

científica de incalculable valor y es la formación de estromatolitos recientes que deben preservarse para su mejor estudio. La fauna marina asociada (dos especies de peces y siete de moluscos) no parece estar conectada directamente con los ecosistemas marino aledaños, sin embargo, los daños humanos que se puedan infringir sobre esta laguna pudieran afectar las playas arenosas y los ecosistemas costero – marino que la colindan como las formaciones de manglares.

### **Laguna Las Coloradas**

El origen de esta laguna está asociado con el surgimiento de la flecha de arena y la barra que dieron lugar a la formación de las playas Las Coloradas y Larga, respectivamente, En la medida que dichas playas se fueron consolidando una masa de agua fue quedando atrapada entre la duna y el bosque que se localiza hoy en la parte sur de la laguna, hasta conformar la morfología actual que posee el acuatorio.

Laguna Las Coloradas, se encuentra conectada a las aguas marinas de la Ensenada de Bautista a través de un estrecho canal que serpentea entre formaciones de mangle rojo y prieto (Figura 112). El funcionamiento ecológico de este sistema depende en gran medida del intercambio de agua con el mar y muchas de las especies animales que la habitan pasan una parte de su ciclo de vida en este tipo de hábitat. Sin embargo, durante mucho tiempo el intercambio con la Ensenada de Bautista se ha limitado considerablemente por lo que posiblemente los la conectividad entre ambos cuerpos de agua se haya restringido de forma importante.



Figura 112. Representación de la conexión entre laguna Las Coloradas y la Ensenada de Bautista.

### **Laguna Larga**

Laguna Larga está conectada con el mar a través de un estrecho canal de mareas que la comunica con el mar adyacente (Figura 113). Este canal de mareas no garantiza la eficiente renovación de las aguas de la laguna, por lo que los tiempos de residencia llegan a ser elevados. La conectividad entre la laguna y el mar adyacente fue evaluada por González – De Zayas et al. (2013) quienes determinaron que los niveles de  $N^{15}$  en dos especies de productores primarios en la zona costera aledaña no tenían influencia de los vertimientos de aguas residuales dentro de laguna Larga.

La restricción del intercambio con el mar de esta laguna es uno de los factores que condicionan los niveles de eutofización que ha tenido en la última década.



Figura 113. Representación y vista parcial del canal de comunicación entre laguna Larga y el mar adyacente.

### **Laguna Del Puerto**

En el caso específico de Laguna del Puerto es importante señalar que su formación estuvo relacionada con el surgimiento de Playa Flamenco, playa que fue originándose en forma de barra en una dirección norte-sur aproximadamente cubriendo los espacios entre Punta del Puerto y Punta Tiburón, donde poco a poco fue quedando encerrada, en el sector este de la playa, determinada extensión de agua donde aumentaron las condiciones acumulativas, hasta el total cierre de la comunicación directa entre las aguas de la lagunas con las de la playa, limitando solamente el intercambio a la infiltración que ocurre por debajo de la duna (hasta 2014).

El basamento de la laguna está formado por las calcarenitas de la formación Jaimanitas que en su parte superior se encuentran mucho más endurecidas, sobre la que yacen sedimentos palustres holocénicos muy finos de color negro a gris oscuro con olor fétido. Estos sedimentos van aumentando su potencia a medida que se avanza hacia la parte central de la laguna donde además se encuentran más sueltos, ya que en el momento de los muestreos las demás zonas de la laguna se

encontraban prácticamente expuestas a la superficie, con la presencia de huellas de desecación.

En el borde oeste de la laguna afloran nuevamente las rocas jaimaníticas con un predominio cársico marcado. En el borde este de la laguna se localiza una pequeña franja de sedimentos arenosos de granulometría de media a fina de color blanco a crema con altos contenidos de restos de algas calcáreas, aunque también aparecen en menor medida restos de corales, gastrópodos y bivalvos fundamentalmente. Estas arenas constituyen la duna del sector norte de Playa Flamenco, a través de la cual ocurre el intercambio de agua entre la laguna y la playa, lo que ocurre en dependencia de los cambios de marea.

Laguna Del Puerto fue una laguna completamente cerrada hasta el año 2014 cuando se reabrió su antiguo canal de comunicación con el mar. El aislamiento de esta laguna fue por causa natural, lo que trajo un alto grado de deterioro en sus condiciones ambientales. A partir de la reapertura de su canal de intercambio, las condiciones de las aguas de esta laguna tuvieron un mejoramiento ostensible, garantizando la presencia de especies vegetales y animales que ya no existían en sus márgenes.

### **Laguna Tiburón**

El origen de esta laguna está dado por una rápida acumulación de sedimentos en una zona con pendiente submarina muy suave, que impedía el traslado de los sedimentos hacia la costa, siendo depositados antes de llegar a la misma, formándose así una barra emergida. Entre esta barra y la antigua línea de costa quedó atrapada el agua dando origen a Laguna Tiburón.

A pesar de que el extremo occidental de la misma ha sido modificado por la creación de una plataforma el relleno con material arcilloso para la construcción de dos hoteles, se puede asegurar que esta laguna posee un régimen hidrológico adecuado, lo que se debe a la presencia de un canalizo, localizado en el extremo norte de la laguna, que permite el intercambio limitado de agua entre la laguna y la playa (Figura 114). En 2015, este canal de marea se cerró durante la época de escasas lluvias lo que provocó afectaciones severas a la biodiversidad marinas principalmente por el incremento de los niveles de salinidad

Los sedimentos de Laguna Tiburón son de origen biogénico, con abundancia de restos de testas de bivalvos y gasterópodos, texturalmente clasifican, según la

escala de Wentworth, como sedimentos limo arenosos. En las cercanías a los límites de la laguna donde existe manglar, los sedimentos presentan altos contenidos de materia orgánica.



Figura 114. Representación y vista parcial del canal de comunicación entre laguna Larga y el mar adyacente.

### Principales impactos recibidos por las lagunas costeras del Archipiélago Sabana – Camagüey

Las lagunas costeras de cayo Coco han recibido impactos humanos y naturales desde hace décadas. Por los estudios realizados y por la experiencia científica de algunos de los investigadores participantes en este proyecto, la magnitud de los impactos ha sido en mayor por ciento debido a la intervención humana en concordancia con el pujante desarrollo turística de la zona.

El relleno de lagunas costeras (todas las de cayo Coco han sido rellenadas) para la construcción de infraestructura hotelera ha sido una causa principal en los impactos al flujo hidrodinámico, a la muerte del manglar (rojo o prieto), la alteración de la composición del sedimento y alteración de los procesos biogeoquímicos (Figuras 115 - 117).



Figura 115. Relleno del espejo de agua de laguna Larga para la construcción de habitaciones del actual Hotel Iberostar Mojito (1998 – 1999).



Figura 116. Relleno del espejo de agua de laguna Las Coloradas para la construcción de habitaciones del Hotel Meliá Cayo Coco (finales de la década del 90).



Figura 117. Relleno del espejo de agua de laguna Tiburón para la construcción de habitaciones del actual Hotel Memories Caribe (2004).



El dragado también ha sido una de las causas del desarrollo turístico que ha impactado a las lagunas, ocasionando la alteración de los flujos hidrodinámicos, la afectación a las comunidades bénticas, la pérdida de especies marinas, la remoción de contaminantes y la eutrofización (Figuras 118 y 119).



Figura 118. Dragado de los pedraplenes construidos dentro del espejo de agua de laguna Larga (finales de la década del 90).



Figura 119. Dragado de los sedimentos de laguna Larga (finales de la década del 90).

La eutrofización es un proceso acuático que ha afectado a todas las lagunas costeras de cayo Coco, tanto en todo su volumen de agua como en determinados sectores, y que ha sido provocado además, por el vertimiento puntual y a veces regular de residuales líquidos (los vertidos más comunes) y sólidos (Figuras 120 - 123). Este impacto se acentúa en las lagunas Larga y Coloradas y a la vez, provoca otros impactos ecológicos graves como la pérdida de especies marinas, alteraciones en los ciclos bioquímicos y pérdidas del valor estético y funcional de estas lagunas.



Figura 120. Vertimiento de residuales líquidos debajo del lobby del Hotel Tryp Cayo Coco en laguna Larga (2002).



Figura 121. Vertimiento de residuales líquidos debajo del lobby del Hotel Tryp Cayo Coco en laguna Larga (2008).



Figura 122. Vertimiento de residuales líquidos debajo del lobby del Hotel Tryp Cayo Coco en laguna Larga (2015).



Figura 123. Vertimiento de residuales líquidos debajo de habitaciones del hotel Meliá Cayo Coco en laguna Las Coloradas (2015).

La construcción de viales sobre las lagunas costeras o sobre sus márgenes también ha impactado a la fauna terrestre y marina, a la circulación hidrodinámica, al escurrimiento superficial y por tanto al funcionamiento de las lagunas costeras (Figura 124).



Figura 124. Uno de los cuatro viales sobre laguna Tortuguilla (cayo Sabinal) que divide la laguna en secciones, en algunos casos hay tubos para el intercambio de agua (aunque insuficientes), aunque en dos de esos viales no hay prácticamente intercambio.

Causas naturales como el crecimiento excesivo de manglar, la elevación del nivel del mar, el incremento de la temperatura, el incremento de los períodos de sequía o de la frecuencia y magnitud de los huracanes, han provocado alteraciones en la circulación hidrodinámica, en el aporte de nutrientes, en procesos de hipxia y anoxia, los aportes de materia orgánica hacia las aguas y la remoción de contaminantes atrapados en los sedimentos.

En el caso de cayo Sabinal, las tres lagunas estudiadas (Los Caimanes, Tortuguilla y La Salina), han sido impactadas por la construcción de viales y de otras instalaciones como una salina. Los impactos más

evidentes son las alteraciones en la circulación hidrodinámica que a la vez provocan incremento de la salinidad y en los niveles de nutrientes, así como la disminución en los niveles de oxígeno disuelto. A pesar de que en estas lagunas el impacto humano ha sido menor que en las de cayo Coco, si presentaron alteraciones en su funcionamiento que han llevado a la pérdida de condiciones ambientales normales.

En general, el hecho de que todas las lagunas costeras estudiadas estén conectadas o vinculadas directamente con playas arenosas de buena calidad para el turismo se ha convertido en un hándicap en contra de la preservación de estas lagunas. En los próximos años, las lagunas costeras seguirán siendo unos de los ecosistemas más impactados del Archipiélago Sabana – Camaquëy.

## Servicios ecosistémicos de las lagunas costeras del Archipiélago Sabana – Camagüey

Primera etapa: Características generales de las lagunas.

✓ Importancia de las lagunas costeras

Son ecosistemas únicos que tienen vital importancia desde las dimensiones naturales y socio económicas. Cuentan con servicios de provisión, hábitat y de base necesarios para la producción de bienes y servicios ecosistémicos en todos los ecosistemas principalmente en zonas costeras (incluye los construidos y productivos). Son muy importantes como recursos genéticos y para mitigar impactos de los eventos naturales extremos entre otras, por lo que en la relación economía, ambiente y sociedad son ecosistemas claves para el desarrollo sostenible territorial a mediano y largo plazo.

