.J., Reinecke, W., Braid, A.R.A., Meireles, J., da Silva, E.V., de Moraes, J., 2005. Diagnóstico IBAMA.

Ostrensky, A., Borghetti, J.R., Soto, D., 2008. Aqüicultura no Brasil, o desafio é crescer. Brasilia.

Paez-Osuna, F., 2001a. The environmental impact of shrimp aquaculture: Causes, effects, and mitigating alternatives. Environmental Management 28 (1): 131-140.

Patricia M., 2003. Cultural perceptions of small urban wetlands: cases from the Halifax regional municipality, Nova Scotia, Canada. *The Society of Wetlands Scientists* 23 (4): 921-940.

Pearce, David. Do we really care about biodiversity?. *Environmental and Resource Economics [en línea]*. Mayo 2007, vol. 37, no. 1. [Fecha de consulta: 30 abril 2010], pp. 313-333. DOI 10.1007/s10640-007-9118-3.

Popp, M., Polania, J. and Weiper, M., 1993. Physiological adaptations to different salinity levels in mangrove. In "Towards the Rational Use of High Salinity Tolerant Plants"(H. Lieth and A.A. Masoom, eds), Vol. 1, pp. 217-224. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam.

Premanathan, M., Nakashima, H., Kathiresan, K., Rajendran, N. and Yamamoto, N., 1996. In vitro anti-human immuno deficiency virus activity of mangrove plants. *Indian Journal of Medical Research* 130, 276-279.

Queiroz, L., 2007. NA VIDA DO CUMBE HÁ TANTO MANGUE: As influências dos impactos socioambientais da carcinicultura no modo de vida de uma comunidade costeira. Fortaleza, 2007.

Reyes-García, V., Aceituno-Mata, L., Vila, S., Calvet-Mir, L., Garnatje, T., Jesch, A., Lastra, J.J., Parada, M., Rigat, M., Vallès, J., Pardo-de-Santayana, M., 2012. Home gardens in three mountain regions of the Iberian Peninsula and their financial benefits. *Journal of Sustainable Agriculture* 36, 1–22.

Reyes-García, V., Calvet-Mir, L., Gómez-Baggethun, E., 2012. Beyond food production: Ecosystem services provided by home gardens. A case study in Vall Fosca, Catalán Pyrenees, Northeastern Spain. *Journal of Ecological Economics* 74, 153-160.

Reyes-García, V., Aceituno-Mata, L., Vila, S., Calvet-Mir, L., Garnatje, T., Jesch, A., Lastra, J.J., Parada, M., Rigat, M., Vallès, J., Pardo-de-Santayana, M., 2012. Home gardens in three mountain regions of the Iberian Peninsula and their financial benefits. *Journal of Sustainable Agriculture* 36, 1–22.

Reyes-García, V., Aceituno-Mata, L., Vila, S., Calvet-Mir, L., Garnatje, T., Jesch, A., Lastra, J.J., Parada, M., Rigat, M., Vallès, J., Pardo-de-Santayana, M., 2010. Gendered home gardens. A study in three mountain areas of the Iberian Peninsula. *Economic Botany* 64, 235–247.

Reyes-García, V., Aubriot, O., Ariza-Montobbio, P., Galán, E., Serrano-Tovar, T., Martínez-Alier, J., 2008. *Society and Natural Resources* 24, 485-499.

Ridd, P.V. and Sam, R., 1996. Profiling groundwater salt concentrations in mangrove swamps and tropical salt flats. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 43 (5), 627- 635.

- Rosati, I., Prosperi, P., Latham, J., Kainuma, M. World Atlas of Mangroves.
- Ross, P., 1974. The mangrove of South Vietnam; the impact of military use of herbicides. In: Walsh, G.E., Snedaker, S.C. and Teas, H.J. (Eds.), Proceeding of International Symposium on Biology and Management of Mangroves, 8-11 Oct. 1974, Hawaii, Gainsville, Unit. of Florida, pp. 126-136.
- Saha, S. and Choudhury, A., 1995. Vegetation analysis of restored and natural mangrove forest in Sagar Island, Sunderbans, east coast of India. Indian Journal of Marine Sciences 24, 133-136.
- Sanjurjo, E., cadena, K., Erbstoesser, I. Valoración económica de los vínculos entre manglar y pesquerías.
- Sathirathai S., Barbier, E., 2003. Comparative returns of mangroves for shrimp farming and local direct and indirect uses in Surat Thani Province, en Barbier, E. y S. Sathirathai, eds. *Shrimp Farming and Mangrove Loss in Thailand*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Soares, M.L.G. , De-Rosa T., 2000. Brazilian mangroves. Aquatic Ecosystem Health & Management 3, 561-570.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Adaime, R. R., Camargo, T. M., 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. Estuaries 13 (2), 204-219.
- Schaeffer-Novelli, Y., 2005. Reunião Técnica “Ecossistema Manguezal: Aspectos Conceituais”. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Brasília-DF, 05 de agosto de 2005. Não Publicado.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Soares, MLG. & TOGNELLA-DE-ROSA, M., 2000. Brazilian mangroves. Aquatic Ecosystem Health and Management, 3:561-570.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G.; CUNHA-LIGNON, M. & COELHO-JR., C., 2005. A Conceptual Hierarchical Framework for Marine Coastal Management and conservation: a Janus-Like Approach. Journal of Coastal Research, Special Issue n°42:162-168.
- Schaeffer-Novelli, Y., 1995. Introdução. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar, Caribbean Ecological Research. São Paulo: Portfolio Comunicação e informática, p.7.
- Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G., 1999. Brazilian mangroves: a historical ecology. Ciênc. e Cult. Journ.I Brazil. Assoc. for the Advance. Sci., v.51, n.3/4.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMADS., 2001. Projeto PLANÁGUA SEMADS / GTZ de

Cooperação Técnica Brasil – Alemanha. Educar para proteger. Fundação de Estudos do Mar.

Silva, C. A.R., Rainbow, P.S., Smith, B. D., Santos, L., 2001. Biomonitoring of trace metal contamination in the potengi estuary, Natal (Brasil), using the oyster *crassostrea rhizophorae*, a local food source. *Wat. Res.* Vol. 35, No. 17, pp. 4072–4078, 2001.

Soares, M.L.G., 2002. Ética e conservação da diversidade biológica. In: BARTHOLO, R.; RIBEIRO, H.; BITTENCOURT, J.N. (Org.). Ética e Sustentabilidade. Rio de Janeiro: e-papers, 2002, p. 99-132.

Spalding, M. et al., 2010. World atlas of Mangroves. Earthscan Ltd.

Steinke, T.D. and Naidoo, Y., 1991. Respiration and net photosynthesis of cotyledons during establishment and early growth of propagules of the mangrove, *Avicennia marina*, at three temperatures. *South African Journal of Botany* 57 (3), 171-174.

Tack, J.F. and Polk, P., 1997. Groundwater flow in coastal areas influences mangrove distribution. In “International Seminar on Mangroves”, held in the Roy, S.D. (1997). Study of litterfall and its decomposition in a mangrove stand, South Andaman. *Journal of the Andaman Science Association* 13 (1-2), 119-121.

Toledo, G., Bashan, Y., Soeldner, A., 1995. Cyanobacteria and black mangroves in Northwestern Mexico: colonization, and diurnal and seasonal nitrogen fixation on aerial roots. *Can. J. Microbiol.* 41: 999-1011.

Tomlinson, P.B., 1986. The Botany of mangroves. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 413 pp.

Turner, R.K., Daily, G.C. The Ecosystem Services Framework and Natural Capital Conservation. *Environmental and Resource Economics* [en línea]. Enero 2008, vol. 39, no. 1. [Fecha de consulta: 5 junio 2010], pp. 25-35. DOI 10.1007/s10640-007-9176-6.

Twilley, R.R., Gottfried, R.R., Rivera-Monroy, V.H., Zhang, W., Armijos, M.M. and Bodero, A., 1998. An approach and preliminary model of integrating ecological and economic constraints of environmental quality in the Guayas River estuary, Ecuador. *Environmental Science and Policy* 1, 271-288.

Völker S., Kistemann, T., 2011. The impact of blue space on human health and well-being – Salutogenetic health effects of inland surface waters: A review. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 214, 449-460.

Wafar, S., Untawale, A.G. and Wafar, M., 1997. Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 44, 111-124.



## 15. Anexos

### Estadística *Crassostrea Rhizophorae*

| Cell No. | Scheffe test; variable LONG. CONCHA (Spreadsheet1) |          |          |          |
|----------|--|----------|----------|----------|
|          | Probabilities for Post Hoc Tests                   |          |          |          |
|          | GAMBOA   | {1}      | {2}      | {3}      |
| 1        | Cumbe  | 4,2943   | 4,1051   | 4,5148   |
| 2        | Canavieira   | 0,035517 |          | 0,000005 |
| 3        | Arrombado  | 0,032692 | 0,000005 |          |

| Effect | Descriptive Statistics (Spreadsheet1-LONGITUD) |      |                   |                       |                      |
|--------|--|------|-------------------|-----------------------|----------------------|
|        | Level of Factor                                | N    | LONG. CONCHA Mean | LONG. CONCHA Std.Dev. | LONG. CONCHA Std.Err |
| Total  |  | 1937 | 4,270573          | 1,410938              | 0,032058             |
| GAMBOA | Cumbe  | 696  | 4,294253          | 1,268692              | 0,048090             |
| GAMBOA | Canavieira                                     | 780  | 4,105128          | 1,119565              | 0,040087             |
| GAMBOA | Arrombado                                      | 461  | 4,514751          | 1,927930              | 0,089793             |

| Cell No.                                | Scheffe test; variable N° ostras (Spreadsheet12) |       |           |            |            |            |            |            |            |          |
|---|--|-------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
|   | Probabilities for Post Hoc Tests                 |       |           |            |            |            |            |            |            |          |
| Error: Between MS = 597,93, df = 54,000 |  |       |           |            |            |            |            |            |            |          |
| Cell No.                                | Gamboa   | Tramo | Lado      | {1} 150,50 | {2} 44,750 | {3} 0,0000 | {4} 0,0000 | {5} 0,0000 | {6} 0,0000 |          |
| 1                                       | Canavieira                                       | Bajo  | Derecha   |            | 0,014646   | 0,000013   | 0,000013   | 0,000013   | 0,000013   | 0,000013 |
| 2                                       | Canavieira                                       | Bajo  | Izquierda | 0,014646   |            | 0,981379   | 0,981379   | 0,981379   | 0,981379   | 0,981379 |
| 3                                       | Canavieira                                       | Medio | Derecha   | 0,000013   | 0,981379   |            | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   |          |
| 4                                       | Canavieira                                       | Medio | Izquierda | 0,000013   | 0,981379   | 1,000000   |            | 1,000000   | 1,000000   |          |
| 5                                       | Canavieira                                       | Alto  | Derecha   | 0,000013   | 0,981379   | 1,000000   | 1,000000   |            | 1,000000   |          |
| 6                                       | Canavieira                                       | Alto  | Izquierda | 0,000013   | 0,981379   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   |            |          |
| 7                                       | Cumbe  | Bajo  | Derecha   | 0,000586   | 0,999999   | 0,999997   | 0,999997   | 0,999997   | 0,999997   | 0,999997 |
| 8                                       | Cumbe  | Bajo  | Izquierda | 0,000804   | 1,000000   | 0,999989   | 0,999989   | 0,999989   | 0,999989   | 0,999989 |
| 9                                       | Cumbe  | Medio | Derecha   | 0,001956   | 1,000000   | 0,999798   | 0,999798   | 0,999798   | 0,999798   | 0,999798 |
| 10                                      | Cumbe  | Medio | Izquierda | 0,876663   | 0,940944   | 0,054981   | 0,054981   | 0,054981   | 0,054981   | 0,054981 |
| 11                                      | Cumbe  | Alto  | Derecha   | 0,000013   | 0,981379   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000 |
| 12                                      | Cumbe  | Alto  | Izquierda | 0,000013   | 0,981379   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000 |
| 13                                      | Arrombado  | Bajo  | Derecha   | 0,004280   | 1,000000   | 0,998436   | 0,998436   | 0,998436   | 0,998436   | 0,998436 |
| 14                                      | Arrombado  | Bajo  | Izquierda | 0,000050   | 0,997984   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000 |
| 15                                      | Arrombado  | Medio | Derecha   | 0,000013   | 0,981379   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000 |
| 16                                      | Arrombado  | Medio | Izquierda | 0,000090   | 0,999430   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000   | 1,000000 |
| 17                                      | Arrombado  | Alto  | Derecha   | 0,006145   | 1,000000   | 0,996475   | 0,996475   | 0,996475   | 0,996475   | 0,996475 |
| 18                                      | Arrombado  | Alto  | Izquierda | 0,000443   | 0,999996   | 0,999999   | 0,999999   | 0,999999   | 0,999999   | 0,999999 |