Entre otras actividades del subsistema económico en estos ecosistemas se reportan la acuicultura, la pesca, el turismo y la recreación. Son ecosistemas frágiles porque cuentan con importantes valores naturales pero su capacidad de asimilación y recuperación (capacidad de adaptación y respuesta) no pueden desestimarse porque varía su calidad o su salud al sufrir las presiones ante intervención de carácter antrópico que pudiera resultar irreversible. Se precisa de un manejo adecuado donde las acciones o medidas de conservación deben estar consideradas en los planes de la economía (productores y territorios).

En el proyecto de investigación se estudian un total de siete lagunas costeras, de éstas cuatro se ubican en Cayo Coco y tres en Cayo Sabinal.

- ✓ Cayo Coco: Laguna Larga, Laguna Las Coloradas, Laguna Tiburón y Laguna del Puerto.
- ✓ Cayo Sabinal: Laguna Los caimanes, Laguna Tortuguilla maternillo y Laguna La salina

Para esta etapa se cuenta con los informes de expediciones realizadas por el equipo de investigadores y especialistas de los centros ejecutores del proyecto.



En las lagunas costeras objeto de estudio predominaron los tipos eurihalinos e hipersalinos, debido en lo fundamental por estar ubicadas en cayos con escasas precipitaciones y la ausencia de afluentes de agua dulce de importancia. Son áreas con clima seco y árido.

Los servicios ecosistémicos identificados se presentan en la Tabla 30

Tabla 30. Servicios eosistémicos identificados para las lagunas costeras en cayo Coco y cayo Sabinal.

| <b>Categoría</b> | <b>Tipo de servicio</b>  |
|------------------|--|
| Provisión        | Alimento (indirectamente porque forma parte del ciclo de vida)   |
| Regulación       | Prevención de la erosión   |
|                  | Control de inundaciones  |
|                  | Acumulación de sedimentos  |
|                  | Contribución en la recirculación de nutrientes   |
|                  | Regulación hidrológica   |
| Hábitat/soporte  | Mantenimiento de los ciclos de vida (especies migratorias, hábitat de crianza)   |
|                  | Hábitat de fauna y flora   |
|                  | Mantenimiento de la diversidad genética  |
|                  | Áreas de alimentación y anidamiento para las aves marinas y migratorias  |
| Cultural         | Recreación y turismo.  |
| De base          | Formación de suelos.   |
|                  | Reciclaje de nutrientes.   |
|                  | Producción primaria  |
| Educación        | Educación ambiental  |
| Científico       | Estromatolitos (formaciones bacterianas que dieron origen a la vida y causante de la extinción del sumidero de CO <sup>2</sup> identificado en la laguna “Los Caimanes” en cayo Sabinal. |

Estos ecosistemas frágiles cuentan con potencialidades y actividades económicas de interés para los territorios correspondientes, pero también

estas tienen consecuencias o impactos negativos en la salud de las lagunas costeras.

Según los daños evaluados en ambos cayos, el estado actual de estas lagunas, desde sus condiciones naturales, es evaluado por parte del equipo de trabajo responsable de la investigación como regular y malo. También se identifican las amenazas y el posible escenario futuro (Tabla 31).

Tabla 31. Situación actual, a mediano y largo plazo de las lagunas costeras en cayo Coco y cayo Sabinal.

| Lagunas costeras/Cayos | Uso de la laguna   | Estado Actual (B, R o M) | Daños actuales                                | Amenazas actuales y futuras (sin medidas)  | Escenario Futuro (sin medidas) |
|------------------------|--|--------------------------|---|--|--------------------------------|
| <b>Cayo Coco</b>       |  |                          |   |  |                                |
| Laguna Del Puerto      | No   | Regular                  | Contaminación (vertimiento) en la parte oeste | Posibilidad de incremento contaminación por vertimiento de un hotel Meliá Jardines del Rey | Mantener su estado             |
| Laguna Tiburón         | Turismo Cadena GAVIOTA (Hoteles: Memories Flamenco y Memories Caribe Beach Resort) | Regular                  | Contaminación (vertimiento) en la parte oeste | Salinización (cierre de la boca) y contaminación   | Acelera su desaparición        |
| Laguna Larga           | Turismo Cadena   | Malo                     | Contaminación por desechos.                   | Hay intervención   | Mejorar su estado              |

|                         |   |         |  |  |  |
|-------------------------|---|---------|--|--|--|
|                         | CUBATU<br>R<br>(Hoteles:<br>Colonial, T<br>rip Cayo<br>Coco e<br>Iberostar<br>Mojito)                 |         | Perdió parte de<br>sus valores<br>naturales  | para mejorar<br>la circulación   |  |
| Laguna Las<br>Coloradas | Turismo<br>Cadena<br>CUBATU<br>R<br>(Hoteles:<br>Meliá<br>Cayo<br>Coco y<br>Pullman<br>Cayo<br>Coco). | Malo    | Contaminación y<br>pérdidas de sus<br>condiciones<br>naturales<br>(procesos)             | Pérdida de<br>valores<br>naturales<br>(vegetación y<br>fauna)                            | Puede<br>mejorar con<br>acciones de<br>los hoteles<br>(restauració<br>n de la<br>infraestructu<br>ra hidráulica<br>de los<br>hoteles). |
| <b>Cayo Sabinal</b>     |   |         |  |  |  |
| Laguna Los<br>Caimanes  |   | Malo    | Afectaciones<br>antrópicas a<br>causa del vial   | Agravar el<br>daño. Esta<br>laguna tiene<br>valor científico                             | Acelera su<br>desaparición   |
| Laguna La<br>Salina     | Playa<br>(entre<br>faro y<br>playa<br>bonita)   | Malo    | Antrópico y<br>natural (baja<br>marea en la seca<br>no hay<br>intercambio con<br>el mar) | Antrópico y<br>natural (baja<br>marea en la<br>seca no hay<br>intercambio<br>con el mar) | No<br>aprovechami<br>ento de sus<br>beneficios<br>económicos<br>ambientales  |
| Laguna<br>Tortuguilla   | Playa<br>“Los<br>pinos”,<br>pesca<br>local a<br>cargo de  | Regular | En las zonas con<br>alta salinización<br>es grave  | Perder valores<br>naturales. Se<br>puede<br>recuperar                                    | No<br>aprovechami<br>ento de sus<br>beneficios<br>económicos<br>ambientales  |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  | trabajadores<br>ubicados<br>en el<br>cayo y<br>producción<br>de miel |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

Segunda etapa: Bienes y servicios ecosistémicos reales y potenciales por lagunas costeras y total en cayo Coco y cayo Sabinal.

Para la tasación de los bienes y servicios ecosistémicos se obtienen los indicadores en función de la ecuación declarada en el procedimiento metodológico los que se agrupan por las variables independientes establecidas:

- ✓ Valor de uso directo: se estiman los ingresos por concepto de apicultura y pesca por lagunas costeras.

### **Apicultura**

Se cuenta con la producción de 6 mil colmenas en la laguna Tortuguilla Maternillo de cayo Sabinal (Tabla 32). El precio unitario en el mercado internacional está entre los 15-17 mil pesos /ton (para 1ra y 3ra calidad). Se realiza la tasación por 16 mil pesos /ton.

Tabla 32. Ventas por concepto de miel. Laguna Costera Tortuguilla Maternillo. Cayo Sabinal. Cifra de ventas en Pesos.

| <b>Laguna</b>                                | <b>Producción anual estimada (ton)</b> | <b>Precio unitario (en miles de Pesos entre 1ra y 3ra calidad)</b> | <b>Ventas anuales (Pago al productor) (miles de pesos)</b> |
|--|--|--|--|
| <b>Tortuguilla Maternillo (Mil colmenas)</b> | 6                                      | 16.00  | 96.00  |
| <b>Total general</b>                         |  |  | <b>96.00</b>   |

### **Pesca**

Se identifica como un uso consuntivo a cargo de trabajadores existentes en cayo Sabinal para lo cual se estima desde el Beneficio Bruto (medio) obtenido en dólares/ha/año (2002). Se acepta la tasa oficial del Banco Central de Cuba para la conversión de pesos convertibles cubanos a dólares estadounidense (0.90 pesos convertibles cubanos y se asume la relación de un CUP por CUC. Se multiplica por las hectáreas de mangle (Tabla 33).

Tabla 33. Beneficio por concepto de pesca. Tortuguilla Maternillo. Cayo Sabinal.

| <b>Cayo Sabinal</b>       | <b>Ha manglar</b> | <b>Beneficio bruto (en Miles deDólares)</b> | <b>Estimado en CUC (en Miles de Pesos)</b> |
|---------------------------|-------------------|---|--|
| <b>Laguna Tortuguilla</b> | 938               | 17.89                                       | 16.11                                      |

El uso directo de las lagunas en cayo Coco está subvalorado porque su principal beneficio está asociado al turismo pero las informaciones solicitadas no se entregaron por parte de las cadenas hoteleras.

- ✓ **Valor de uso indirecto:** con el empleo de los métodos de transferencia de beneficios, costo evitado y costo de restauración se realizan las tasaciones para la captura de CO<sub>2</sub>, contribución en la recirculación de nutrientes, mantenimiento de la calidad del suelo y la protección del suelo así como Áreas de alimentación y

anidamiento para las aves marinas y migratorias.

### Captura de CO<sub>2</sub>

Se asume el beneficio económico de captura de CO<sub>2</sub> (103.5 ton/ha) para este tipo de bosque en el ecosistema Sabana - Camaquëy estimado por Gómez (2002) y se transfiere el valor porque las lagunas costeras estudiadas pertenecen a la misma área objeto de estudio (Tabla 34). Se acepta la tasa oficial del Banco Central de Cuba para la conversión de pesos convertibles cubanos a dólares estadounidense (0.90 pesos convertibles cubanos y se asume la relación de un CUP por CUC. Se multiplica por las hectáreas de mangle.

Tabla 34. Captura de CO<sub>2</sub> por lagunas costeras. Pesos.

| Cayos/Lagunas costeras         | Área de la Laguna (ha). | Área de Manglar | %    | Captura de CO <sub>2</sub> (en miles) |
|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------|---------------------------------------|
| <b>Lagunas de cayo Coco</b>    |                         |                 |      | (Ha*103.5 dólares*0.90)               |
| Laguna Alto del Puerto         | 32                      | 16              | 50.0 | 1.49                                  |
| Laguna Tiburón                 | 113                     | 35              | 31.0 | 3.26                                  |
| Laguna Larga                   | 39                      | 21              | 53.8 | 1.96                                  |
| Laguna Las Coloradas           | 17                      | 7               | 41.2 | 6.52                                  |
| <b>Sub total</b>               | 201                     | 79              | 39.3 | 7.36                                  |
| <b>Lagunas de cayo Sabinal</b> |                         |                 |      | 7.08                                  |
| Laguna Los Caimanes            | 108                     | 76              | 70.4 | 16.67                                 |
| Laguna La Salina               | 228                     | 179             | 78.5 | 87.28                                 |
| Laguna Tortuguilla             | 974                     | 937             | 96.2 | 111.04                                |
| <b>Sub total</b>               | 1310                    | 1192            | 91.0 | 7.08                                  |
| <b>Total</b>                   |                         |                 |      | <b>118.39</b>                         |

### **Contribución en la recirculación de nutrientes (Filtrado de aguas residuales)**

Se utiliza el costo anual de una planta de tratamiento de residuales (en [www.plantas-purificadoras-de-aguas.com.mx](http://www.plantas-purificadoras-de-aguas.com.mx)) y se asume como un costo evitado en las lagunas de cayo Sabinal (no contaminadas por las instalaciones turísticas) (Tabla 35).