| Cell No. | Scheffe test; variable Nº ostras (Spreadsheet12)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 597,93, df = 54,000 |               |               |                |                |                |                |                |  |
|----------|---|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
|          | {7}<br>23,000   | {8}<br>25,000 | {9}<br>30,750 | {10}<br>95,250 | {11}<br>0,0000 | {12}<br>0,0000 | {13}<br>36,000 | {14}<br>8,0000 |  |
| 1        | 0,000586  | 0,000804      | 0,001956      | 0,876663       | 0,000013       | 0,000013       | 0,004280       | 0,000050       |  |
| 2        | 0,999999  | 1,000000      | 1,000000      | 0,940944       | 0,981379       | 0,981379       | 1,000000       | 0,997984       |  |
| 3        | 0,999997  | 0,999989      | 0,999798      | 0,054981       | 1,000000       | 1,000000       | 0,998436       | 1,000000       |  |
| 4        | 0,999997  | 0,999989      | 0,999798      | 0,054981       | 1,000000       | 1,000000       | 0,998436       | 1,000000       |  |
| 5        | 0,999997  | 0,999989      | 0,999798      | 0,054981       | 1,000000       | 1,000000       | 0,998436       | 1,000000       |  |
| 6        | 0,999997  | 0,999989      | 0,999798      | 0,054981       | 1,000000       | 1,000000       | 0,998436       | 1,000000       |  |
| 7        |   | 1,000000      | 1,000000      | 0,445821       | 0,999997       | 0,999997       | 1,000000       | 1,000000       |  |
| 8        | 1,000000  |               | 1,000000      | 0,502125       | 0,999989       | 0,999989       | 1,000000       | 1,000000       |  |
| 9        | 1,000000  | 1,000000      |               | 0,665435       | 0,999798       | 0,999798       | 1,000000       | 0,999997       |  |
| 10       | 0,445821  | 0,502125      | 0,665435      |                | 0,054981       | 0,054981       | 0,797802       | 0,131008       |  |
| 11       | 0,999997  | 0,999989      | 0,999798      | 0,054981       |                | 1,000000       | 0,998436       | 1,000000       |  |
| 12       | 0,999997  | 0,999989      | 0,999798      | 0,054981       | 1,000000       |                | 0,998436       | 1,000000       |  |
| 13       | 1,000000  | 1,000000      | 1,000000      | 0,797802       | 0,998436       | 0,998436       |                | 0,999945       |  |
| 14       | 1,000000  | 1,000000      | 0,999997      | 0,131008       | 1,000000       | 1,000000       | 0,999945       |                |  |
| 15       | 0,999997  | 0,999989      | 0,999798      | 0,054981       | 1,000000       | 1,000000       | 0,998436       | 1,000000       |  |
| 16       | 1,000000  | 1,000000      | 1,000000      | 0,183275       | 1,000000       | 1,000000       | 0,999992       | 1,000000       |  |
| 17       | 1,000000  | 1,000000      | 1,000000      | 0,849691       | 0,996475       | 0,996475       | 1,000000       | 0,999819       |  |
| 18       | 1,000000  | 1,000000      | 1,000000      | 0,398207       | 0,999999       | 0,999999       | 1,000000       | 1,000000       |  |

| Effect            | Descriptive Statistics (Spreadsheet12) |                 |                 |    |                |                    |                   |
|-------------------|--|-----------------|-----------------|----|----------------|--------------------|-------------------|
|                   | Level of Factor                        | Level of Factor | Level of Factor | N  | Nº ostras Mean | Nº ostras Std.Dev. | Nº ostras Std.Err |
| Total             |  |                 |                 | 72 | 26,9167        | 43,94739           | 5,17925           |
| Gamboa            | Canavieira                             |                 |                 | 24 | 32,5417        | 58,31770           | 11,90405          |
| Gamboa            | Cumbe                                  |                 |                 | 24 | 29,0000        | 45,17117           | 9,22053           |
| Gamboa            | Arrombado                              |                 |                 | 24 | 19,2083        | 20,52142           | 4,18892           |
| Tramo             | Bajo                                   |                 |                 | 24 | 47,8750        | 52,41416           | 10,69900          |
| Tramo             | Medio                                  |                 |                 | 24 | 22,9167        | 46,32111           | 9,45526           |
| Tramo             | Alto                                   |                 |                 | 24 | 9,9583         | 17,14764           | 3,50025           |
| Lado              | Derecha                                |                 |                 | 36 | 30,9722        | 49,98542           | 8,33090           |
| Lado              | Izquierda                              |                 |                 | 36 | 22,8611        | 37,22300           | 6,20383           |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira                             | Bajo            |                 | 8  | 97,6250        | 62,55498           | 22,11652          |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira                             | Medio           |                 | 8  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira                             | Alto            |                 | 8  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe                                  | Bajo            |                 | 8  | 24,0000        | 15,91046           | 5,62520           |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe                                  | Medio           |                 | 8  | 63,0000        | 64,34505           | 22,74941          |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe                                  | Alto            |                 | 8  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado                              | Bajo            |                 | 8  | 22,0000        | 24,80207           | 8,76886           |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado                              | Medio           |                 | 8  | 5,7500         | 11,68332           | 4,13068           |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado                              | Alto            |                 | 8  | 29,8750        | 16,91523           | 5,98044           |
| Gamboa*Lado       | Canavieira                             | Derecha         |                 | 12 | 50,1667        | 76,88224           | 22,19399          |
| Gamboa*Lado       | Canavieira                             | Izquierda       |                 | 12 | 14,9167        | 22,85710           | 6,59828           |
| Gamboa*Lado       | Cumbe                                  | Derecha         |                 | 12 | 17,9167        | 28,65297           | 8,27140           |
| Gamboa*Lado       | Cumbe                                  | Izquierda       |                 | 12 | 40,0833        | 56,36804           | 16,27205          |
| Gamboa*Lado       | Arrombado                              | Derecha         |                 | 12 | 24,8333        | 24,27057           | 7,00631           |
| Gamboa*Lado       | Arrombado                              | Izquierda       |                 | 12 | 13,5833        | 14,91466           | 4,30549           |
| Tramo*Lado        | Bajo                                   | Derecha         |                 | 12 | 69,8333        | 65,82323           | 19,00153          |
| Tramo*Lado        | Bajo                                   | Izquierda       |                 | 12 | 25,9167        | 18,96148           | 5,47371           |
| Tramo*Lado        | Medio                                  | Derecha         |                 | 12 | 10,2500        | 26,65648           | 7,69506           |
| Tramo*Lado        | Medio                                  | Izquierda       |                 | 12 | 35,5833        | 58,52965           | 16,89605          |
| Tramo*Lado        | Alto                                   | Derecha         |                 | 12 | 12,8333        | 20,77951           | 5,99853           |
| Tramo*Lado        | Alto                                   | Izquierda       |                 | 12 | 7,0833         | 12,84494           | 3,70801           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                             | Bajo            | Derecha         | 4  | 150,5000       | 39,23859           | 19,61929          |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                             | Bajo            | Izquierda       | 4  | 44,7500        | 11,64403           | 5,82201           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                             | Medio           | Derecha         | 4  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                             | Medio           | Izquierda       | 4  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                             | Alto            | Derecha         | 4  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                             | Alto            | Izquierda       | 4  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                  | Bajo            | Derecha         | 4  | 23,0000        | 23,73464           | 11,86732          |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                  | Bajo            | Izquierda       | 4  | 25,0000        | 4,96655            | 2,48328           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                  | Medio           | Derecha         | 4  | 30,7500        | 42,01091           | 21,00546          |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                  | Medio           | Izquierda       | 4  | 95,2500        | 71,56990           | 35,78495          |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                  | Alto            | Derecha         | 4  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                  | Alto            | Izquierda       | 4  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                              | Bajo            | Derecha         | 4  | 36,0000        | 25,62551           | 12,81275          |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                              | Bajo            | Izquierda       | 4  | 8,0000         | 16,00000           | 8,00000           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                              | Medio           | Derecha         | 4  | 0,0000         | 0,00000            | 0,00000           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                              | Medio           | Izquierda       | 4  | 11,5000        | 15,17674           | 7,58837           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                              | Alto            | Derecha         | 4  | 38,5000        | 16,29928           | 8,14964           |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                              | Alto            | Izquierda       | 4  | 21,2500        | 14,26826           | 7,13413           |