Tabla 35. Contribución en la recirculación de nutrientes. Cayo Sabinal. Pesos.

| <b>Cayo Sabinal</b> | <b>Costo anual de una planta<br/>(en miles de pesos)</b> |
|---------------------|--|
| Laguna Los Caimanes | 50.00  |
| Laguna La Salina    | 50.00  |
| Laguna Tortuguilla  | 50.00  |
| <b>Sub total</b>    | <b>150.00</b>  |

### **Protección y mantenimiento de suelo**

Se realizan las tasaciones tomando como base el costo de mantenimiento de la calidad del suelo para una hectárea de suelo (al área total de la laguna se le resta el área del manglar) y se multiplica por el respectivo costo unitario del compost (17.00 pesos por hectárea).

La restauración de una Ha de suelo salinizado se estima entre 9000.00 y 27000.00 pesos. Para otorgarle una expresión monetaria al servicio de protección, se acepta el máximo por la ubicación geográfica de estos ecosistemas.

Los costos evitados por estos conceptos se expresan en la tabla 36:

Tabla 36. Servicio mantenimiento de la calidad del suelo y protección del suelo.

Pesos.

| <b>Mantenimiento de la calidad del suelo</b> |                 |                                     |   |
|--|-----------------|-------------------------------------|---|
| <b>Lagunas costeras/cayos</b>                | <b>Ha suelo</b> | <b>Costo/ha (en miles de pesos)</b> | <b>Beneficio Económico (en miles dePesos)</b> |
| <b>Cayo Coco</b>                             |                 |                                     |   |
| Laguna Alto del Puerto                       | 16              | 0.017                               | 0.27  |
| Laguna Tiburón                               | 78              | 0.017                               | 1.33  |
| Laguna Larga                                 | 18              | 0.017                               | 0.31  |
| Laguna Las Coloradas                         | 10              | 0.017                               | 0.17  |
| <b>Sub total</b>                             | <b>122</b>      |                                     | <b>2.07</b>                                   |
| <b>Cayo Sabinal</b>                          |                 |                                     |   |
| Laguna Los Caimanes                          | 32              | 0.017                               | 0.54  |
| Laguna La Salina                             | 49              | 0.017                               | 0.83  |
| Laguna Tortuguilla                           | 37              | 0.017                               | 0.63  |
| <b>Sub total</b>                             | <b>118</b>      |                                     | <b>2.01</b>                                   |
| <b>Total servicio eco sistémico</b>          | <b>240</b>      |                                     | <b>4.08</b>                                   |
| <b>Protección del suelo</b>                  |                 |                                     |   |
| <b>Cayo Coco</b>                             |                 |                                     | (en miles de Pesos)                           |
| Laguna Del Puerto                            | 16              | 27.0                                | 432.00  |
| Laguna Tiburón                               | 78              | 27.0                                | 210.60  |
| Laguna Larga                                 | 18              | 27.0                                | 486.000                                       |
| Laguna Las Coloradas                         | 10              | 27.0                                | 270.00  |
| <b>Sub total</b>                             | <b>122</b>      |                                     | <b>3294.00</b>                                |
| <b>Cayo Sabinal</b>                          |                 |                                     |   |
| Laguna Los Caimanes                          | 32              | 27.0                                | 864.00  |



|                                     |            |      |                |
|-------------------------------------|------------|------|----------------|
| Laguna La Salina                    | 49         | 27.0 | 1323.00        |
| Laguna Tortuguilla                  | 37         | 27.0 | 999.000        |
| <b>Sub total</b>                    | <b>118</b> |      | <b>3186.00</b> |
| <b>Total servicio eco sistémico</b> |            |      | <b>6484.00</b> |

### Áreas de alimentación y anidamiento para las aves marinas y migratorias

Se asume el costo oportunidad obtenido por Zequeira (2007) para aves acuáticas y flamencos en el Refugio de Fauna Río Máximo de Camagüey y se calcula el costo unitario por hectárea en este humedal (3385 pesos/Ha) y se transfiere a la laguna Del Puerto en cayo Coco y las lagunas de cayo Sabinal porque en el resto de las lagunas el uso principal es el turismo (Tabla 37).

Tabla 37. Áreas de alimentación y anidamiento para las aves marinas y migratorias.

Pesos.

| Lagunas/Cayos                       | Ha          | Costo unitario por Ha (en miles de pesos) |
|-------------------------------------|-------------|---|
| Cayo coco                           |             |   |
| Laguna Del Puerto                   | 32          | 108.32                                    |
| <b>Sub total</b>                    | <b>32</b>   | <b>108.32</b>                             |
| Cayo Sabinal                        |             |   |
| Laguna Los Caimanes                 | 108         | 365.57                                    |
| Laguna La Salina                    | 228         | 771.70                                    |
| Laguna Tortuguilla                  | 974         | 3296.99                                   |
| <b>Sub total</b>                    | <b>1310</b> | <b>4434.20</b>                            |
| <b>Total servicio eco sistémico</b> |             | <b>4542.50</b>                            |

- ✓ **Valor de opción:** a través del método costo de oportunidad se obtiene el cálculo para ingresos potenciales madera y carbón del bosque manglar (Cuando se toma una decisión para dedicarse a una alternativa se abandonan los beneficios de las otras opciones. Los beneficios

**perdidos al descartar la siguiente mejor alternativa son los costos de oportunidad de la acción escogida).**

Se opera con la tasa de crecimiento de los bosque del área es de 4.2 fue estimada a partir del crecimiento de los bosque en Cuba. También 20 m<sup>3</sup> de cuerda de leña significan 30 sacos de carbón con precio de 18.90 pesos (Ing. Eduardo Pérez Reyes. Empresa Forestal Integral de Camagüey) y la leña se convierte en carbón (Tabla 38). El precio saco carbón se identifica en el mercado entre 20-22 pesos (Roberto David Martinez. Especialista Comercial. Empresa Forestal Integral de Camagüey) y se evalúa en este caso a 21 pesos.

Tabla 38. Ingresos potenciales para madera y carbón del bosque manglar. Pesos.

| Lagunas costeras/Cayos              | Área (ha)   | Estimados m <sup>3</sup> |              | Sacos       | Costo de oportunidad (en miles de pesos) |              |                |
|-------------------------------------|-------------|--------------------------|--------------|-------------|--|--------------|----------------|
|                                     |             | madera                   | leña         | carbón      | madera                                   | Sacos carbón | Total          |
| <b>Cayo Coco</b>                    |             |                          |              |             |  |              |                |
| Laguna Alto del Puerto              | 16          | 67                       | 10.4         | 16          | 20.33                                    | 0.33         | 20.66          |
| Laguna Tiburón                      | 35          | 147                      | 22.75        | 34          | 44.49                                    | 0.72         | 45.20          |
| Laguna Larga                        | 21          | 88                       | 13.65        | 20          | 26.68                                    | 0.43         | 27.11          |
| Laguna Las Coloradas                | 7           | 29                       | 4.55         | 7           | 8.89                                     | 0.14         | 9.03           |
| <b>Sub total</b>                    | <b>79</b>   | <b>332</b>               | <b>51.35</b> | <b>77</b>   | <b>100.39</b>                            | <b>1.62</b>  | <b>102.00</b>  |
| <b>Cayo Sabinal</b>                 |             |                          |              |             |  |              |                |
| Laguna Los Caimanes                 | 76          | 319                      | 49.4         | 74          | 96.56                                    | 1.56         | 98.11          |
| Laguna La Salina                    | 179         | 752                      | 116.35       | 175         | 227.42                                   | 3.67         | 231.09         |
| Laguna Tortuguilla                  | 937         | 3935                     | 609.05       | 914         | 1190.46                                  | 19.19        | 1209.64        |
| <b>Sub total</b>                    | <b>1192</b> | <b>5006</b>              | <b>774.8</b> | <b>1162</b> | <b>1514.44</b>                           | <b>24.41</b> | <b>1538.84</b> |
| <b>Total servicio eco sistémico</b> |             |                          |              |             | <b>1614806</b>                           | <b>26024</b> | <b>1640.84</b> |

**Total de BSE: sumatoria total de los valores obtenidos directo, indirecto y de opción**

Se muestra la importancia económica ambiental por cayos y lagunas costeras. El valor obtenido en cayo coco está subvalorado porque no incluye su uso turístico. El valor estimado en cayo Sabinal muestra una buena tasación monetaria donde los servicios ambientales son los más significativos (Tabla 39).

Tabla 39. Bienes y servicios ambientales. Miles de pesos.

| Laguna costera/Cayo           | Valor de uso (en miles de pesos) |                | Valor de Opción (en miles de pesos) | Total BSE (en miles de pesos) |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|                               | Directo                          | Indirecto      |                                     |                               |
| <b>Cayo Coco</b>              |                                  |                |                                     |                               |
| Laguna Del Puerto             |                                  | 542.1          | 20.7                                | 5627.25                       |
| Laguna Tiburón                |                                  | 2110.6         | 45.2                                | 2155.80                       |
| Laguna Larga                  |                                  | 488.3          | 27.1                                | 515.40                        |
| Laguna Las Coloradas          |                                  | 270.8          | 9.0                                 | 279.90                        |
| <b>Sub total cayo Coco</b>    |                                  | <b>3411.7</b>  | <b>102.0</b>                        | <b>3513.70</b>                |
| <b>Cayo Sabinal</b>           |                                  |                |                                     |                               |
| Laguna Los Caimanes           |                                  | 1287.2         | 98.1                                | 1385.30                       |
| Laguna La Salina              |                                  | 2162.2         | 231.1                               | 2393.30                       |
| Laguna Tortuguilla            | 25707.3                          | 4433.5         | 1209.6                              | 31350.50                      |
| <b>Sub total Cayo Sabinal</b> | <b>25707.3</b>                   | <b>7882.9</b>  | <b>1538.8</b>                       | <b>35129.00</b>               |
| <b>Total Cayos</b>            | <b>25707.3</b>                   | <b>11294.6</b> | <b>1640.8</b>                       | <b>38642.80</b>               |
| <b>Total BSE</b>              |                                  |                |                                     | <b>42156.50</b>               |

### Vulnerabilidad de las lagunas costeras ante el Cambio Climático

Las dos más significativas manifestaciones del Cambio Climático en Cuba serán la elevación del nivel medio del mar (n.m.m) y el aumento en la frecuencia de ocurrencia de organismos meteorológicos extremos como los huracanes.

En la tabla 40 se muestran las proyecciones del nivel medio del mar en diferentes períodos del siglo XXI en dependencia del incremento de la temperatura media global.