| Effect            | Descriptive Statistics (Spreadsheet12) |                      |                |                    |                   |                   |                   |
|-------------------|--|----------------------|----------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                   | Nº ostras<br>-95,00%                   | Nº ostras<br>+95,00% | Vivas%<br>Mean | Vivas%<br>Std.Dev. | Vivas%<br>Std.Err | Vivas%<br>-95,00% | Vivas%<br>+95,00% |
| Total             | 16,5895                                | 37,2438              | 32,48110       | 42,43881           | 5,00146           | 22,5085           | 42,4537           |
| Gamboa            | 7,9163                                 | 57,1671              | 19,51954       | 34,73299           | 7,08984           | 4,8531            | 34,1860           |
| Gamboa            | 9,9259                                 | 48,0741              | 34,43821       | 43,29787           | 8,83814           | 16,1551           | 52,7213           |
| Gamboa            | 10,5429                                | 27,8738              | 43,48554       | 46,61565           | 9,51538           | 23,8015           | 63,1696           |
| Tramo             | 25,7424                                | 70,0076              | 59,13229       | 41,62483           | 8,49663           | 41,5557           | 76,7089           |
| Tramo             | 3,3570                                 | 42,4764              | 15,18271       | 31,24459           | 6,37778           | 1,9893            | 28,3761           |
| Tramo             | 2,7175                                 | 17,1991              | 23,12829       | 41,30653           | 8,43166           | 5,6861            | 40,5705           |
| Lado              | 14,0596                                | 47,8849              | 27,92497       | 38,93147           | 6,48858           | 14,7525           | 41,0975           |
| Lado              | 10,2667                                | 35,4556              | 37,03722       | 45,77338           | 7,62890           | 21,5497           | 52,5247           |
| Gamboa*Tramo      | 45,3277                                | 149,9223             | 58,55862       | 36,75821           | 12,99599          | 27,8280           | 89,2893           |
| Gamboa*Tramo      | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo      | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo      | 10,6985                                | 37,3015              | 80,98075       | 34,80623           | 12,30586          | 51,8820           | 110,0795          |
| Gamboa*Tramo      | 9,2062                                 | 116,7938             | 22,33387       | 30,81793           | 10,89578          | -3,4306           | 48,0983           |
| Gamboa*Tramo      | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo      | 1,2649                                 | 42,7351              | 37,85750       | 45,46511           | 16,07434          | -0,1523           | 75,8673           |
| Gamboa*Tramo      | -4,0175                                | 15,5175              | 23,21425       | 43,15368           | 15,25713          | -12,8631          | 59,2916           |
| Gamboa*Tramo      | 15,7335                                | 44,0165              | 69,38487       | 44,02469           | 15,56508          | 32,5793           | 106,1904          |
| Gamboa*Lado       | 1,3180                                 | 99,0153              | 8,83650        | 15,65545           | 4,51934           | -1,1105           | 18,7835           |
| Gamboa*Lado       | 0,3940                                 | 29,4394              | 30,20258       | 45,03704           | 13,00107          | 1,5874            | 58,8178           |
| Gamboa*Lado       | -0,2886                                | 36,1219              | 26,36017       | 39,03186           | 11,26753          | 1,5605            | 51,1598           |
| Gamboa*Lado       | 4,2688                                 | 75,8979              | 42,51625       | 47,47610           | 13,70517          | 12,3514           | 72,6811           |
| Gamboa*Lado       | 9,4125                                 | 40,2541              | 48,57825       | 46,78111           | 13,50454          | 18,8549           | 78,3016           |
| Gamboa*Lado       | 4,1070                                 | 23,0597              | 38,39283       | 47,94293           | 13,83993          | 7,9313            | 68,8543           |
| Tramo*Lado        | 28,0113                                | 111,6554             | 49,63842       | 40,43222           | 11,67178          | 23,9490           | 75,3278           |
| Tramo*Lado        | 13,8691                                | 37,9642              | 68,62617       | 42,32429           | 12,21797          | 41,7346           | 95,5177           |
| Tramo*Lado        | -6,6867                                | 27,1867              | 4,54658        | 10,62414           | 3,06692           | -2,2037           | 11,2968           |
| Tramo*Lado        | -1,6046                                | 72,7713              | 25,81883       | 41,00612           | 11,83745          | -0,2352           | 51,8729           |
| Tramo*Lado        | -0,3693                                | 26,0360              | 29,58992       | 44,28681           | 12,78450          | 1,4514            | 57,7284           |
| Tramo*Lado        | -1,0780                                | 15,2446              | 16,66667       | 38,92495           | 11,23666          | -8,0651           | 41,3984           |
| Gamboa*Tramo*Lado | 88,0627                                | 212,9373             | 26,50950       | 16,55309           | 8,27654           | 0,1698            | 52,8492           |
| Gamboa*Tramo*Lado | 26,2218                                | 63,2782              | 90,60775       | 11,81771           | 5,90886           | 71,8031           | 109,4124          |
| Gamboa*Tramo*Lado | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo*Lado | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo*Lado | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo*Lado | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo*Lado | -14,7671                               | 60,7671              | 65,44075       | 46,46513           | 23,23257          | -8,4956           | 139,3771          |
| Gamboa*Tramo*Lado | 17,0971                                | 32,9029              | 96,52075       | 4,87707            | 2,43854           | 88,7602           | 104,2813          |
| Gamboa*Tramo*Lado | -36,0987                               | 97,5987              | 13,63975       | 15,76369           | 7,88184           | -11,4438          | 38,7233           |
| Gamboa*Tramo*Lado | -18,6337                               | 209,1337             | 31,02800       | 42,02392           | 21,01196          | -35,8414          | 97,8974           |
| Gamboa*Tramo*Lado | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo*Lado | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo*Lado | -4,7759                                | 76,7759              | 56,96500       | 49,43012           | 24,71506          | -21,6893          | 135,6193          |
| Gamboa*Tramo*Lado | -17,4596                               | 33,4596              | 18,75000       | 37,50000           | 18,75000          | -40,9209          | 78,4209           |
| Gamboa*Tramo*Lado | 0,0000                                 | 0,0000               | 0,00000        | 0,00000            | 0,00000           | 0,0000            | 0,0000            |
| Gamboa*Tramo*Lado | -12,6496                               | 35,6496              | 46,42850       | 53,92732           | 26,96366          | -39,3819          | 132,2389          |
| Gamboa*Tramo*Lado | 12,5642                                | 64,4358              | 88,76975       | 13,67511           | 6,83755           | 67,0096           | 110,5299          |
| Gamboa*Tramo*Lado | -1,4540                                | 43,9540              | 50,00000       | 57,73503           | 28,86751          | -41,8693          | 141,8693          |

| Effect            | Multivariate Tests of Significance (Spreadsheet12)<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition |          |          |           |          |          |
|-------------------|---|----------|----------|-----------|----------|----------|
|                   | Test  | Value    | F        | Effect df | Error df | p        |
| Intercept         | Wilks   | 0,263047 | 74,24246 | 2         | 53       | 0,000000 |
| Gamboa            | Wilks   | 0,784304 | 3,42289  | 4         | 106      | 0,011293 |
| Tramo             | Wilks   | 0,482236 | 11,66068 | 4         | 106      | 0,000000 |
| Lado              | Wilks   | 0,920882 | 2,27675  | 2         | 53       | 0,112567 |
| Gamboa*Tramo      | Wilks   | 0,253024 | 13,09115 | 8         | 106      | 0,000000 |
| Gamboa*Lado       | Wilks   | 0,700564 | 5,16082  | 4         | 106      | 0,000773 |
| Tramo*Lado        | Wilks   | 0,621215 | 7,12210  | 4         | 106      | 0,000041 |
| Gamboa*Tramo*Lado | Wilks   | 0,622349 | 3,54573  | 8         | 106      | 0,001124 |

| Cell No. | Scheffe test; variable peso (Spreadsheet12) |          |          |        |
|----------|---|----------|----------|--------|
|          | gamboa                                      | {1}      | {2}      | {3}    |
|          |   | 5,3659   | 4,3713   | 9,5689 |
| 1        | Cumbe                                       |          | 0,063431 | 0,00   |
| 2        | Canavieira                                  | 0,063431 |          | 0,00   |
| 3        | Arrombado                                   | 0,000000 | 0,000000 |        |

| Effect | Descriptive Statistics (Spreadsheet peso) |     |           |               |              |              |              |
|--------|---|-----|-----------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|        | Level of Factor                           | N   | peso Mean | peso Std.Dev. | peso Std.Err | peso -95,00% | peso +95,00% |
| Total  |   | 997 | 6,622467  | 5,722212      | 0,181224     | 6,266842     | 6,97809      |
| gamboa | Cumbe                                     | 276 | 5,365942  | 3,877225      | 0,233382     | 4,906501     | 5,82538      |
| gamboa | Canavieira                                | 342 | 4,371345  | 2,825232      | 0,152771     | 4,070853     | 4,67184      |
| gamboa | Arrombado                                 | 379 | 9,568865  | 7,327883      | 0,376408     | 8,828749     | 10,30898     |

| Effect    | Univariate Tests of Significance for peso (Spreadsheet12) |                  |          |          |      |
|-----------|---|------------------|----------|----------|------|
|           | SS  | Degr. of Freedom | MS       | F        | p    |
| Intercept | 40576,99  | 1                | 40576,99 | 1485,380 | 0,00 |
| gamboa    | 5459,07   | 2                | 2729,53  | 99,919   | 0,00 |
| Error     | 27153,67  | 994              | 27,32    |          |      |

## Estadística *Ucides Cordatus*

| Effect            | Descriptive Statistics (Spreadsheet1) |                 |                 |     |               |                   |                  |
|-------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----|---------------|-------------------|------------------|
|                   | Level of Factor                       | Level of Factor | Level of Factor | N   | % llenos Mean | % llenos Std.Dev. | % llenos Std.Err |
| Total             |                                       |                 |                 | 537 | 78,26008      | 33,17387          | 1,431558         |
| Gamboa            | Arrombado                             |                 |                 | 216 | 79,41432      | 34,55183          | 2,350954         |
| Gamboa            | Cumbe                                 |                 |                 | 108 | 80,06436      | 35,44222          | 3,410429         |
| Gamboa            | Canavieira                            |                 |                 | 213 | 76,17475      | 30,50085          | 2,089884         |
| Tramo             | Bajo                                  |                 |                 | 179 | 71,31434      | 37,79419          | 2,824870         |
| Tramo             | medio                                 |                 |                 | 178 | 75,89063      | 33,89384          | 2,540450         |
| Tramo             | alto                                  |                 |                 | 180 | 87,51036      | 24,47691          | 1,824401         |
| Lado              | Derecho                               |                 |                 | 324 | 81,72753      | 31,11303          | 1,728502         |
| Lado              | Izquierdo                             |                 |                 | 213 | 72,98565      | 35,51369          | 2,433358         |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado                             | Bajo            |                 | 72  | 82,04861      | 32,05011          | 3,777141         |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado                             | medio           |                 | 72  | 69,81316      | 39,62078          | 4,669353         |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado                             | alto            |                 | 72  | 86,38117      | 29,46798          | 3,472835         |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe                                 | Bajo            |                 | 36  | 60,72531      | 47,59726          | 7,932877         |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe                                 | medio           |                 | 36  | 86,31173      | 24,87485          | 4,145808         |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe                                 | alto            |                 | 36  | 93,15603      | 18,83763          | 3,139604         |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira                            | Bajo            |                 | 71  | 65,79797      | 35,36295          | 4,196810         |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira                            | medio           |                 | 70  | 76,78231      | 30,35988          | 3,628700         |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira                            | alto            |                 | 72  | 85,81672      | 21,13766          | 2,491097         |
| Gamboa*Lado       | Arrombado                             | Derecho         |                 | 108 | 91,65895      | 22,37823          | 2,153346         |
| Gamboa*Lado       | Arrombado                             | Izquierdo       |                 | 108 | 67,16968      | 39,94202          | 3,843423         |
| Gamboa*Lado       | Cumbe                                 | Derecho         |                 | 108 | 80,06436      | 35,44222          | 3,410429         |
| Gamboa*Lado       | Canavieira                            | Derecho         |                 | 108 | 73,45930      | 31,52571          | 3,033563         |
| Gamboa*Lado       | Canavieira                            | Izquierdo       |                 | 105 | 78,96779      | 29,29695          | 2,859090         |
| Tramo*Lado        | Bajo                                  | Derecho         |                 | 108 | 72,65462      | 39,69962          | 3,820098         |
| Tramo*Lado        | Bajo                                  | Izquierdo       |                 | 71  | 69,27560      | 34,87279          | 4,138638         |
| Tramo*Lado        | medio                                 | Derecho         |                 | 108 | 77,38279      | 29,57551          | 2,845905         |
| Tramo*Lado        | medio                                 | Izquierdo       |                 | 70  | 73,58844      | 39,76938          | 4,753350         |
| Tramo*Lado        | alto                                  | Derecho         |                 | 108 | 95,14519      | 13,69410          | 1,317715         |
| Tramo*Lado        | alto                                  | Izquierdo       |                 | 72  | 76,05812      | 31,72024          | 3,738266         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                             | Bajo            | Derecho         | 36  | 96,52778      | 17,06372          | 2,843954         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                             | Bajo            | Izquierdo       | 36  | 67,56944      | 36,89613          | 6,149355         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                             | medio           | Derecho         | 36  | 79,14352      | 31,25388          | 5,208980         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                             | medio           | Izquierdo       | 36  | 60,48280      | 45,03968          | 7,506614         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                             | alto            | Derecho         | 36  | 99,30556      | 4,16667           | 0,694444         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado                             | alto            | Izquierdo       | 36  | 73,45679      | 37,42391          | 6,237318         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                 | Bajo            | Derecho         | 36  | 60,72531      | 47,59726          | 7,932877         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                 | medio           | Derecho         | 36  | 86,31173      | 24,87485          | 4,145808         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe                                 | alto            | Derecho         | 36  | 93,15603      | 18,83763          | 3,139604         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                            | Bajo            | Derecho         | 36  | 60,71078      | 37,17867          | 6,196445         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                            | Bajo            | Izquierdo       | 35  | 71,03051      | 33,10804          | 5,596281         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                            | medio           | Derecho         | 36  | 66,69312      | 29,59437          | 4,932396         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                            | medio           | Izquierdo       | 34  | 87,46499      | 27,74359          | 4,757987         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                            | alto            | Derecho         | 36  | 92,97399      | 13,20461          | 2,200768         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira                            | alto            | Izquierdo       | 36  | 78,65945      | 25,03249          | 4,172081         |

| Effect            | Descriptive Statistics (Spreadsheet-% llenos y agujeros) |                 |                 |     |               |                   |                  |
|-------------------|--|-----------------|-----------------|-----|---------------|-------------------|------------------|
|                   | Level of Factor  | Level of Factor | Level of Factor | N   | Agujeros Mean | Agujeros Std.Dev. | Agujeros Std.Err |
| Total             |  |                 |                 | 537 | 5,558659      | 3,512346          | 0,151569         |
| Gamboa            | Arrombado  |                 |                 | 216 | 5,509259      | 3,891542          | 0,264786         |
| Gamboa            | Cumbe  |                 |                 | 108 | 5,398148      | 3,604099          | 0,346805         |
| Gamboa            | Canavieira   |                 |                 | 213 | 5,690141      | 3,040256          | 0,208315         |
| Tramo             | Bajo   |                 |                 | 179 | 5,351955      | 3,549669          | 0,265315         |
| Tramo             | medio  |                 |                 | 178 | 4,561798      | 3,034473          | 0,227443         |
| Tramo             | alto   |                 |                 | 180 | 6,750000      | 3,584378          | 0,267164         |
| Lado              | Derecho  |                 |                 | 324 | 5,987654      | 3,530474          | 0,196137         |
| Lado              | Izquierdo  |                 |                 | 213 | 4,906103      | 3,389859          | 0,232269         |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado  | Bajo            |                 | 72  | 6,083333      | 3,467150          | 0,408608         |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado  | medio           |                 | 72  | 3,236111      | 2,405938          | 0,283542         |
| Gamboa*Tramo      | Arrombado  | alto            |                 | 72  | 7,208333      | 4,421259          | 0,521050         |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe  | Bajo            |                 | 36  | 3,333333      | 3,303678          | 0,550613         |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe  | medio           |                 | 36  | 6,750000      | 3,651810          | 0,608635         |
| Gamboa*Tramo      | Cumbe  | alto            |                 | 36  | 6,111111      | 2,944998          | 0,490833         |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira   | Bajo            |                 | 71  | 5,633803      | 3,415258          | 0,405316         |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira   | medio           |                 | 70  | 4,800000      | 2,551499          | 0,304962         |
| Gamboa*Tramo      | Canavieira   | alto            |                 | 72  | 6,611111      | 2,851022          | 0,335996         |
| Gamboa*Lado       | Arrombado  | Derecho         |                 | 108 | 6,685185      | 3,841846          | 0,369682         |
| Gamboa*Lado       | Arrombado  | Izquierdo       |                 | 108 | 4,333333      | 3,588663          | 0,345319         |
| Gamboa*Lado       | Cumbe  | Derecho         |                 | 108 | 5,398148      | 3,604099          | 0,346805         |
| Gamboa*Lado       | Canavieira   | Derecho         |                 | 108 | 5,879630      | 3,003791          | 0,289040         |
| Gamboa*Lado       | Canavieira   | Izquierdo       |                 | 105 | 5,495238      | 3,079472          | 0,300526         |
| Tramo*Lado        | Bajo   | Derecho         |                 | 108 | 5,462963      | 3,853451          | 0,370798         |
| Tramo*Lado        | Bajo   | Izquierdo       |                 | 71  | 5,183099      | 3,048699          | 0,361814         |
| Tramo*Lado        | medio  | Derecho         |                 | 108 | 5,222222      | 3,067263          | 0,295147         |
| Tramo*Lado        | medio  | Izquierdo       |                 | 70  | 3,542857      | 2,700970          | 0,322828         |
| Tramo*Lado        | alto   | Derecho         |                 | 108 | 7,277778      | 3,289273          | 0,316510         |
| Tramo*Lado        | alto   | Izquierdo       |                 | 72  | 5,958333      | 3,876391          | 0,456837         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado  | Bajo            | Derecho         | 36  | 7,638889      | 3,390346          | 0,565058         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado  | Bajo            | Izquierdo       | 36  | 4,527778      | 2,813093          | 0,468849         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado  | medio           | Derecho         | 36  | 3,555556      | 2,130653          | 0,355109         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado  | medio           | Izquierdo       | 36  | 2,916667      | 2,644401          | 0,440734         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado  | alto            | Derecho         | 36  | 8,861111      | 3,634382          | 0,605730         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Arrombado  | alto            | Izquierdo       | 36  | 5,555556      | 4,563485          | 0,760581         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe  | Bajo            | Derecho         | 36  | 3,333333      | 3,303678          | 0,550613         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe  | medio           | Derecho         | 36  | 6,750000      | 3,651810          | 0,608635         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Cumbe  | alto            | Derecho         | 36  | 6,111111      | 2,944998          | 0,490833         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira   | Bajo            | Derecho         | 36  | 5,416667      | 3,667424          | 0,611237         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira   | Bajo            | Izquierdo       | 35  | 5,857143      | 3,172889          | 0,536316         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira   | medio           | Derecho         | 36  | 5,361111      | 2,368276          | 0,394713         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira   | medio           | Izquierdo       | 34  | 4,205882      | 2,637485          | 0,452325         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira   | alto            | Derecho         | 36  | 6,861111      | 2,652791          | 0,442132         |
| Gamboa*Tramo*Lado | Canavieira   | alto            | Izquierdo       | 36  | 6,361111      | 3,053361          | 0,508894         |

| Cell No. | Scheffe test; variable Agujeros (Spreadsheet-% llenos y agujeros)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 10,034, df = 522,00 |       |           |               |               |               |               |               |               |  |
|----------|--|-------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
|          | Gamboa   | Tramo | Lado      | {1}<br>7,6389 | {2}<br>4,5278 | {3}<br>3,5556 | {4}<br>2,9167 | {5}<br>8,8611 | {6}<br>5,5556 |  |
| 1        | Arrombado  | Bajo  | Derecho   |               | 0,241800      | 0,009175      | 0,000367      | 0,999493      | 0,898652      |  |
| 2        | Arrombado  | Bajo  | Izquierdo | 0,241800      |               | 0,999968      | 0,989691      | 0,002867      | 0,999937      |  |
| 3        | Arrombado  | medio | Derecho   | 0,009175      | 0,999968      |               | 1,000000      | 0,000010      | 0,926392      |  |
| 4        | Arrombado  | medio | Izquierdo | 0,000367      | 0,989691      | 1,000000      |               | 0,000000      | 0,567338      |  |
| 5        | Arrombado  | alto  | Derecho   | 0,999493      | 0,002867      | 0,000010      | 0,000000      |               | 0,148049      |  |
| 6        | Arrombado  | alto  | Izquierdo | 0,898652      | 0,999937      | 0,926392      | 0,567338      | 0,148049      |               |  |
| 7        | Cumbe  | Bajo  | Derecho   | 0,003283      | 0,999612      | 1,000000      | 1,000000      | 0,000002      | 0,838364      |  |
| 8        | Cumbe  | Bajo  | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 9        | Cumbe  | medio | Derecho   | 0,999990      | 0,838364      | 0,197945      | 0,025818      | 0,888019      | 0,999612      |  |
| 10       | Cumbe  | medio | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 11       | Cumbe  | alto  | Derecho   | 0,994005      | 0,991348      | 0,628908      | 0,197945      | 0,484064      | 1,000000      |  |
| 12       | Cumbe  | alto  | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 13       | Canavieira   | Bajo  | Derecho   | 0,838364      | 0,999990      | 0,959864      | 0,668693      | 0,099137      | 1,000000      |  |
| 14       | Canavieira   | Bajo  | Izquierdo | 0,974588      | 0,998774      | 0,805157      | 0,361649      | 0,319521      | 1,000000      |  |
| 15       | Canavieira   | medio | Derecho   | 0,809311      | 0,999996      | 0,969377      | 0,706979      | 0,083454      | 1,000000      |  |
| 16       | Canavieira   | medio | Izquierdo | 0,118790      | 1,000000      | 1,000000      | 0,999205      | 0,000770      | 0,998662      |  |
| 17       | Canavieira   | alto  | Derecho   | 0,999998      | 0,777585      | 0,148049      | 0,016566      | 0,926392      | 0,998917      |  |
| 18       | Canavieira   | alto  | Izquierdo | 0,999152      | 0,964868      | 0,442927      | 0,099137      | 0,668693      | 0,999997      |  |

| Cell No. | Scheffe test; variable Agujeros (Spreadsheet-% llenos y agujeros)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 10,034, df = 522,00 |             |               |              |                |              |                |                |                |                |
|----------|--|-------------|---------------|--------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|          | {7}<br>3,3333  | {8}<br>---- | {9}<br>6,7500 | {10}<br>---- | {11}<br>6,1111 | {12}<br>---- | {13}<br>5,4167 | {14}<br>5,8571 | {15}<br>5,3611 | {16}<br>4,2059 |
| 1        | 0,003283   |             | 0,999990      |              | 0,994005       |              | 0,838364       | 0,974588       | 0,809311       | 0,118790       |
| 2        | 0,999612   |             | 0,838364      |              | 0,991348       |              | 0,999990       | 0,998774       | 0,999996       | 1,000000       |
| 3        | 1,000000   |             | 0,197945      |              | 0,628908       |              | 0,959864       | 0,805157       | 0,969377       | 1,000000       |
| 4        | 1,000000   | 0,025818    |               | 0,197945     |                | 0,668693     | 0,361649       | 0,706979       | 0,999205       |                |
| 5        | 0,000002   |             | 0,888019      |              | 0,484064       |              | 0,099137       | 0,319521       | 0,083454       | 0,000770       |
| 6        | 0,838364   |             | 0,999612      |              | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 1,000000       | 0,998662       |
| 7        |  | 0,107779    |               | 0,463409     |                | 0,898652     | 0,664481       | 0,917824       | 0,999993       |                |
| 8        |  |             |               |              |                |              |                |                |                |                |
| 9        | 0,107779   |             |               | 1,000000     |                | 0,998627     | 0,999990       | 0,997839       | 0,663394       |                |
| 10       |  |             |               |              |                |              |                |                |                |                |
| 11       | 0,463409   | 1,000000    |               |              |                | 1,000000     | 1,000000       | 0,999999       | 0,956604       |                |
| 12       |  |             |               |              |                |              |                |                |                |                |
| 13       | 0,898652   | 0,998627    |               | 1,000000     |                |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,999616       |                |
| 14       | 0,664481   | 0,999990    |               | 1,000000     |                | 1,000000     |                | 1,000000       | 0,989352       |                |
| 15       | 0,917824   | 0,997839    |               | 0,999999     |                | 1,000000     | 1,000000       |                | 0,999780       |                |
| 16       | 0,999993   | 0,663394    |               | 0,956604     |                | 0,999616     | 0,989352       | 0,999780       |                |                |
| 17       | 0,076377   | 1,000000    |               | 0,999999     |                | 0,996688     | 0,999957       | 0,995052       | 0,583646       |                |
| 18       | 0,290936   | 1,000000    |               | 1,000000     |                | 0,999978     | 1,000000       | 0,999955       | 0,882756       |                |

|                   |  | Univariate Tests of Significance for Agujeros (Spreadsheet1)<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition |                  |          |          |          |
|-------------------|--|---|------------------|----------|----------|----------|
| Effect            |  | SS  | Degr. of Freedom | MS       | F        | p        |
| Intercept         |  |   | 0                |          |          |          |
| Gamboa            |  | 3,023   | 1                | 3,0230   | 0,30126  | 0,583327 |
| Tramo             |  |   | 0                |          |          |          |
| Lado              |  |   | 0                |          |          |          |
| Gamboa*Tramo      |  | 102,076   | 2                | 51,0382  | 5,08635  | 0,006490 |
| Gamboa*Lado       |  | 101,605   | 1                | 101,6050 | 10,12572 | 0,001549 |
| Tramo*Lado        |  |   | 0                |          |          |          |
| Gamboa*Tramo*Lado |  | 83,461  | 2                | 41,7306  | 4,15878  | 0,016147 |
| Error             |  | 5237,928  | 522              | 10,0343  |          |          |