Tabla 40. Proyecciones del nivel medio del mar en Cuba para diferentes momentos del siglo XXI (tomado de Salas *et al.*, 2006).

| Escenario | Sensibilidad Climática | Año  |       |       |       |       |
|-----------|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
|           |                        | 2010 | 2030  | 2050  | 2070  | 2100  |
| AIC       | Baja (1,5 °C)          | 2 cm | 4 cm  | 8 cm  | 14 cm | 22 cm |
|           | Media (2,6 °C)         | 4 cm | 9 cm  | 17 cm | 30 cm | 49 cm |
|           | Alta (4,2 °C)          | 6 cm | 15 cm | 27 cm | 48 cm | 85 cm |

Si a estos posible incrementos del n.m.m le sumamos los resultados obtenidos por Rodríguez Cueto (2014) en la zona costera de cayo Coco, donde se obtuvieron niveles promedio de altura de la ola (sin incidencia de eventos extremos) de 54 cm (máximos de hasta 152 cm) y amplitud de la marea de 29 cm como promedio veremos que por ejemplo en 2050 podríamos tener escenarios de hasta 110 cm de altura del ocupación de las aguas marinas lo que traería consecuencias fuertes para las playas, dunas y lagunas costeras. Los escenarios propuestos en los estudios del macroproyecto no incluyeron los cayos del archipiélago Sabana – Camagüey, en este caso, las lagunas costeras y la biodiversidad asociada a estos ecosistemas se verán extremadamente afectadas. Los hábitas asociados a estas lagunas, descritos en este proyecto se perderán, a saber: manglares, bosques, pastos marinos y otros.

Todas las lagunas estudiadas son extremadamente vulnerables a la elevación del n.m.m porque en todas la altura promedio de la duna de arena que las separa del mar adyacente no sobrepasa los 4,0 m de altura (sólo en laguna Larga), pero ya ha sido demostrado que frente a frente fríos muy fuertes o huracanes, esta barrera es rebasada cómodamente por la fuerza del oleaje. Las especies marinas, tanto vegetales como animales, descritas en el acápite de biodiversidad desaparecerán o

migrarán buscando condiciones ideales o tendrán que adaptarse a las condiciones cambiantes.

Si el aumento del n.m.m del mar lo asociamos a la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos como ciclones tropicales y huracanes, entonces la vulnerabilidad de las lagunas costeras estudiadas y cubanas en general es más elevada. Los trabajos más recientes indican que tanto el número como la intensidad de los huracanes originados en el Caribe, y que alcanzaron esa categoría en dicha área, continúa incrementándose.

Durante el período 1851-2012 (161 años) la provincia Ciego de Ávila ha sido azotada de alguna manera por 46 Ciclones Tropicales (Tabla 2), de ellos siete catalogados como depresión tropical (DT), 15 como tormenta tropical (TT) y 24 con categoría de huracán (H). De estos últimos aparece el desglose según la intensidad de los mismos: 16, 2, 3, 3 y 0 de categorías H1, H2, H3, H4 y H5, respectivamente, siendo los de intensidades H3–H5 los catalogados como intensos. A pesar de que el período de retorno de los huracanes intensos en la zona de estudio es de 103 años, al finalizar este proyecto se tuvo el impacto del Huarán Irma, huracán categoría 5 en la escala Saffir – Simpson.

Sin embargo, huracanes del menor intensidad como el Joaquín (Categoría XX) y que pasó alejado de la zona de estudio (por las Bahamas orientales) provocaron la inundación de laguna del Puerto, ya que el oleaje provocado en el canal de Las Bahamas, en combinación con las altas mareas que se producen en la zona en el mes de **septiembre** produjeron una sobreelevación del nivel del mar que, en el caso de la barra de arena que separa a laguna Del Puerto de playa Flamenco no fue suficiente para evitar que se inundara. En la figura 125 se nota como la altura del nivel del mar puede haber llegado incluso a más de 1.80 m, por lo que todo el manglar bajo asociado a la barra de arena quedó quemado y afectado por el agua marina.



Figura 125. Estimación de la elevación del nivel del mar posterior al paso del huracán Joaquín en playa Flamenco, octubre de 2015.

El huracán Irma provocó graves daños a la zona costera de la zona de estudio y en el caso de laguna Larga (única laguna evaluada) ya se describió en acápite anteriores. Sin embargo, si la ocurrencia de estos fenómenos extremos se incrementan, los niveles de resiliencia de estos ecosistemas será menor y a corto y mediano plazos la biodiversidad asociada a ellos se desplazará o se extinguirá. En la figura 126 se muestra la modelación de la elevación del n.m.m para el caso del huracán Irma en el escenario actual y como se puede observar prácticamente todo cayo Coco

quedó inundado (65.3 %) y dentro de esa zona todas las lagunas costeras estudiadas.

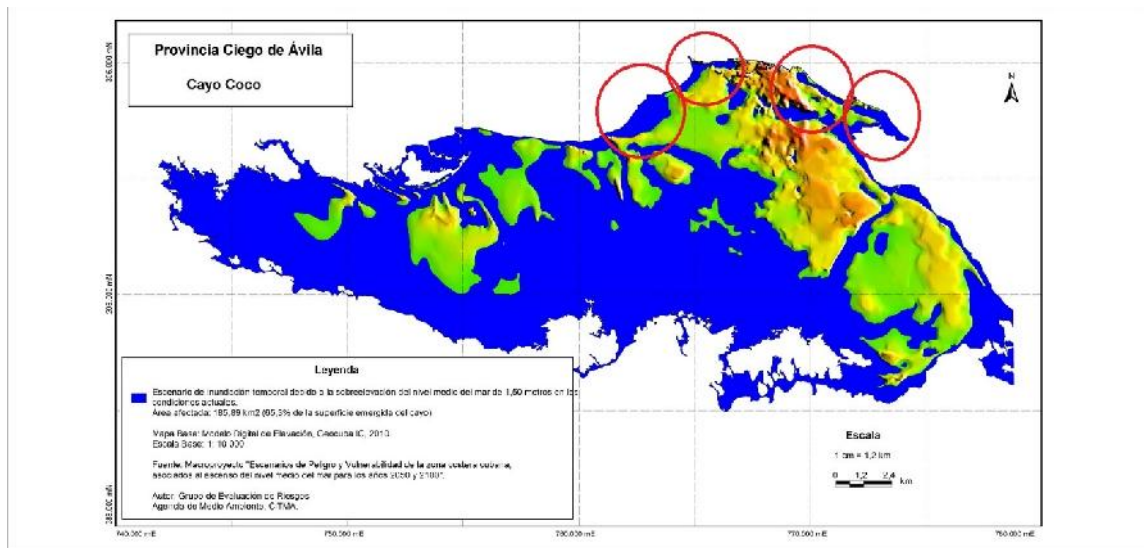


Figura 126. Modelación de la elevación del n.m.m para un huracán categoría 5 en cayo Coco.

En resumen, no sólo los arrecifes coralinos y las playas, en el caso de estudio, sufrirán los impactos del Cambio Climático, sino también las lagunas costeras y sus hábitats asociados, así como la biodiversidad y los ecosistemas adyacentes.

Similares impactos negativos a los pudiera tener los hábitats que rodean las lagunas costeras de los cayos Coco y Sabinal han sido indetificados por otros autores en zonas costeras cubanas como la Península de Zapata (Ortiz-Álvarez *et al.*, 2013)

## Pautas para el manejo y conservación de las lagunas costeras del Archipiélago Sabana – Camagüey

Los problemas ambientales actuales de las lagunas costeras en los entornos locales, regionales y globales son comunes para todas las lagunas costeras del ASC. La construcción de infraestructura hotelera y de apoyo, el relleno, el desbroce del manglar, la construcción de viales y el vertimiento de residuales líquidos y sólidos, así como el incremento del nivel del mar, el aumento en la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales y el aumento de la temperatura son las causas primarias de estos problemas ambientales. En el caso de las lagunas costeras del ASC, algunas de las pautas comunes para la conservación de estos ecosistemas deben ser las relacionadas a continuación:

- Evitar el vertimiento de residuales líquidos y sólidos dentro y en los márgenes de las lagunas, incluso en sitios cercanos que debido a la escorrentía superficial puedan ser arrastrados hacia las lagunas. Estas aguas incluyen el agua usada en los sistemas de enfriamiento o lavado y vaciado de piscinas y cualquier otro vertido que altere los ciclos naturales de los nutrientes.
- Si la construcción de infraestructura hotelera es imprescindible, teniendo en cuenta las necesidades económicas del país, usar técnicas constructivas sostenibles, como la hincada de pilotes con tecnologías ya disponibles en el ASC.
- Evitar la construcción de viales que particionen en dos o varios sectores las lagunas, este aislamiento repercute negativamente en todo el funcionamiento del acuario.
- Evitar el relleno total o parcial de las lagunas ya que estas constituyen un factor determinante en la estabilidad de las dunas y por tanto de las playas arenosas, además de todo el valor que como ecosistemas nos ofrecen.
- Evitar el dragado de las lagunas costeras, excepto cuando la acción en sí constituya un método de rehabilitación ecológica.



- Evitar el desbroce de las formaciones vegetales que la circundan, con excepción de que este desbroce constituya una acción de rehabilitación ecológica.
- Evitar la manipulación estética y funcional de las lagunas con el fin de proveer servicios recreativos o estéticos para el disfrute del turismo.
- Evitar la extracción de las especies animales y/o vegetales que componen la biodiversidad asociada a las lagunas costeras, ya que podrían perderse el equilibrio natural y se alteraría en funcionamiento normal de estos ecosistemas.
- Evaluar los servicios ecosistémicos que pueden brindarnos cada laguna costera y a partir de esa valoración, explotar sosteniblemente estos servicios.
- Tener en cuenta el criterio de los especialistas y potenciar que el diseño de la infraestructura hotelera a construir tenga la participación de especialistas que logren aportar, junto a los diseñadores y constructores, un producto que se inserte dentro del entorno natural del área a construir.

Cada una de las lagunas costeras del ASC estudiadas, presentan particularidades en su nivel de impacto provocados por acciones humanas y naturales. A continuación se describirán las principales acciones propuestas para cada laguna.

**Laguna Tiburón:** En el caso de esta laguna, debe aumentarse el número de obras de fábrica en el vial que está al sur de la laguna, ya que este vial cortó la escorrentía desde el norte del vial a cayo Guillermo, lo que repercute en que el flujo de agua dulce ha disminuido potencialmente y provoca que el canal de mareas pueda cerrarse en época de escasas lluvias (Figura 127). Debe mantener además limpia y recogida el área de servicios del hotel Memories Flamenco, ya que se ha detectado el arrastre de residuales sólidos hacia la margen sur de la laguna. Los residuales sólidos esparcidos en el bosque sur adyacente a la laguna deben ser recogidos en su totalidad. Todos los impactos que se provoquen sobre laguna Tiburón pueden repercutir negativamente sobre las playas La Jaula y Flamenco.