| Cell No. | Scheffe test; variable %llenos (Spreadsheet1)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 949,73, df = 522,00 |       |           |               |               |               |               |               |               |  |
|----------|--|-------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
|          | Gamboa   | Tramo | Lado      | {1}<br>96,528 | {2}<br>67,569 | {3}<br>79,144 | {4}<br>60,483 | {5}<br>99,306 | {6}<br>73,457 |  |
| 1        | Arrombado  | Bajo  | Derecho   |               | 0,323527      | 0,972142      | 0,041718      | 1,000000      | 0,754382      |  |
| 2        | Arrombado  | Bajo  | Izquierdo | 0,323527      |               | 0,999630      | 0,999999      | 0,166389      | 1,000000      |  |
| 3        | Arrombado  | medio | Derecho   | 0,972142      | 0,999630      |               | 0,947918      | 0,902634      | 1,000000      |  |
| 4        | Arrombado  | medio | Izquierdo | 0,041718      | 0,999999      | 0,947918      |               | 0,013677      | 0,998624      |  |
| 5        | Arrombado  | alto  | Derecho   | 1,000000      | 0,166389      | 0,902634      | 0,013677      |               | 0,553813      |  |
| 6        | Arrombado  | alto  | Izquierdo | 0,754382      | 1,000000      | 1,000000      | 0,998624      | 0,553813      |               |  |
| 7        | Cumbe  | Bajo  | Derecho   | 0,045608      | 1,000000      | 0,953431      | 1,000000      | 0,015179      | 0,998888      |  |
| 8        | Cumbe  | Bajo  | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 9        | Cumbe  | medio | Derecho   | 0,999918      | 0,945958      | 0,999999      | 0,555341      | 0,998600      | 0,998759      |  |
| 10       | Cumbe  | medio | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 11       | Cumbe  | alto  | Derecho   | 1,000000      | 0,573970      | 0,996789      | 0,127718      | 1,000000      | 0,918756      |  |
| 12       | Cumbe  | alto  | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 13       | Canavieira   | Bajo  | Derecho   | 0,045367      | 0,999999      | 0,953113      | 1,000000      | 0,015085      | 0,998873      |  |
| 14       | Canavieira   | Bajo  | Izquierdo | 0,594571      | 1,000000      | 0,999996      | 0,999888      | 0,385188      | 1,000000      |  |
| 15       | Canavieira   | medio | Derecho   | 0,267377      | 1,000000      | 0,999137      | 1,000000      | 0,130008      | 1,000000      |  |
| 16       | Canavieira   | medio | Izquierdo | 0,999985      | 0,921660      | 0,999995      | 0,496354      | 0,999592      | 0,997264      |  |
| 17       | Canavieira   | alto  | Derecho   | 1,000000      | 0,587902      | 0,997212      | 0,134666      | 1,000000      | 0,924553      |  |
| 18       | Canavieira   | alto  | Izquierdo | 0,964295      | 0,999777      | 1,000000      | 0,958474      | 0,883583      | 1,000000      |  |

| Cell No. | Scheffe test; variable %llenos (Spreadsheet1)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 949,73, df = 522,00 |             |               |              |                |              |                |                |                |                |  |
|----------|--|-------------|---------------|--------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
|          | {7}<br>60,725  | {8}<br>---- | {9}<br>86,312 | {10}<br>---- | {11}<br>93,156 | {12}<br>---- | {13}<br>60,711 | {14}<br>71,031 | {15}<br>66,693 | {16}<br>87,465 |  |
| 1        | 0,045608   |             | 0,999918      |              | 1,000000       |              | 0,045367       | 0,594571       | 0,267377       | 0,999985       |  |
| 2        | 1,000000   |             | 0,945958      |              | 0,573970       |              | 0,999999       | 1,000000       | 1,000000       | 0,921660       |  |
| 3        | 0,953431   |             | 0,999999      |              | 0,996789       |              | 0,953113       | 0,999996       | 0,999137       | 0,999995       |  |
| 4        | 1,000000   |             | 0,555341      |              | 0,127718       |              | 1,000000       | 0,999888       | 1,000000       | 0,496354       |  |
| 5        | 0,015179   |             | 0,998600      |              | 1,000000       |              | 0,015085       | 0,385188       | 0,130008       | 0,999592       |  |
| 6        | 0,998888   |             | 0,998759      |              | 0,918756       |              | 0,998873       | 1,000000       | 1,000000       | 0,997264       |  |
| 7        |  |             | 0,573983      |              | 0,137033       |              | 1,000000       | 0,999916       | 1,000000       | 0,514767       |  |
| 8        |  |             |               |              |                |              |                |                |                |                |  |
| 9        | 0,573983   |             |               |              | 1,000000       |              | 0,572868       | 0,992581       | 0,921362       | 1,000000       |  |
| 10       |  |             |               |              |                |              |                |                |                |                |  |
| 11       | 0,137033   |             | 1,000000      |              |                |              | 0,136461       | 0,819874       | 0,506441       | 1,000000       |  |
| 12       |  |             |               |              |                |              |                |                |                |                |  |
| 13       | 1,000000   |             | 0,572868      |              | 0,136461       |              |                | 0,999914       | 1,000000       | 0,513662       |  |
| 14       | 0,999916   |             | 0,992581      |              | 0,819874       |              | 0,999914       |                | 1,000000       | 0,986661       |  |
| 15       | 1,000000   |             | 0,921362      |              | 0,506441       |              | 1,000000       | 1,000000       |                | 0,890657       |  |
| 16       | 0,514767   |             | 1,000000      |              | 1,000000       |              | 0,513662       | 0,986661       | 0,890657       |                |  |
| 17       | 0,144340   |             | 1,000000      |              | 1,000000       |              | 0,143747       | 0,829574       | 0,520480       | 1,000000       |  |
| 18       | 0,963109   |             | 0,999998      |              | 0,995386       |              | 0,962843       | 0,999998       | 0,999454       | 0,999989       |  |

| Effect            | Univariate Tests of Significance for %llenos (Spread Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition |                  |          |          |          |
|-------------------|---|------------------|----------|----------|----------|
|                   | SS  | Degr. of Freedom | MS       | F        | p        |
| Intercept         |   | 0                |          |          |          |
| Gamboa            | 1069,9  | 1                | 1069,86  | 1,12649  | 0,289015 |
| Tramo             |   | 0                |          |          |          |
| Lado              |   | 0                |          |          |          |
| Gamboa*Tramo      | 10156,5   | 2                | 5078,26  | 5,34706  | 0,005027 |
| Gamboa*Lado       | 24255,8   | 1                | 24255,76 | 25,53969 | 0,000001 |
| Tramo*Lado        |   | 0                |          |          |          |
| Gamboa*Tramo*Lado | 4627,3  | 2                | 2313,63  | 2,43610  | 0,088496 |
| Error             | 495757,9  | 522              | 949,73   |          |          |

| Effect     | Univariate Tests of Significance for %lidos (Spread Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition) |                  |         |          |          |
|------------|---|------------------|---------|----------|----------|
|            | SS  | Degr. of Freedom | MS      | F        | p        |
| Intercept  | 1362233   | 1                | 1362233 | 1345,242 | 0,000000 |
| Tramo      | 10631   | 2                | 5316    | 5,249    | 0,005962 |
| Lado       | 32385   | 1                | 32385   | 31,981   | 0,000000 |
| Tramo*Lado | 1004  | 2                | 502     | 0,496    | 0,609751 |
| Error      | 212652  | 210              | 1013    |          |          |

## Estadística materia orgánica

| Effect           | Descriptive Statistics (Spreadsheet2) |                 |                 |    |                |                    |                   |
|------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|----|----------------|--------------------|-------------------|
|                  | Level of Factor                       | Level of Factor | Level of Factor | N  | % mat org Mean | % mat org Std.Dev. | % mat org Std.Err |
| Total            |                                       |                 |                 | 54 | 6,65247        | 3,030937           | 0,412458          |
| Brazo            | Canavieira                            |                 |                 | 18 | 5,94535        | 1,461616           | 0,344506          |
| Brazo            | Cumbe                                 |                 |                 | 18 | 9,49114        | 2,628364           | 0,619511          |
| Brazo            | Arrombado                             |                 |                 | 18 | 4,52092        | 2,392421           | 0,563899          |
| Tramo            | Bajo                                  |                 |                 | 18 | 5,16480        | 2,875372           | 0,677732          |
| Tramo            | Medio                                 |                 |                 | 18 | 6,93526        | 2,089784           | 0,492567          |
| Tramo            | Alto                                  |                 |                 | 18 | 7,85736        | 3,469924           | 0,817869          |
| Lado             | Derecha                               |                 |                 | 27 | 6,61413        | 2,993496           | 0,576099          |
| Lado             | Izquierda                             |                 |                 | 27 | 6,69082        | 3,124488           | 0,601308          |
| Brazo*Tramo      | Canavieira                            | Bajo            |                 | 6  | 5,47210        | 2,126346           | 0,868077          |
| Brazo*Tramo      | Canavieira                            | Medio           |                 | 6  | 6,36290        | 0,993520           | 0,405603          |
| Brazo*Tramo      | Canavieira                            | Alto            |                 | 6  | 6,00106        | 1,128432           | 0,460680          |
| Brazo*Tramo      | Cumbe                                 | Bajo            |                 | 6  | 7,47576        | 2,756314           | 1,125260          |
| Brazo*Tramo      | Cumbe                                 | Medio           |                 | 6  | 9,07406        | 0,282467           | 0,115317          |
| Brazo*Tramo      | Cumbe                                 | Alto            |                 | 6  | 11,92359       | 1,904761           | 0,777615          |
| Brazo*Tramo      | Arrombado                             | Bajo            |                 | 6  | 2,54653        | 1,115077           | 0,455228          |
| Brazo*Tramo      | Arrombado                             | Medio           |                 | 6  | 5,36881        | 2,225897           | 0,908719          |
| Brazo*Tramo      | Arrombado                             | Alto            |                 | 6  | 5,64743        | 2,489800           | 1,016456          |
| Brazo*Lado       | Canavieira                            | Derecha         |                 | 9  | 5,24770        | 1,698859           | 0,566286          |
| Brazo*Lado       | Canavieira                            | Izquierda       |                 | 9  | 6,64301        | 0,747288           | 0,249096          |
| Brazo*Lado       | Cumbe                                 | Derecha         |                 | 9  | 9,40611        | 3,216932           | 1,072311          |
| Brazo*Lado       | Cumbe                                 | Izquierda       |                 | 9  | 9,57617        | 2,077308           | 0,692436          |
| Brazo*Lado       | Arrombado                             | Derecha         |                 | 9  | 5,18857        | 1,652941           | 0,550980          |
| Brazo*Lado       | Arrombado                             | Izquierda       |                 | 9  | 3,85328        | 2,903043           | 0,967681          |
| Tramo*Lado       | Bajo                                  | Derecha         |                 | 9  | 4,38455        | 1,343000           | 0,447667          |
| Tramo*Lado       | Bajo                                  | Izquierda       |                 | 9  | 5,94504        | 3,794150           | 1,264717          |
| Tramo*Lado       | Medio                                 | Derecha         |                 | 9  | 6,72333        | 2,034002           | 0,678001          |
| Tramo*Lado       | Medio                                 | Izquierda       |                 | 9  | 7,14720        | 2,245455           | 0,748485          |
| Tramo*Lado       | Alto                                  | Derecha         |                 | 9  | 8,73451        | 3,538174           | 1,179391          |
| Tramo*Lado       | Alto                                  | Izquierda       |                 | 9  | 6,98021        | 3,366897           | 1,122299          |
| Brazo*Tramo*Lado | Canavieira                            | Bajo            | Derecha         | 3  | 3,71906        | 1,168835           | 0,674827          |
| Brazo*Tramo*Lado | Canavieira                            | Bajo            | Izquierda       | 3  | 7,22514        | 0,847192           | 0,489127          |
| Brazo*Tramo*Lado | Canavieira                            | Medio           | Derecha         | 3  | 6,15013        | 1,355125           | 0,782382          |
| Brazo*Tramo*Lado | Canavieira                            | Medio           | Izquierda       | 3  | 6,57568        | 0,703934           | 0,406416          |
| Brazo*Tramo*Lado | Canavieira                            | Alto            | Derecha         | 3  | 5,87392        | 1,739840           | 1,004497          |
| Brazo*Tramo*Lado | Canavieira                            | Alto            | Izquierda       | 3  | 6,12821        | 0,328410           | 0,189608          |
| Brazo*Tramo*Lado | Cumbe                                 | Bajo            | Derecha         | 3  | 5,91029        | 0,614937           | 0,355034          |
| Brazo*Tramo*Lado | Cumbe                                 | Bajo            | Izquierda       | 3  | 9,04123        | 3,356029           | 1,937604          |
| Brazo*Tramo*Lado | Cumbe                                 | Medio           | Derecha         | 3  | 9,08948        | 0,334817           | 0,193307          |
| Brazo*Tramo*Lado | Cumbe                                 | Medio           | Izquierda       | 3  | 9,05864        | 0,294369           | 0,169954          |
| Brazo*Tramo*Lado | Cumbe                                 | Alto            | Derecha         | 3  | 13,21856       | 0,787829           | 0,454853          |
| Brazo*Tramo*Lado | Cumbe                                 | Alto            | Izquierda       | 3  | 10,62863       | 1,848995           | 1,067517          |
| Brazo*Tramo*Lado | Arrombado                             | Bajo            | Derecha         | 3  | 3,52430        | 0,451733           | 0,260808          |
| Brazo*Tramo*Lado | Arrombado                             | Bajo            | Izquierda       | 3  | 1,56876        | 0,190625           | 0,110058          |
| Brazo*Tramo*Lado | Arrombado                             | Medio           | Derecha         | 3  | 4,93037        | 0,941963           | 0,543842          |
| Brazo*Tramo*Lado | Arrombado                             | Medio           | Izquierda       | 3  | 5,80726        | 3,304928           | 1,908101          |
| Brazo*Tramo*Lado | Arrombado                             | Alto            | Derecha         | 3  | 7,11104        | 0,197318           | 0,113922          |
| Brazo*Tramo*Lado | Arrombado                             | Alto            | Izquierda       | 3  | 4,18381        | 3,005377           | 1,735155          |