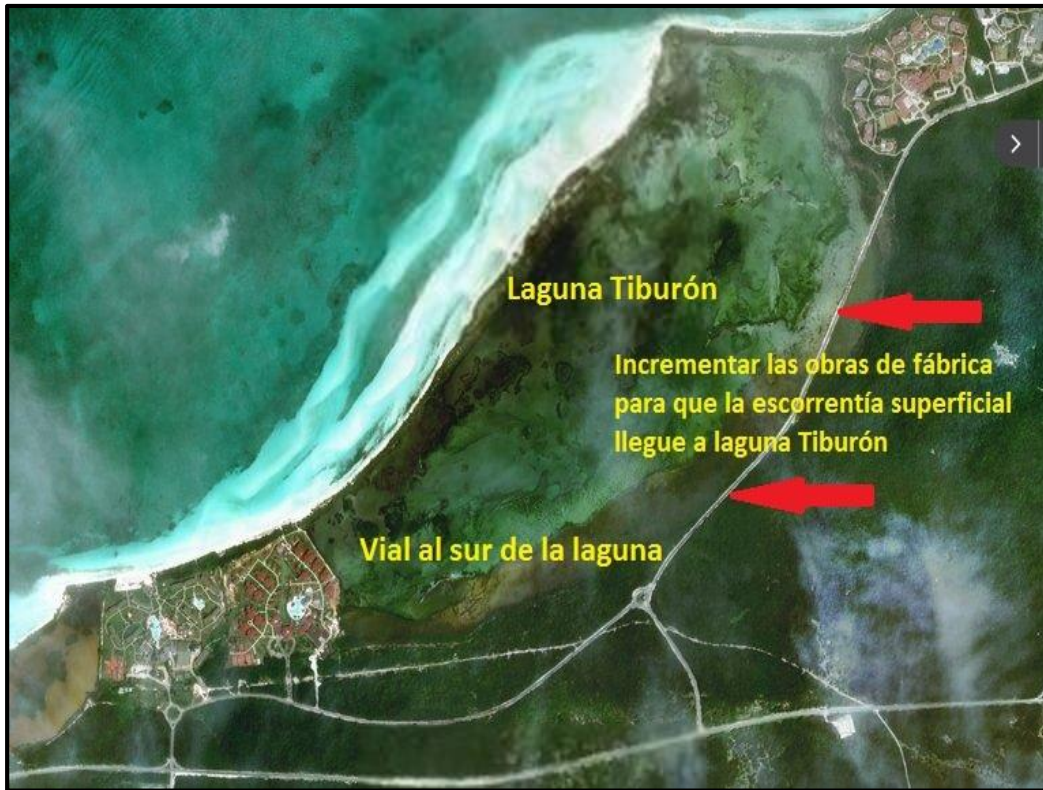


Figura 127. Representación de las acciones a realizar en laguna Tiburón para el mejoramiento de la llegada de aguas de escorrentías.

**Laguna Del Puerto:** Debe atenderse el mantenimiento del canal de mareas abierto para la comunicación con el mar. Además hay que vigilar que el canal que conduce las aguas pluviales desde varios hoteles situados al Oeste de la laguna no sea usado para el vertimiento de otras aguas (residuales, de lavado o vaciado de piscinas. etc) ya que pueden provocar impactos ambientales negativos no sólo a la laguna sino también a playa Flamenco (Figuras 128 y 129). Debe trabajarse también en mejorar la vegetación en las márgenes del relleno que se realizó en el sector Oeste de la laguna para evitar la erosión y el vertido de material terrígeno (ajeno al suelo de cayo Coco) hacia los sedimentos de la laguna.



Figura 128. Representación del canal de evacuación de aguas pluviales que llega a laguna Del Puerto



Figura 129. Representación del sitio donde debe sembrarse vegetación autóctona en la margen Oeste de laguna Del Puerto

**Laguna Larga:** es la laguna más antropizada de todas las estudiadas. Se han hecho varias acciones de rehabilitación de la laguna como el desbroce del manglar y el dragado de canales para el mejoramiento de la circulación hidrodinámica. La acción más importante en laguna Larga es mejorar la circulación hidrodinámica de tal manera que incremente la renovación de las aguas. Con este objetivo se debe desbrozar y ralea el mangle en la parte central de la laguna (desde el frente del CIEC hasta el lobby del hotel Tryp Cayo Coco) (Figura 130). Además debe terminarse la construcción del Sistema de Renovación de Aguas de Lagunas Costeras (REALCO), el cual incrementaría exponencialmente la entrada de agua con condiciones oligotróficas del mar adyacente. Deben además repararse las tuberías de evacuación de aguas residuales, la de transporte de agua potable y de enfriamiento, así como buscar alternativas para el lavado de los filtros de las piscinas de los hoteles Tryp Cayo Coco e Iberostar Mojito. Deben recogerse además los residuales sólidos que se encuentran en las márgenes de la laguna. Principalmente al Sur del Hotel Colonial y al Norte y al Sur del Hotel Iberostar Mojito. El impacto del huracán Irma sobre laguna Larga incrementó la cantidad de material sólido depositado en los sedimentos, debido al derrumbre de techos y paredes. así como al vertimiento de todo tipo de material hacia la laguna durante la etapa de reconstrucción de la infraestructura dañada. Deben vigilarse continuamente los niveles de los parámetros microbiológicos obligatorios en la NC (baños) desde el puente de acceso a playa Larga hasta la boca de la laguna y la playa debido a la presencia de un baño público en esta área que puede repercutir negativamente en la calidad microbiológica de playa Larga. Todos impactos ambientales que pueda recibir laguna Larga, pueden tener extensión hacia el mayor y más importante recurso natural de la zona, las playas.

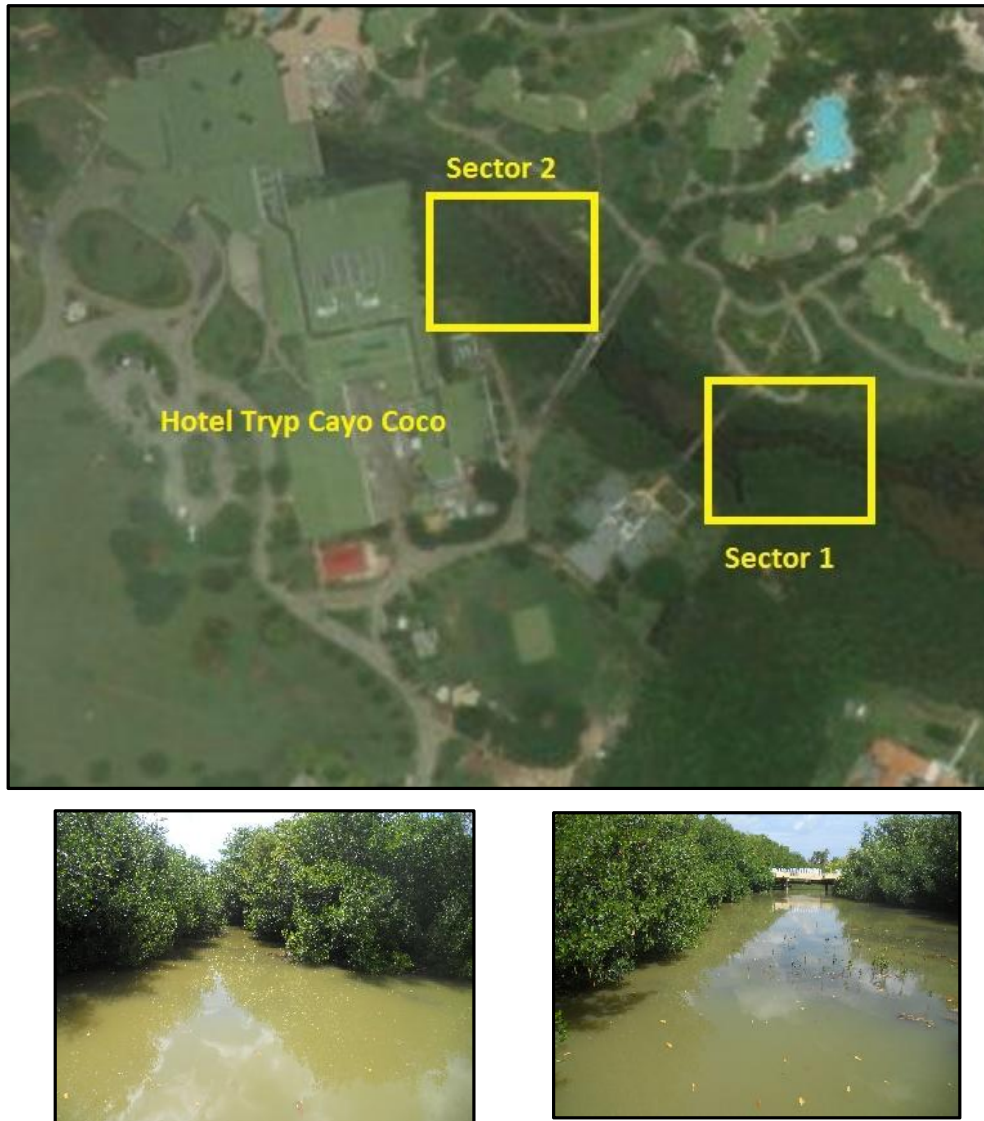


Figura 130. Sectores dentro del área del Hotel Tryp Cayo Coco que es necesario ralear de manglar para mejorar la circulación de la laguna.

**Laguna Las Coloradas:** es la segunda laguna más impactada por el desarrollo turístico en el ASC. Presenta un grado de eutrofización alto. Las principales acciones para su rehabilitación radican en mejorar su intercambio con el mar. Mantener el canal de mareas abierto es una pauta indispensable para lograr que la laguna se recupere. La otra acción decisiva es eliminar totalmente el vertimiento de residuales líquidos y sólidos desde el hotel Meliá Cayo Coco, así como buscar alternativas para el lavado de los filtros de las piscinas de los hoteles Sol y Meliá Cayo Coco. La margen sur de la laguna acumula un volumen importante de los residuales vertidos en el espejo de agua o en la margen norte, por lo que su recogida es indispensable. Hay que sumarse a estas acciones la rehabilitación del

manglar en la margen norte de la laguna y que al ser afectado parcialmente por el huracán Irma, fue totalmente desbrozado atentando contra la estabilidad y el filtrado de nutrientes en esta parte del acuatorio. Similar impacto ocurrió en la parte Este de la laguna, ya que el manglar afectado por el huracán fue cortado a una altura para mejorar la visual desde el hotel Pullman hacia la laguna. Desde este hotel también se han detectado vertimiento de aguas y residuos sólidos hacia Las Coloradas.

**Laguna Los Caimanes:** esta laguna es la menos antropizada de las lagunas costeras estudiadas en cayo Sabinal. Es una laguna que, al estar conectada ambientalmente a una playa, puede ser en un futuro objeto de intervenciones antrópicas que destruyan uno de los mejores resultados de este proyecto, la existencia de formaciones recientes de estromatolitos. Este recurso científico debe ser preservado en aras de estudios posteriores ya que constituyen elementos básicos para entender los ciclos biogeoquímicos, principalmente el ciclo del carbono. Una acción que mejoraría el intercambio de agua de la laguna por su extremo sur, podría ser la construcción de una obra de fábrica en el vial que pasa al sur de la laguna (Figura 131).