| Cell No. | Scheffe test; variable % mat org (Spreadsheet2)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 2,4751, df = 36,000 |       |           |               |               |               |               |               |               |  |
|----------|--|-------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
|          | Brazo  | Tramo | Lado      | {1}<br>3,7191 | {2}<br>7,2251 | {3}<br>6,1501 | {4}<br>6,5757 | {5}<br>5,8739 | {6}<br>6,1282 |  |
| 1        | Canavieira   | Bajo  | Derecha   |               | 0,964184      | 0,999395      | 0,995718      | 0,999877      | 0,999462      |  |
| 2        | Canavieira   | Bajo  | Izquierda | 0,964184      |               | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |  |
| 3        | Canavieira   | Medio | Derecha   | 0,999395      | 1,000000      |               | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |  |
| 4        | Canavieira   | Medio | Izquierda | 0,995718      | 1,000000      | 1,000000      |               | 1,000000      | 1,000000      |  |
| 5        | Canavieira   | Alto  | Derecha   | 0,999877      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |               | 1,000000      |  |
| 6        | Canavieira   | Alto  | Izquierda | 0,999462      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |               |  |
| 7        | Cumbe  | Bajo  | Derecha   | 0,999846      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |  |
| 8        | Cumbe  | Bajo  | Izquierda | 0,470818      | 0,999989      | 0,995092      | 0,999276      | 0,986784      | 0,994656      |  |
| 9        | Cumbe  | Medio | Derecha   | 0,453730      | 0,999984      | 0,994089      | 0,999076      | 0,984558      | 0,993580      |  |
| 10       | Cumbe  | Medio | Izquierda | 0,464629      | 0,999987      | 0,994748      | 0,999209      | 0,986013      | 0,994286      |  |
| 11       | Cumbe  | Alto  | Derecha   | 0,001568      | 0,259002      | 0,071755      | 0,124393      | 0,048963      | 0,069659      |  |
| 12       | Cumbe  | Alto  | Izquierda | 0,088628      | 0,972906      | 0,767565      | 0,880598      | 0,675913      | 0,760723      |  |
| 13       | Arrombado  | Bajo  | Derecha   | 1,000000      | 0,942088      | 0,998416      | 0,991092      | 0,999611      | 0,998571      |  |
| 14       | Arrombado  | Bajo  | Izquierda | 0,999881      | 0,357437      | 0,734746      | 0,585302      | 0,818403      | 0,741888      |  |
| 15       | Arrombado  | Medio | Derecha   | 1,000000      | 0,999714      | 1,000000      | 0,999997      | 1,000000      | 1,000000      |  |
| 16       | Arrombado  | Medio | Izquierda | 0,999920      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |  |
| 17       | Arrombado  | Alto  | Derecha   | 0,973772      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |  |
| 18       | Arrombado  | Alto  | Izquierda | 1,000000      | 0,991404      | 0,999966      | 0,999509      | 0,999996      | 0,999971      |  |

| Cell No. | Scheffe test; variable % mat org (Spreadsheet2)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 2,4751, df = 36,000 |               |               |                |                |                |                |                |
|----------|--|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|          | {7}<br>5,9103  | {8}<br>9,0412 | {9}<br>9,0895 | {10}<br>9,0586 | {11}<br>13,219 | {12}<br>10,629 | {13}<br>3,5243 | {14}<br>1,5688 |
| 1        | 0,999846   | 0,470818      | 0,453730      | 0,464629       | 0,001568       | 0,088628       | 1,000000       | 0,999881       |
| 2        | 1,000000   | 0,999989      | 0,999984      | 0,999987       | 0,259002       | 0,972906       | 0,942088       | 0,357437       |
| 3        | 1,000000   | 0,995092      | 0,994089      | 0,994748       | 0,071755       | 0,767565       | 0,998416       | 0,734746       |
| 4        | 1,000000   | 0,999276      | 0,999076      | 0,999209       | 0,124393       | 0,880598       | 0,991092       | 0,585302       |
| 5        | 1,000000   | 0,986784      | 0,984558      | 0,986013       | 0,048963       | 0,675913       | 0,999611       | 0,818403       |
| 6        | 1,000000   | 0,994656      | 0,993580      | 0,994286       | 0,069659       | 0,760723       | 0,998571       | 0,741888       |
| 7        |  | 0,988286      | 0,986262      | 0,987585       | 0,051544       | 0,688568       | 0,999525       | 0,808244       |
| 8        | 0,988286   |               | 1,000000      | 1,000000       | 0,851778       | 0,999998       | 0,403184       | 0,040781       |
| 9        | 0,986262   | 1,000000      |               | 1,000000       | 0,863395       | 0,999999       | 0,387067       | 0,038026       |
| 10       | 0,987585   | 1,000000      | 1,000000      |                | 0,856034       | 0,999999       | 0,397333       | 0,039767       |
| 11       | 0,051544   | 0,851778      | 0,863395      | 0,856034       |                | 0,998662       | 0,001119       | 0,000035       |
| 12       | 0,688568   | 0,999998      | 0,999999      | 0,999999       | 0,998662       |                | 0,068350       | 0,003317       |
| 13       | 0,999525   | 0,403184      | 0,387067      | 0,397333       | 0,001119       | 0,068350       |                | 0,999968       |
| 14       | 0,808244   | 0,040781      | 0,038026      | 0,039767       | 0,000035       | 0,003317       | 0,999968       |                |
| 15       | 1,000000   | 0,867638      | 0,856230      | 0,863585       | 0,011776       | 0,344224       | 1,000000       | 0,975956       |
| 16       | 1,000000   | 0,983633      | 0,981001      | 0,982719       | 0,044530       | 0,652384       | 0,999733       | 0,836269       |
| 17       | 1,000000   | 0,999973      | 0,999962      | 0,999970       | 0,230049       | 0,963088       | 0,955965       | 0,394680       |
| 18       | 0,999995   | 0,639500      | 0,622124      | 0,633246       | 0,003461       | 0,157854       | 1,000000       | 0,998494       |

| Effect           | Univariate Tests of Significance for % mat org (Spre Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition) |                  |          |          |          |
|------------------|--|------------------|----------|----------|----------|
|                  | SS   | Degr. of Freedom | MS       | F        | p        |
| Intercept        | 2389,791   | 1                | 2389,791 | 965,5408 | 0,000000 |
| Brazo            | 235,828  | 2                | 117,914  | 47,6404  | 0,000000 |
| Tramo            | 67,408   | 2                | 33,704   | 13,6174  | 0,000039 |
| Lado             | 0,079  | 1                | 0,079    | 0,0321   | 0,858858 |
| Brazo*Tramo      | 31,232   | 4                | 7,808    | 3,1547   | 0,025392 |
| Brazo*Lado       | 16,835   | 2                | 8,418    | 3,4010   | 0,044372 |
| Tramo*Lado       | 25,536   | 2                | 12,768   | 5,1587   | 0,010717 |
| Brazo*Tramo*Lado | 20,867   | 4                | 5,217    | 2,1077   | 0,100030 |
| Error            | 89,103   | 36               | 2,475    |          |          |

| Effect | Descriptive Statistics (Spreadsheet2) |    |                |                    |                   |                   |                   |
|--------|---------------------------------------|----|----------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|        | Level of Factor                       | N  | % Mat Org Mean | % Mat Org Std.Dev. | % Mat Org Std.Err | % Mat Org -95,00% | % Mat Org +95,00% |
| Total  |                                       | 54 | 6,652472       | 3,030937           | 0,412458          | 5,825186          | 7,47976           |
| Brazo  | Canavieira                            | 18 | 5,945354       | 1,461616           | 0,344506          | 5,218510          | 6,67220           |
| Brazo  | Cumbe                                 | 18 | 9,491139       | 2,628364           | 0,619511          | 8,184085          | 10,79819          |
| Brazo  | Arrombado                             | 18 | 4,520924       | 2,392421           | 0,563899          | 3,331201          | 5,71065           |

| Cell No. | Scheffe test; variable % Mat Org (Spreads Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 4,9228, df = 51,000 |          |          |          |
|----------|---|----------|----------|----------|
|          | Brazo   | {1}      | {2}      | {3}      |
| 1        | Canavieira  | 5,9454   | 9,4911   | 4,5209   |
| 2        | Cumbe   | 0,000076 |          | 0,000000 |
| 3        | Arrombado   | 0,166893 | 0,000000 |          |

| Effect    | Univariate Tests of Significance for % Mat Org (Spre Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition) |                  |          |          |          |
|-----------|--|------------------|----------|----------|----------|
|           | SS   | Degr. of Freedom | MS       | F        | p        |
| Intercept | 2389,791   | 1                | 2389,791 | 485,4570 | 0,000000 |
| Brazo     | 235,828  | 2                | 117,914  | 23,9528  | 0,000000 |
| Error     | 251,061  | 51               | 4,923    |          |          |