Figura 131. Representación de una de las acciones a realizar para mejorar el intercambio de agua por el Sur de laguna Los Caimanes.

**Laguna Tortuguilla - Maternillo:** Es la laguna más extensa de las estudiadas y la más antropizada de las de cayo Sabinal. Está dividida por cuatro viales que la seccionan en cinco partes. En todos los viales se deben incrementar el número de obras de fábrica porque en dos no existen y en los dos restantes solo hay un número limitado de tubos que no garantizan el correcto intercambio.

**Laguna La Salina:** Esta laguna pudiera verse favorecida si se logran incrementar el número de tubos en el vial que va a Faro Maternillo, ya que podría recibir agua con mejor calidad por el Oeste de la laguna, principalmente sería favorable cuando la boca del canal de marea se cierra en temporada poco lluviosa (Figura 132). Además, como en las otras lagunas de cayo Sabinal debe evitarse intervenir en ella si se comienza la explotación de la playa arenosa asociada a esta laguna.



Figura 132. Representación de una de las acciones a realizar para mejorar el intercambio de agua por el Oeste de laguna La Salina.



## **CONCLUSIONES**

- Se identificaron siete lagunas costeras (clásicas) en los cayos Coco y Sabinal, todas con algún nivel de antropización.
- La temperatura está incrementándose significativamente, situación que incrementa la vulnerabilidad de las especies que utilizan las lagunas costeras como hábitats.
- Los acumulados de precipitación muestran tendencia a la disminución. La acción combinada de este comportamiento con el incremento de las tasas de evaporación, pueden propiciar deterioro del estado de salud de las lagunas costeras.
- La presencia de huracanitos de pequeñas dimensiones en el área objeto de estudio evidencia las afectaciones de sistemas sinópticos que generan oleaje de gran energía, como el caso de los huracanes.
- Las lagunas costeras con mayor afectación antrópico debido al desarrollo turístico son las de cayo Coco, con especial énfasis en Larga y Coloradas. Las lagunas de Sabinal se ven afectadas por la construcción de viales.
- La mayoría de las lagunas tuvo elevadas concentraciones de nutrientes debido a diferentes factores, antrópicos y naturales.
- Se observó un proceso nunca antes reportado en lagunas costeras cubanas, el cierre temporal de los canales de comunicación, este proceso puede deberse a la disminución en los procesos de precipitación.
- La vegetación de las lagunas costeras está integrada por diferentes formaciones vegetales, principalmente por los manglares.
- En los manglares y saladares prevalecen los nanofanerófitos y las hojas micrófilas, debido probablemente a la interacción de factores abióticos limitantes.
- En los manglares y saladares los apófitos o especies sinantrópicas de origen nativo son la mayoría.
- La zonación en las lagunas varía en dependencia del tipo de sustrato y la estacionalidad.

- La fauna de insectos asociada a lagunas costeras está compuesta por 12 órdenes, 101 familias y 321 especies.
- Se registran 35 nuevos reportes de insectos para el Archipiélago Sabana Camaquëy y 193 nuevas especies para cayo Sabinal.
- Los órdenes mejor representados por el número de especies fueron Hymenoptera, Coleoptera y Diptera.
- Las especies con mayor abundancia son: *Culicoides sp*, *Curculionidae sp1*, *Acanalonia bivittata* y *Acanalonia pumila*.
- Las especies accidentales son las que dominan las comunidades de insectos asociadas a las lagunas estudiadas.
- Los valores mayores de riqueza y diversidad se obtuvieron en el periodo poco lluvioso y la mayor abundancia en el periodo lluvioso.
- La malacofauna de las localidades estudiadas en cayo Sabinal estuvo compuesta por 20 especies, de ellas 2 especies fluviales y el resto terrestre, perteneciente a la clase Gastropoda y agrupado en dos subclases, 12 familias y 16 géneros.
- La malacofauna de las lagunas estudiadas en cayo Coco estuvo compuesta por 19 especies terrestres y 2 fluviales, pertenecientes a la clase Gastropoda y agrupadas en 2 subclases, 14 familias y 21 géneros.
- Las formaciones vegetales asociadas a las lagunas de cayo Coco tienen mayor riqueza de especies que las de Sabinal, dado por mayor esfuerzo de muestreo a pesar del grado de antropización de las lagunas de cayo Coco.
- Las formaciones vegetales con mayor riqueza de especies son el matorral xeromorfo sobre arena y los bosques semidecídulo y siempreverde.
- La laguna de mayor diversidad es Tortuguilla debido a la heterogeneidad de hábitats que posee.
- Las especies más abundantes fueron *Anolis sagrei* y *Leiocephalus stictigaster* a excepción de laguna La Salina y Tortuguilla en los meses de lluvia donde la más abundante fue *Anolis jubar cuneus*.

- Se registraron 108 especies de aves entre todas las lagunas costeras trabajadas (excluyendo a laguna Larga). En el caso de laguna Larga el total fue de 83.
- En las lagunas muestreadas en cayo Coco se registraron un total de 21 especies del macrofitobentos; la de mayor diversidad de especies fue en laguna Larga con la máxima representación (21 especies); mientras que en Tiburón se evidenció un menor número de especies (6). La angiosperma marina con mayor representatividad fue la especie *R. maritima*, distribuida en todas las lagunas en ambas épocas climáticas.
- De las lagunas muestreadas en Cayo Sabinal solo se colectaron muestras de macrofitobentos en Laguna Tortuguilla; se registraron un total de ocho especies del macrofitobentos. La angiosperma marina con mayor representatividad fue la especie *R. maritima*, distribuida en todos los sectores de la laguna en ambas épocas climáticas.
- La riqueza de especies de moluscos marinos encontrada en este estudio fue alta comparado con otros estudios realizados en Cuba.
- La mayor diversidad de especies se encontró en las lagunas de mayor extensión espacial, evidenciando la importancia de la disponibilidad de hábitats para los moluscos marinos.
- La distinción taxonómica promedio fue similar entre las lagunas debido a las similitudes ambientales entre estos ecosistemas, aunque la variación de la distinción taxonómica sugiere que algunas superfamilias de moluscos están favorecidas, como Veneroidea y Cerithioidea en las lagunas Larga, Tiburón, Puerto y Coloradas.
- Las lagunas compartieron un alto número de especies, expresado en una baja diversidad beta.
- La riqueza de especies y la abundancia de peces encontrada en las lagunas se corresponde a la ictiofauna característica de ambientes lagunares cubanos.
- La fauna de peces estuvo dominada por especies bentófagas, de hábitos demersales y escasa movilidad, lo cual quedó reflejado en la baja heterogeneidad de las comunidades de peces.

- En las lagunas predominaron tallas pequeñas, correspondiente con peces juveniles, lo cual ratifica las lagunas como áreas de crianza para peces.
- La riqueza de especies y la abundancia de peces aumentaron a lo largo del gradiente de eutrofización, probablemente debido a un incremento en la productividad primaria.
- La riqueza de especies y la abundancia de peces disminuyeron cuando aumentó la temperatura, aunque el efecto fue menos marcado en comunidades con peces residentes y de poca movilidad.
- La variación anual en la abundancia de peces está relacionada con el ciclo reproductivo y el reclutamiento de peces juveniles durante el invierno.
- Aun cuando no es posible incorporar el uso turístico en cayo Coco, el resultado obtenido contribuye a fortalecer la toma de decisiones que favorezca el manejo sostenible de estos frágiles ecosistemas. El total de BSE superó los 42 millones de pesos y se destaca la importancia de los servicios que prestan las lagunas costeras.
- Todas las lagunas costeras estudiadas tienen una alta vulnerabilidad ante el incremento del nivel medio del mar y el incremento en la frecuencia y fuerza de la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Abbott, R.T. 1954. American Seashells. D. van Nostrand Co., Nueva York, EE.UU. 541 p.
- Acosta, M., L. Mugica, A. Rodríguez y A. Jiménez. 2011. A general overview of waterbird communities in Cuba. *J. Carib. Ornithol.* 24: 10-19.
- Alcolado, P.M., E. E. García, y N. Espinosa. 1999. Proyecto Sabana Camagüey GEF/PNUD CUB/92/G31. Protección de la biodiversidad y establecimiento de un desarrollo sostenible en el ecosistema Sabana Camagüey. 254 pp.
- AMA. 2010. Informe del Macroproyecto sobre Cambio Climático.
- Aneiros, F., J. Moreira and J.S. Troncoso. 2014. A functional approach to the seasonal variation of benthic mollusc assemblages in an estuarine-like system. *J. Sea Res.* 85, 73-84.
- Anthony, A., J. Atwood, P. August, C. Byron, S. Cobb, Ch. Foster, C. Fry, A. Gold, K. Hagos, L. Heffner, D. Q. Kellogg, K. Lellis-Dibble, J. J. Opaluch, C. Oviatt, A. Pfeiffer-Herbert, N. Rohr, L. Smith, T. Smythe, J. Swift and N. Vinhateiro. 2009. Coastal Lagoons and Climate Change: Ecological and Social Ramifications in U.S. Atlantic and Gulf Coast Ecosystems. *Ecology and Society* 14(1): 8 – 37.
- Arias A. 1997. Ecología de las comunidades de lagartos del bosque siempreverde micrófilo de Cayo Santa María, sequia de 1997. [inédito]. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de Oriente. 34 pp.
- Barrio, O., M. Hernández, L. Álvarez-Lajonchere y E. Martínez. 2015. Biodiversidad de moluscos terrestres y fluviátiles en áreas secas de la provincia de Camagüey, Cuba. V Congreso sobre Manejo de Ecosistemas y Biodiversidad, X Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Palacio de la Convenciones La Habana.
- Barton, K. 2016. MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.15.6.
- Batista, L. y F. Matos. 2002. Informe final del proyecto: Bioclimatología del área litoral del archipiélago de Sabana – Camagüey, tomando en cuenta las variables pertinentes a la toma de decisiones de manejo ambiental en el contexto del Cambio Climático (inédito).
- Batista, L. M., F. Matos y R. Gutiérrez. 2002. Comportamiento de la precipitación en Cayo Coco, Jardines del Rey, Cuba”. *Memorias III Congreso de la AEC, Mallorca, España*, pp. 135 – 142.

- Bilkovic, D. M. and M. M. Roggero. 2008. Effects of coastal development on nearshore estuarine nekton communities. *Marine Ecology Progress Series* 358:27-39.
- Bindoff, N. L., J. Willebrand, V. Artale, A. Cazenave, J. Gergory, S. Gulev, K. Hanawa, C. Le Quéré, S. Levitus, Y. Nojiri, C. K. Shum, L. D. Talley, and A. Unnikrishnan. 2007. Observations: oceanic climate change and sea level. In S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, and H. L. Miller, editors. *Climate change 2007: the physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Available online at: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>.
- Bird, E. C. F. 1993. *Submerging coasts: the effects of a rising sea level on coastal environments*. Wiley, Chichester, UK.
- Bird, E. C. F. 1994. Chapter 2. Physical setting and geomorphology of coastal lagoons. Pages 9-40 in B. Kjerfve, editor. *Coastal lagoon processes*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Blázquez, E. L. 1989. Anomalías del Nivel del Mar en La Habana, Cuba, durante el evento Oscilación del Sur-El Niño (OSEN), de 1982-83. Reporte de Investigación 6 (11), 8p.
- Bopp, L., C. LeQuéré, M. Heimann, A. C. Manning, and P. Monfray. 2002. Climate-induced oceanic oxygen fluxes: implications for the contemporary carbon budget. *Global Biogeochemical Cycles* 16(2): 1022.
- Boto, K. G. and J. T. Wellington. 1984. Soil characteristics and nutrient status in a northern Australian mangrove forest. *Estuaries* 7: 61-69.
- Burnham, K. P. and D.R. Anderson. 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Springer, Nueva York, EE.UU.
- Borhidi, A. 1976. Fundamentos de Geobotánica en Cuba. Tesis Doctoral en Ciencias Biológicas. Budapest.
- Caldas, L. H. D., J. G De Oliveira and W. E, De Medeiros. 2006. Geometry and evolution of Holocene transgressive and regressive barriers on the semi-arid coast of NE Brazil. *Geo-Mar. Lett.* 26 (5): 249-26.
- Capote, R. y R. Berazaín 1984. Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 5(2): 27-75.

- Cardoso, P., P. A. V. Borges and J. A. Veech. 2009. Testing the performance of beta diversity measures based on incidence data: the robustness to undersampling. *Divers. Distrib.* 15, 1081-1090.
- Cazenave, A., and R. S. Nerem. 2004. Present-day sea level change: observations and causes. *Reviews of Geophysics* 42: RG3001.
- Chiang, J. C. H. 2009. The Tropics in Paleoclimate. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 37, 263 - 297.
- Church, J. A., and N. J. White. 2006. A 20th century acceleration in global sea-level rise. *Geophysical Research Letters* 33: L01602.
- Chelton, D. B. and D. B. Enfield. 1986. Oceans Signals in Tide Gauge Records. *Journal of Geophysical Research*, August 10, 91 (B9): 9081-9098.
- Chessa, L. A, M. Scardi, S. Serra, A. Pais, P. Lanera, N. Plastina, L. M. Valiante, and D. Vinci. 2007. Small-scale perturbation on soft bottom macrozoobenthos after mechanical cleaning operations in a Central-Western Mediterranean lagoon. *Trans Waters Bull* 2:9–19
- Clarke, K. R and R. N. Gorley. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Clarke, K. R. and R. M. Warwick. 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *J. Appl. Ecol.* 35, 523-531.
- Clarke, K. R. and R. M. Warwick. 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 216, 265-278.
- Claro, R., K. C Lindeman and L. R Parenti. 2001. *Ecology of the marine fishes of Cuba*. Smithsonian Institution, Washington, EE.UU.
- Claro, R, and L. R. Parenti. 2001. The marine ichthyofauna of Cuba. In: Claro R, Lindeman KC, Parenti LR (Eds.) *Ecology of the marine fishes of Cuba*. Smithsonian Institution, Washington, EE.UU. pp. 21-57.
- Claro, R. (ed.). 2007. La Biodiversidad marina de Cuba. (CD-ROM), Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba, 317 pp, + Anexos. ISBN: 978-959-298-001-3.
- Colwell, R. K., C. X. Mao and J. Chang .2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology.* 85: 2717-2727.

- Colwell, R. K. 2006. Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.2.2 URL permanente: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Conroy, S. 1999. Lizard assemblage response to a forest ecotone in Northeastern Australia: A synecological approach. *Journal of Herpetology* 33 (3): 409- 419.
- Delgadillo, J., M. Peinado, J. M. Martínez - Parras and F. Alcaraz.1992. Análisis fitosociológico de los saladares y manglares de Baja California, México. *Acta Bot. Mex.* 19: 1-35.
- Font Quer, P. 1970. *Diccionario de Botánica*. Edición Revolucionaria. Instituto del Libro. La Habana
- Donders, T. H., F. Wagner, D. L. Dilcher, and H. Visscher. 2005. Mid- to lateHolocene El Niño-Southern Oscillation dynamics reflected in the subtropical terrestrial realm. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 10904-1090.
- Donnelly, J. P. and J. D. Woodruff. 2007. Intense hurricane activity over the past 5000 years controlled by El Niño and the West African monsoon. *Nature*, 447, 465-468.
- Durán Zarabozo, O., M. Quintana Orovio, C. Nápoles Santos, F. Cutié Rizo, O. Muñiz Gutierrez, C.González Garciandía, M. García Pérez, A. Nidia Abraham Alonso, W. Pérez Zorrilla. 2002. Problemática ambiental en la desembocadura del río Itabo. Cub@: Medio Ambiente y Desarrollo; *Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente* Año 2, No.2, 2002 ISSN-1683-8904.
- Emanuel, K. 2005. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature* 436:686-688.
- Espinosa, J., y J. Ortea (1999): Moluscos terrestres del archipiélago cubano. *Avicennia*, Suplemento 2: 1-137.
- Espinosa J. y J. Ortea .2009. *Moluscos terrestres de Cuba*. UCP Print, Vaasa, Finland. 191 pp.
- Espinosa, J., J.Ortea, R.Sánchez y J. Gutiérrez .2012. Moluscos marinos de la Reserva de Biosfera Península de Guanahacabibes. Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba. 325 p.
- Esteves, F. A., A., Caliman, J. M. Santangelo, R. D. Guariento, V. F. Farjalla and R. L., Bozelli. 2008. Neotropical coastal lagoons: An appraisal of their biodiversity, functioning, threats and conservation management. *Braz. J. Biol.*, 68(4, Suppl.): 967-981.



- Feinsinger, P. 2004. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Editorial FAN.
- Fernández, A., K. Pellicier, D. Ríos y R. Salazar (2010): Registros nuevos de moluscos terrestres para el Sector La Melba del Parque Nacional "Alejandro de Humboldt", Cuba. *Cocuyo* 18: 33-35.
- Galán de Mera, A., M. A. Hagen and J. A. Vicente Orellana. 1999. Aerophyte, a new life form in Raunkiaer's classification? *J. Veg. Sci.* 10: 65-68.
- Galindo - Leal, C. 2000. Diseño y análisis de proyectos para el manejo y monitoreo de la diversidad biológica. Universidad de Stanford. 100 p. Garrido, O.H. y A. Kirkconnell (2011). Aves de Cuba, Universidad de Cornell, Nueva York, Estados Unidos.
- Giannini, A., J.C.H. Chiang, M. A. Cane, Y. Kushnir, and R. Seager. 2001. The ENSO teleconnection to the Tropical Atlantic Ocean: Contributions of the remote and local SSTs to rainfall variability in the Tropical Americas. *Journal of Climate*, 14, 4530-4544.
- Gómez, G. 2002. Análisis económico del manglar del ecosistema Sabana Camagüey. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias económicas. Universidad de La Habana, Cuba.
- Gómez Carro, R. L. 1991. Evolución del proceso de eutroficación en la laguna de la Leche por el vertimiento de residuales. Resumen del autor de la tesis para optar por el grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Biológicas. 30pp.
- Gönenç, I. E., and J. P. Wolflin, editors. 2005. *Coastal lagoons: ecosystem processes and modeling for sustainable use and development*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- González I., L. Rodríguez- Schettino, A. Rodríguez, C. A. Mancina y I. Ramos. 2012. *Libro Rojo de Vertebrados de Cuba*. Editorial La Academia, La Habana. 298 pp.
- González de Zayas, R. 2012. Balance de nitrógeno y fósforo en una laguna costera tropical (Laguna Larga, Cayo Coco, Cuba). PhD dissertation, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico D. F., Mexico.
- González - De Zayas, R., M. Merino - Ibarra, F. Matos - Pupo, and M. F. Soto - Jiménez. 2013. Atmospheric Deposition of Nitrogen to a Caribbean Coastal Zone (Cayo Coco, Cuba): Temporal Trends and Relative Importance as a Nitrogen Source. *Water Air Soil Pollut.* 223: 1125-1136.

- González - Sansón G. y C. Aguilar, 1984. Ecología de las lagunas costeras de la región suroriental de Cuba. *Rev. Invest Mar.* 5(1):127–171.
- Graham, L. P., S. Hagemann, S. Jaun, and M. Beniston. 2007. On interpreting hydrological change from regional climate models. *Climatic Change* 81(S1):97-122.
- Grasshoff, K., K. Kremling and M. Ehrhardt. 1983. *Methods of seawater analysis*. Weinheim: Verlag Chemie.
- Greuter, W. and R. Rankin Rodríguez. 2016. Espermatofitos de Cuba. Inventario preliminar. Parte II. Inventario. Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem Zentraleinrichtung der Freien Universität Berlin, Berlin, Germany.
- Guardia, E. de la, González-Sansón, G. y C. Aguilar. 2003. Biodiversidad marina en la laguna costera El Guanal, Cayo Largo, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 24(2), 111-116.
- Guimaraes, M., R. G Fernández, C.A. Rodríguez y R. González de Zayas. 2010. Análisis morfométrico en *Ruppia maritima* L. (Ruppiaceae) en Laguna Larga, Cayo Coco, Cuba. *Mesoamericana*. 14: 27-33.
- Guimaraes-Bermejo, M. y R. Gonzalez-De Zayas. 2011. Productividad primaria en Laguna Larga, Cayo Coco, Cuba. *Revista Ciencias Marinas y Costeras*, 3, 31 – 41.
- Haug, G. H., K. A. Hughen, D. M. Sigman, L.C. Peterson and U. Röhl. 2001. Southward migration of the intertropical convergence zone through the Holocene. *Science*, 293, 1304 - 1308.
- Hayes, M. O. 2005. Barrier islands. Pages 117-119 in M. L. Schwartz, editor. *Encyclopedia of coastal science*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Harrison, S., S. J. Ross and J. H. Lawton. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *J. Anim. Ecol.* 61, 151-158.
- Heaviside, C. and A. Czaja. 2013. Deconstructing the Hadley cell heat transport. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 139, 2181-2189.
- Hernández, M. 2012. Variabilidad y pronóstico de la componente aperiódica del nivel del mar de origen meteorológico en el archipiélago cubano. 145 p (Oceandocs, en prensa).
- Hernández, M. y G. Díaz (2001a). Influences of ENSO on seasonal and inter-annual sea level variability in the Cuban Archipelago. Serie Oceanológica. No. 0. ISSN: 2072-800X. <http://oceanologia.redciencia.cu>