## Estadística neumatóforos y árboles. Estructura del manglar

| Effect               | Descriptive Statistics (Spreadsheet1) |                 |                 |     |          |             |
|----------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----|----------|-------------|
|                      | Level of Factor                       | Level of Factor | Level of Factor | N   | Nº Mean  | Nº Std.Dev. |
| Total                |                                       |                 |                 | 425 | 86,3859  | 108,7731    |
| Gamboa               | Canavieira                            |                 |                 | 199 | 127,8291 | 116,5989    |
| Gamboa               | Cumbe                                 |                 |                 | 64  | 108,2344 | 136,3369    |
| Gamboa               | Arrombado                             |                 |                 | 162 | 26,8457  | 35,8620     |
| Tramo                | Alto                                  |                 |                 | 175 | 86,6057  | 111,2323    |
| Tramo                | Bajo                                  |                 |                 | 86  | 79,3488  | 98,1381     |
| Tramo                | Medio                                 |                 |                 | 164 | 89,8415  | 111,8416    |
| Especie              | Canoé                                 |                 |                 | 199 | 88,0603  | 94,2657     |
| Especie              | Canoé i Manso                         |                 |                 | 60  | 136,0000 | 121,5804    |
| Especie              | Manso                                 |                 |                 | 129 | 85,5039  | 123,7617    |
| Especie              | Sapateiro                             |                 |                 | 37  | 0,0000   | 0,0000      |
| Gamboa*Tramo         | Canavieira                            | Alto            |                 | 72  | 112,8889 | 96,7154     |
| Gamboa*Tramo         | Canavieira                            | Bajo            |                 | 57  | 89,0000  | 115,7611    |
| Gamboa*Tramo         | Canavieira                            | Medio           |                 | 70  | 174,8143 | 121,6294    |
| Gamboa*Tramo         | Cumbe                                 | Alto            |                 | 31  | 190,7097 | 152,6980    |
| Gamboa*Tramo         | Cumbe                                 | Medio           |                 | 33  | 30,7576  | 44,2196     |
| Gamboa*Tramo         | Arrombado                             | Alto            |                 | 72  | 15,5000  | 23,5785     |
| Gamboa*Tramo         | Arrombado                             | Bajo            |                 | 29  | 60,3793  | 43,2851     |
| Gamboa*Tramo         | Arrombado                             | Medio           |                 | 61  | 24,2951  | 34,8451     |
| Gamboa*Especie       | Canavieira                            | Canoé           |                 | 95  | 136,7474 | 109,3833    |
| Gamboa*Especie       | Canavieira                            | Canoé i Manso   |                 | 55  | 145,1091 | 122,9686    |
| Gamboa*Especie       | Canavieira                            | Manso           |                 | 49  | 91,1429  | 117,3236    |
| Gamboa*Especie       | Cumbe                                 | Canoé           |                 | 21  | 58,9524  | 52,4161     |
| Gamboa*Especie       | Cumbe                                 | Canoé i Manso   |                 | 1   | 38,0000  |             |
| Gamboa*Especie       | Cumbe                                 | Manso           |                 | 39  | 144,8974 | 159,9815    |
| Gamboa*Especie       | Cumbe                                 | Sapateiro       |                 | 3   | 0,0000   | 0,0000      |
| Gamboa*Especie       | Arrombado                             | Canoé           |                 | 83  | 39,6988  | 41,7156     |
| Gamboa*Especie       | Arrombado                             | Canoé i Manso   |                 | 4   | 35,2500  | 16,3987     |
| Gamboa*Especie       | Arrombado                             | Manso           |                 | 41  | 22,2683  | 24,5968     |
| Gamboa*Especie       | Arrombado                             | Sapateiro       |                 | 34  | 0,0000   | 0,0000      |
| Tramo*Especie        | Alto                                  | Canoé           |                 | 80  | 91,2125  | 97,9848     |
| Tramo*Especie        | Alto                                  | Canoé i Manso   |                 | 21  | 77,0476  | 49,6382     |
| Tramo*Especie        | Alto                                  | Manso           |                 | 44  | 141,8409 | 151,1354    |
| Tramo*Especie        | Alto                                  | Sapateiro       |                 | 30  | 0,0000   | 0,0000      |
| Tramo*Especie        | Bajo                                  | Canoé           |                 | 27  | 69,6296  | 48,4634     |
| Tramo*Especie        | Bajo                                  | Canoé i Manso   |                 | 17  | 90,4118  | 106,9977    |
| Tramo*Especie        | Bajo                                  | Manso           |                 | 42  | 81,1190  | 117,8710    |
| Tramo*Especie        | Medio                                 | Canoé           |                 | 92  | 90,7283  | 101,0529    |
| Tramo*Especie        | Medio                                 | Canoé i Manso   |                 | 22  | 227,5000 | 128,5760    |
| Tramo*Especie        | Medio                                 | Manso           |                 | 43  | 32,1395  | 58,9231     |
| Tramo*Especie        | Medio                                 | Sapateiro       |                 | 7   | 0,0000   | 0,0000      |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Alto            | Canoé           | 49  | 123,2041 | 109,8453    |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Alto            | Canoé i Manso   | 16  | 89,9375  | 49,8671     |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Alto            | Manso           | 7   | 93,1429  | 72,2090     |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Bajo            | Canoé           | 8   | 56,2500  | 57,8687     |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Bajo            | Canoé i Manso   | 17  | 90,4118  | 106,9977    |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Bajo            | Manso           | 32  | 96,4375  | 131,1775    |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Medio           | Canoé           | 38  | 171,1579 | 106,0662    |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Medio           | Canoé i Manso   | 22  | 227,5000 | 128,5760    |
| Gamboa*Tramo*Especie | Canavieira                            | Medio           | Manso           | 10  | 72,8000  | 100,9420    |
| Gamboa*Tramo*Especie | Cumbe                                 | Alto            | Canoé           | 8   | 67,1250  | 54,4385     |

| Effect               | Univariate Tests of Significance for N° (Spreadsheet)<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition |                  |          |          |          |
|----------------------|--|------------------|----------|----------|----------|
|                      | SS   | Degr. of Freedom | MS       | F        | p        |
| Intercept            |  | 0                |          |          |          |
| Gamboa               |  | 0                |          |          |          |
| Tramo                |  | 0                |          |          |          |
| Especie              |  | 0                |          |          |          |
| Gamboa*Tramo         |  | 0                |          |          |          |
| Gamboa*Especie       | 714  | 1                | 713,85   | 0,09794  | 0,754480 |
| Tramo*Especie        | 92759  | 1                | 92758,72 | 12,72618 | 0,000404 |
| Gamboa*Tramo*Especie | 142127   | 3                | 47375,77 | 6,49980  | 0,000265 |
| Error                | 2922812  | 401              | 7288,81  |          |          |

| Cell No. | Scheffe test; variable Nº (Spreadsheet1)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 7288,8, df = 401,00 |       |               |               |               |               |             |               |               |
|----------|---|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
|          | Gamboa  | Tramo | Especie       | {1}<br>123,20 | {2}<br>89,938 | {3}<br>93,143 | {4}<br>---- | {5}<br>56,250 | {6}<br>90,412 |
| 1        | Canavieira  | Alto  | Canoé         |               | 1,000000      | 1,000000      |             | 0,999993      | 1,000000      |
| 2        | Canavieira  | Alto  | Canoé i Manso | 1,000000      |               | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 3        | Canavieira  | Alto  | Manso         | 1,000000      | 1,000000      |               |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 4        | Canavieira  | Alto  | Sapateiro     |               |               |               |             |               |               |
| 5        | Canavieira  | Bajo  | Canoé         | 0,999993      | 1,000000      | 1,000000      |             |               | 1,000000      |
| 6        | Canavieira  | Bajo  | Canoé i Manso | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      |               |
| 7        | Canavieira  | Bajo  | Manso         | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 8        | Canavieira  | Bajo  | Sapateiro     |               |               |               |             |               |               |
| 9        | Canavieira  | Medio | Canoé         | 0,999532      | 0,989084      | 0,999970      |             | 0,968849      | 0,986563      |
| 10       | Canavieira  | Medio | Canoé i Manso | 0,483525      | 0,405957      | 0,945725      |             | 0,430168      | 0,370414      |
| 11       | Canavieira  | Medio | Manso         | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 12       | Canavieira  | Medio | Sapateiro     |               |               |               |             |               |               |
| 13       | Cumbe   | Alto  | Canoé         | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 14       | Cumbe   | Alto  | Canoé i Manso | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 15       | Cumbe   | Alto  | Manso         | 0,167900      | 0,170167      | 0,839209      |             | 0,226673      | 0,145777      |
| 16       | Cumbe   | Alto  | Sapateiro     |               |               |               |             |               |               |
| 17       | Cumbe   | Bajo  | Canoé         |               |               |               |             |               |               |
| 18       | Cumbe   | Bajo  | Canoé i Manso |               |               |               |             |               |               |
| 19       | Cumbe   | Bajo  | Manso         |               |               |               |             |               |               |
| 20       | Cumbe   | Bajo  | Sapateiro     |               |               |               |             |               |               |
| 21       | Cumbe   | Medio | Canoé         | 0,999524      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 22       | Cumbe   | Medio | Canoé i Manso |               |               |               |             |               |               |
| 23       | Cumbe   | Medio | Manso         | 0,698933      | 0,999877      | 0,999998      |             | 1,000000      | 0,999820      |
| 24       | Cumbe   | Medio | Sapateiro     | 0,999855      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 25       | Arrombado   | Alto  | Canoé         | 0,749378      | 0,999989      | 1,000000      |             | 1,000000      | 0,999982      |
| 26       | Arrombado   | Alto  | Canoé i Manso | 0,999997      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 27       | Arrombado   | Alto  | Manso         | 0,762541      | 0,999894      | 0,999997      |             | 1,000000      | 0,999847      |
| 28       | Arrombado   | Alto  | Sapateiro     | 0,025804      | 0,974669      | 0,999530      |             | 1,000000      | 0,965581      |
| 29       | Arrombado   | Bajo  | Canoé         | 0,999991      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 30       | Arrombado   | Bajo  | Canoé i Manso |               |               |               |             |               |               |
| 31       | Arrombado   | Bajo  | Manso         | 0,993537      | 1,000000      | 1,000000      |             | 1,000000      | 1,000000      |
| 32       | Arrombado   | Bajo  | Sapateiro     |               |               |               |             |               |               |
| 33       | Arrombado   | Medio | Canoé         | 0,230617      | 0,999806      | 0,999999      |             | 1,000000      | 0,999680      |
| 34       | Arrombado   | Medio | Canoé i Manso |               |               |               |             |               |               |
| 35       | Arrombado   | Medio | Manso         | 0,795309      | 0,999954      | 0,999999      |             | 1,000000      | 0,999931      |
| 36       | Arrombado   | Medio | Sapateiro     | 0,998633      | 0,999999      | 1,000000      |             | 1,000000      | 0,999998      |

| Cell No. | Scheffe test; variable N° (Spreadsheet1)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 7288,8, df = 401,00 |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
|----------|---|-------------|---------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
|          | {7}<br>96,438   | {8}<br>---- | {9}<br>171,16 | {10}<br>227,50 | {11}<br>72,800 | {12}<br>---- | {13}<br>67,125 | {14}<br>38,000 | {15}<br>242,59 | {16}<br>---- |
| 1        | 1,000000  |             | 0,999532      | 0,483525       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,167900       |              |
| 2        | 1,000000  |             | 0,989084      | 0,405957       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,170167       |              |
| 3        | 1,000000  |             | 0,999970      | 0,945725       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,839209       |              |
| 4        |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 5        | 1,000000  |             | 0,968849      | 0,430168       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,226673       |              |
| 6        | 1,000000  |             | 0,986563      | 0,370414       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,145777       |              |
| 7        |   |             | 0,942031      | 0,139061       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,029238       |              |
| 8        |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 9        | 0,942031  |             |               | 0,999811       | 0,986553       |              | 0,991600       | 1,000000       | 0,991947       |              |
| 10       | 0,139061  |             | 0,999811      |                | 0,488454       |              | 0,598866       | 0,999980       | 1,000000       |              |
| 11       | 1,000000  |             | 0,986553      | 0,488454       |                |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,256325       |              |
| 12       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 13       | 1,000000  |             | 0,991600      | 0,598866       | 1,000000       |              |                | 1,000000       | 0,367584       |              |
| 14       | 1,000000  |             | 1,000000      | 0,999980       | 1,000000       |              | 1,000000       |                | 0,999921       |              |
| 15       | 0,029238  |             | 0,991947      | 1,000000       | 0,256325       |              | 0,367584       | 0,999921       |                |              |
| 16       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 17       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 18       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 19       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 20       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 21       | 1,000000  |             | 0,739654      | 0,076492       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,019710       |              |
| 22       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 23       | 0,994453  |             | 0,033793      | 0,000189       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,000015       |              |
| 24       | 0,999999  |             | 0,979810      | 0,712967       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,562343       |              |
| 25       | 0,998552  |             | 0,028127      | 0,000112       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,000007       |              |
| 26       | 1,000000  |             | 0,994825      | 0,797217       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,642676       |              |
| 27       | 0,995897  |             | 0,057337      | 0,000462       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,000045       |              |
| 28       | 0,654794  |             | 0,000010      | 0,000000       | 0,999926       |              | 0,999997       | 1,000000       | 0,000000       |              |
| 29       | 1,000000  |             | 0,851936      | 0,100553       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,023458       |              |
| 30       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 31       | 0,999991  |             | 0,580948      | 0,047676       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,012544       |              |
| 32       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 33       | 0,974415  |             | 0,000326      | 0,000000       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,000000       |              |
| 34       |   |             |               |                |                |              |                |                |                |              |
| 35       | 0,997609  |             | 0,062964      | 0,000497       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,000047       |              |
| 36       | 0,999986  |             | 0,906433      | 0,406811       | 1,000000       |              | 1,000000       | 1,000000       | 0,250826       |              |

| Effect            | Descriptive Statistics (Spreadsheet1) |                 |                 |    |             |                 |                |                |
|-------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|----|-------------|-----------------|----------------|----------------|
|                   | Level of Factor                       | Level of Factor | Level of Factor | N  | altura Mean | altura Std.Dev. | altura Std.Err | altura -95,00% |
| Total             |                                       |                 |                 | 60 | 6,97233     | 2,597574        | 0,335345       | 6,301309       |
| gamboa            | Arrombado                             |                 |                 | 24 | 5,75917     | 2,138972        | 0,436616       | 4,855958       |
| gamboa            | Cumbe                                 |                 |                 | 12 | 6,88083     | 1,645741        | 0,475084       | 5,835179       |
| gamboa            | Canavieira                            |                 |                 | 24 | 8,23125     | 2,871248        | 0,586091       | 7,018828       |
| tramo             | Alto                                  |                 |                 | 20 | 8,86250     | 2,267119        | 0,506943       | 7,801455       |
| tramo             | Bajo                                  |                 |                 | 20 | 5,75450     | 2,128564        | 0,475961       | 4,758301       |
| tramo             | Medio                                 |                 |                 | 20 | 6,30000     | 2,341803        | 0,523643       | 5,204002       |
| lado              | Derecho                               |                 |                 | 36 | 7,16472     | 2,672720        | 0,445453       | 6,260404       |
| lado              | Izquierdo                             |                 |                 | 24 | 6,68375     | 2,508635        | 0,512073       | 5,624446       |
| gamboa*tramo      | Arrombado                             | Alto            |                 | 8  | 8,07500     | 1,591872        | 0,562812       | 6,744162       |
| gamboa*tramo      | Arrombado                             | Bajo            |                 | 8  | 4,41500     | 0,693830        | 0,245306       | 3,834944       |
| gamboa*tramo      | Arrombado                             | Medio           |                 | 8  | 4,78750     | 1,656561        | 0,585683       | 3,402581       |
| gamboa*tramo      | Cumbe                                 | Alto            |                 | 4  | 6,89500     | 1,357068        | 0,678534       | 4,735602       |
| gamboa*tramo      | Cumbe                                 | Bajo            |                 | 4  | 6,98000     | 1,576198        | 0,788099       | 4,471917       |
| gamboa*tramo      | Cumbe                                 | Medio           |                 | 4  | 6,76750     | 2,361036        | 1,180518       | 3,010565       |
| gamboa*tramo      | Canavieira                            | Alto            |                 | 8  | 10,63375    | 2,030109        | 0,717752       | 8,936537       |
| gamboa*tramo      | Canavieira                            | Bajo            |                 | 8  | 6,48125     | 2,690594        | 0,951269       | 4,231857       |
| gamboa*tramo      | Canavieira                            | Medio           |                 | 8  | 7,57875     | 2,268004        | 0,801860       | 5,682651       |
| gamboa*lado       | Arrombado                             | Derecho         |                 | 12 | 5,35167     | 2,296119        | 0,662832       | 3,892783       |
| gamboa*lado       | Arrombado                             | Izquierdo       |                 | 12 | 6,16667     | 1,982892        | 0,572412       | 4,906797       |
| gamboa*lado       | Cumbe                                 | Derecho         |                 | 12 | 6,88083     | 1,645741        | 0,475084       | 5,835179       |
| gamboa*lado       | Canavieira                            | Derecho         |                 | 12 | 9,26167     | 2,505521        | 0,723281       | 7,669735       |
| gamboa*lado       | Canavieira                            | Izquierdo       |                 | 12 | 7,20083     | 2,939964        | 0,848695       | 5,332869       |
| tramo*lado        | Alto                                  | Derecho         |                 | 12 | 8,71667     | 2,686506        | 0,775528       | 7,009742       |
| tramo*lado        | Alto                                  | Izquierdo       |                 | 8  | 9,08125     | 1,586924        | 0,561062       | 7,754549       |
| tramo*lado        | Bajo                                  | Derecho         |                 | 12 | 6,76417     | 2,212360        | 0,638653       | 5,358500       |
| tramo*lado        | Bajo                                  | Izquierdo       |                 | 8  | 4,24000     | 0,487296        | 0,172285       | 3,832611       |
| tramo*lado        | Medio                                 | Derecho         |                 | 12 | 6,01333     | 2,523592        | 0,728498       | 4,409920       |
| tramo*lado        | Medio                                 | Izquierdo       |                 | 8  | 6,73000     | 2,127299        | 0,752114       | 4,951534       |
| gamboa*tramo*lado | Arrombado                             | Alto            | Derecho         | 4  | 7,83250     | 2,154876        | 1,077438       | 4,403611       |
| gamboa*tramo*lado | Arrombado                             | Alto            | Izquierdo       | 4  | 8,31750     | 1,054747        | 0,527374       | 6,639162       |
| gamboa*tramo*lado | Arrombado                             | Bajo            | Derecho         | 4  | 4,72500     | 0,836839        | 0,418420       | 3,393402       |
| gamboa*tramo*lado | Arrombado                             | Bajo            | Izquierdo       | 4  | 4,10500     | 0,408289        | 0,204145       | 3,455321       |
| gamboa*tramo*lado | Arrombado                             | Medio           | Derecho         | 4  | 3,49750     | 0,820909        | 0,410455       | 2,191251       |
| gamboa*tramo*lado | Arrombado                             | Medio           | Izquierdo       | 4  | 6,07750     | 1,136497        | 0,568248       | 4,269080       |
| gamboa*tramo*lado | Cumbe                                 | Alto            | Derecho         | 4  | 6,89500     | 1,357068        | 0,678534       | 4,735602       |
| gamboa*tramo*lado | Cumbe                                 | Bajo            | Derecho         | 4  | 6,98000     | 1,576198        | 0,788099       | 4,471917       |
| gamboa*tramo*lado | Cumbe                                 | Medio           | Derecho         | 4  | 6,76750     | 2,361036        | 1,180518       | 3,010565       |
| gamboa*tramo*lado | Canavieira                            | Alto            | Derecho         | 4  | 11,42250    | 2,179302        | 1,089651       | 7,954744       |
| gamboa*tramo*lado | Canavieira                            | Alto            | Izquierdo       | 4  | 9,84500     | 1,791117        | 0,895558       | 6,994933       |
| gamboa*tramo*lado | Canavieira                            | Bajo            | Derecho         | 4  | 8,58750     | 2,173206        | 1,086603       | 5,129444       |
| gamboa*tramo*lado | Canavieira                            | Bajo            | Izquierdo       | 4  | 4,37500     | 0,582037        | 0,291018       | 3,448850       |
| gamboa*tramo*lado | Canavieira                            | Medio           | Derecho         | 4  | 7,77500     | 1,940953        | 0,970477       | 4,686510       |
| gamboa*tramo*lado | Canavieira                            | Medio           | Izquierdo       | 4  | 7,38250     | 2,851717        | 1,425859       | 2,844781       |

| Cell No. | Scheffe test; variable altura (Spreadsheet1)<br>Probabilities for Post Hoc Tests<br>Error: Between MS = 2,8938, df = 45,000 |       |           |               |               |               |               |               |               |  |
|----------|---|-------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|
|          | gamboa  | tramo | lado      | {1}<br>7,8325 | {2}<br>8,3175 | {3}<br>4,7250 | {4}<br>4,1050 | {5}<br>3,4975 | {6}<br>6,0775 |  |
| 1        | Arrombado   | Alto  | Derecho   |               | 1,000000      | 0,933883      | 0,775563      | 0,537580      | 0,999779      |  |
| 2        | Arrombado   | Alto  | Izquierdo | 1,000000      |               | 0,819505      | 0,588273      | 0,346970      | 0,996690      |  |
| 3        | Arrombado   | Bajo  | Derecho   | 0,933883      | 0,819505      |               | 1,000000      | 0,999997      | 0,999991      |  |
| 4        | Arrombado   | Bajo  | Izquierdo | 0,775563      | 0,588273      | 1,000000      |               | 1,000000      | 0,999160      |  |
| 5        | Arrombado   | Medio | Derecho   | 0,537580      | 0,346970      | 0,999997      | 1,000000      |               | 0,986576      |  |
| 6        | Arrombado   | Medio | Izquierdo | 0,999779      | 0,996690      | 0,999991      | 0,999160      | 0,986576      |               |  |
| 7        | Cumbe   | Alto  | Derecho   | 1,000000      | 0,999983      | 0,997629      | 0,972732      | 0,873981      | 1,000000      |  |
| 8        | Cumbe   | Alto  | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 9        | Cumbe   | Bajo  | Derecho   | 1,000000      | 0,999992      | 0,996453      | 0,964720      | 0,851611      | 1,000000      |  |
| 10       | Cumbe   | Bajo  | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 11       | Cumbe   | Medio | Derecho   | 1,000000      | 0,999950      | 0,998766      | 0,982037      | 0,903431      | 1,000000      |  |
| 12       | Cumbe   | Medio | Izquierdo |               |               |               |               |               |               |  |
| 13       | Canavieira  | Alto  | Derecho   | 0,820273      | 0,934291      | 0,022284      | 0,006865      | 0,001990      | 0,187897      |  |
| 14       | Canavieira  | Alto  | Izquierdo | 0,998951      | 0,999958      | 0,248556      | 0,108625      | 0,041271      | 0,761667      |  |
| 15       | Canavieira  | Bajo  | Derecho   | 1,000000      | 1,000000      | 0,727244      | 0,477014      | 0,257519      | 0,989660      |  |
| 16       | Canavieira  | Bajo  | Izquierdo | 0,858415      | 0,696895      | 1,000000      | 1,000000      | 1,000000      | 0,999846      |  |
| 17       | Canavieira  | Medio | Derecho   | 1,000000      | 1,000000      | 0,942834      | 0,794858      | 0,561387      | 0,999851      |  |
| 18       | Canavieira  | Medio | Izquierdo | 1,000000      | 1,000000      | 0,982343      | 0,901835      | 0,718824      | 0,999994      |  |

| Effect            | Univariate Tests of Significance for altura (Spreadsheet1)<br>Sigma-restricted parameterization<br>Effective hypothesis decomposition |                  |          |          |          |
|-------------------|---|------------------|----------|----------|----------|
|                   | SS  | Degr. of Freedom | MS       | F        | p        |
| Intercept         |   | 0                |          |          |          |
| gamboa            | 73,3344   | 1                | 73,33435 | 25,34150 | 0,000008 |
| tramo             |   | 0                |          |          |          |
| lado              |   | 0                |          |          |          |
| gamboa*tramo      | 1,0963  | 2                | 0,54816  | 0,18942  | 0,828093 |
| gamboa*lado       | 24,8113   | 1                | 24,81125 | 8,57380  | 0,005334 |
| tramo*lado        |   | 0                |          |          |          |
| gamboa*tramo*lado | 1,1845  | 2                | 0,59223  | 0,20465  | 0,815684 |
| Error             | 130,2230  | 45               | 2,89384  |          |          |