- Hernández, M. y G. Díaz (2001b). Algunos aspectos de la variabilidad mensual del nivel del mar en La Habana, Cuba. Afro América GLOSS News. Patrocinada por la UNESCO y el COI. <http://www.mares.IDO.usp.br/aagn/ind.html>
- Hernández, M. y O. Marzo (2009). Variabilidad estacional del nivel del mar en el archipiélago cubano. Serie Oceanológica. No. 6, ISSN: 2072-800X. <http://oceanologia.redciencia.cu>
- Hernández, M., O. Barrio, y L. Bidart. 2014. Invertebrados. Gastropoda. Composición, distribución y aspectos ecológicos de los gastrópodos, 150-167 pp. En: Rodríguez-Batista, D., A. Arias y E. Ruiz (eds.). Fauna terrestre del Archipiélago de Sabana-Camagüey, Cuba. Editorial Academia, La Habana, 444 pp.
- Hernández, M. 2016. Cerion dorotheae Aguayo y Jaume, 1951. En: Hidalgo-Gato, M. M., J. Espinosa y R. Rodríguez-León. (eds.). Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Cuba. La Habana, pp. 50-51.
- Hewitt, J. E., S. F. Thrush, J. Halliday and C. Duffy. 2005. The importance of small-scale habitat structure for maintaining beta diversity. *Ecology* 86:1619–1626
- Hidalgo - Gato, M. M., J. Espinosa y R. Rodríguez-León, (Eds.) (2016). Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Cuba. La Habana, Editorial Academia.
- Holland, G. J. and P. J. Webster. 2007. Heightened tropical cyclone activity in the North Atlantic: natural variability or climate trend? *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical, and Engineering Sciences* 365:2695-2716.
- Hollister, J. W., P. V. August, and J. F. Paul. 2008. Effects of spatial extent on landscape structure and sediment metal concentration relationships in small estuarine systems of the United States' mid-Atlantic coast. *Landscape Ecology* 23(S1):91-106.
- Hughes, J. B., G. C. Daily and P. R. Erlich. 2002. Conservation of Insect Diversity: a Habitat Approach. *Conservation Biology*, 4. 1788-1797.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Summary for policy makers. In S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, and H. L. Miller, editors. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press,

- Cambridge, UK. Available online at: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>
- IPCC 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson, (eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 881 pp.
- Joos, F., G., K. Plattner, T. F. Stocker, A. Körtzinger, and D. W. R. Wallace. 2003. Trends in marine dissolved oxygen: implications for ocean circulation changes and the carbon budget. *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 84 (21):197-207.
- Jiménez, J. A. and K. Sauter. 1991. Structure and dynamics of mangrove forests along a flooding gradient. *Estuaries* 14: 49-56.
- Jiménez – Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161
- Kato, M., T. Inoue, A. A. Hamid, T. Nagamitsu, M. B. Merdek, A. R. Nona, T. Itino, S. Yamane and T. Yumoto. 1995. Seasonality and vertical structure of light-attracted insect communities in a dipterocarp forest in Sarawak. *Researches on Population Ecology* 37. 59-79
- Keenlyside, N. S., M. Latif, J. Jungclaus, L. Kornblueh, and E. Roeckner. 2008. Advancing decadal-scale climate prediction in the North Atlantic sector. *Nature* 453(7191):84-88.
- Khan, N. Y. 2007. Multiple stressors and ecosystem-based management in the Gulf. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 10(3):259-267.
- Kjerfve, B. 1994. Coastal lagoon processes. En: KJ Kjerfve, B. (Ed.). *Coastal lagoon processes*, 1-8. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier. Elsevier Oceanography Series, 60: 577 pp.
- Kirkwood, D. S. 1994. *SanPlus segmented flow analyzer and its applications seawater analysis*. Amsterdam: Skalar.
- Lalana, R. y M. Ortiz. 1992. Fauna asociada a mangles de la Laguna Guanaroca, Provincia de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Inv. Mar.* 13 (3), 205-214.
- Lalana, R., Ortiz, M. y P. García. 1994. Zoobentos de la laguna costera Guanaroca, provincia de Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 15(1), 13-29
- Landsea, C. W. 2007. Counting Atlantic tropical cyclones back to 1900. *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 88(18):197-202.

- Lawson-Emmanuel O. and E. Thomas-Ajibola. 2010. Food and feeding habits and reproduction in frillfin goby, *Bathygobius soporator* (Cuvier and Valenciennes, 1837) in the Badagry Creek, Lagos, Nigeria. *Int. J. Biodivers. Conserv.* 2: 414-421.
- Lawton, J. H. and D. R. Strong. 1981. Community patterns and competition in folivorous insects. *The American Naturalist.* 118. 317-338.
- León, Hno. -1946- Flora de Cuba 1. Gimnospermas. Monocotiledóneas. Contribuciones Ocasionales Museo Historia Natural Colegio "De La Salle" 8, La Habana. 441 p.
- León, Hno. y Hno. Alain. 1951. Flora de Cuba 2. Dicotiledóneas: Casuarináceas a Meliáceas. Contribuciones Ocasionales Museo Historia Natural Colegio "De La Salle" 10, La Habana. 456 p.
- Littler, D.S and M. M Littler. 2000 *Caribbean reef plants*. Offshore Graphics. Washington, DC.
- Liu, K. B. and M. L. Fearn. 2000. Holocene history of catastrophic hurricane landfalls along the Gulf of Mexico coast reconstructed from coastal lake and marsh sediments. In "Current Stresses and Potential Vulnerabilities: Implications of Global Change for the Gulf Coast Region of the United States" (Z. H. Ning and K. K. Abdollahi, Eds.), pp. 38 – 47. Gulf Coast Regional Climate Change Council, Franklin Press, Baton Rouge, LA.
- Lladó – Cabrera, D. 2016. Variación espacio-temporal de la ictiofauna de Laguna Larga, Cayo Coco, Cuba. Tesis de licenciatura, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 51 p.
- Lloret, J., A. Marín and L. Marín - Guirao. 2008. Is coastal lagoon eutrophication likely to be aggravated by global climate change? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 78(2):403-412.
- López - Portillo, J. and E. Ezcurra. 1989 a. Response of three mangroves to salinity in two geoforms. *Func. Ecol.* 3: 355-361.
- López - Portillo and E. Ezcurra. 1989 b. Zonation in mangrove and salt marsh vegetation at Laguna de Mecoacán, México. *Biotropica* 21: 107-114.
- Losos, J. B. y C. J. Schneider. 2009. Anolis lizards. *Current Biology* 19 (8): 316-318
- Machado, F.S., R. M. Macierira, M. A., Zuluaga - Gómez, A. F. Costa, E.M.C. Mesquita, T. Giarrizzo. 2015. Checklist of tidepool fishes from Jericoacoara

- National Park, southwestern Atlantic, with additional ecological information. *Biota Neotrop.* 15: 1-9.
- Mackenzie, B. R., H. Gislason, C. Möllmann, and F. W. Köster. 2007. Impact of 21st century climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries. *Global Change Biology* 13(7):1348-1367.
- Mahiques, M. M., I. K. C. Wainer, L. Burone, R. Nagai, S. H. M. Sousa, R. C. L. Figueira, I. C. A. Silveira, M. C. Bicego, Alves, D.P.V. and Hammer, O. 2009. A high-resolution Holocene record on the Southern Brazilian shelf: Paleoenvironmental implications. *Quaternary International*, 206, 52-61.
- Magurran, A. E. 1989. Diversidad ecológica y su medición Cap. 2, Vedral, Barcelona. 39.
- Mann, M. E., K. A. Emanuel, G. J. Holland, and P. J. Webster. 2007. Atlantic tropical cyclones revisited. *Eos, Transactions, American Geophysical Union* 88(36):349-350.
- Martínez M. y A. Arias. 2014. Composición y distribución de reptiles terrestres diurnos. Pp. 188- 204. En: Fauna terrestre del Archipiélago de Sabana-Camagüey, Cuba (Rodríguez Batista, D., A. Arias Barreto y E. Ruiz Rojas, eds.). Editorial Academia, La Habana, 444 pp.
- Martínez Quesada, E. 2014. Nuevos sintaxones del Archipiélago de los Jardines de la Reina, Cuba. *Acta Bot. Malacitana* 39:99-115
- Martínez-Daranas, B. 2007. Características y estado de conservación de los pastos marinos en áreas de interés del archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. Tesis presentada en opción al grado de doctor en ciencias biológicas. 136 pp.
- Martínez-Daranas, B., et al. 2008. Inventario de la flora marina del Archipiélago Sabana – Camagüey. *Botanica Complutensis*, 32: 49 – 62.
- McComb, A. J., editor. 1995. *Eutrophic shallow estuaries and lagoons*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- McKee, K. L. 1993. Soil physicochemical patterns and mangrove species distribution-reciprocal effects? *J. Ecol.* 81: 477-487.
- McLusky, D. S. and M. Elliott. 2007. Transitional waters: A new approach, semantics or just muddying 32 the waters? *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 71:359-363.
- Meehl, G. A., T. F. Stocker, W. D. Collins, P. Friedlingstein, A. T. Gaye, J. M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J. M. Murphy, A. Noda, S. C. B. Raper, I. G. Watterson, A. J.

- Weaver and Z. Zhao. 2007. Global climate projections. in S. Solomon, D. Qin, M. Manning, M. Marquis, K. Averyt, M. M. B. Tignor, H. L. Miller, Jr., and Z. Chen, editors. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Available online at: [http:// www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm](http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm).
- Menéndez Carrera, L., D. Vilamajó y P. Herrera 1987. Flora y vegetación de la cayería al norte de Matanzas, Cuba. *Acta Bot. Cub.* 39: 1-20.
- Menéndez Carrera, L., A. V. González, J. M. Guzmán, L. Rodríguez, R. P. Capote at. 2000. Bases ecológicas para la restauración de manglares en áreas seleccionadas del Archipiélago Cubano y su relación con los cambios globales [inédito]. Informe de PNCT de Cambios Globales y de Medio Ambiente, ACYT, CITMA.
- Menéndez Carrera, L., J. M. Guzmán Menéndez y R. T. Capote-Fuentes. 2004. Los manglares del archipiélago cubano: aspectos de su funcionamiento. pp.317-322. En *Humedales de Iberoamérica* (J. J. Neiff. ed.). Red Iberoamericana de Humedales (RIUH-Habana).
- Menéndez Carrera, L., J. M. Guzmán Menéndez y A. Priego Santander. 2006. Manglares del Archipiélago Cubano: aspectos generales. In: L. Menéndez Carrera & J.M. Guzmán Menéndez, *Ecosistema de manglar en el Archipiélago Cubano* (pp. 17-27). Editorial Academia, La Habana.
- Mikkelsen, P. M. and Bieler, R. 2008. *Seashells of southern Florida: living marine mollusks of the Florida Keys and adjacent regions. Bivalves*. Princeton University Press, Nueva Jersey, EE.UU. 503 p.
- Milly, P. C. D., K. A. Dunne, and A. V. Vecchia. 2005. Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature* 438 (7066):347-350.
- Milne and Peros. 2013. Data–model comparison of Holocene sea-level change in the circum-Caribbean region. *Global and Planetary Change*, 107 (119-131).
- Moreira, A., C. Betancourt, L. T oledo, S. Barcia y A. Comas. 2013. Notas acerca del fitoplancton de la Laguna Guanaroca, Cienfuegos, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 3 3(1), 39-45.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

- Morton, R. A. and A. H. Sallenger. 2003. Morphological impacts of extreme storms on sandy beaches and barriers. *Journal of Coastal Research* 19(3):560-573.
- Mugica, L.; D. Denis; M. Acosta; A. Jiménez y A. Rodríguez. 2006. Aves en los humedales de Cuba. Ed. Científico-Técnica, La Habana, Cuba.
- Mugica, L.; M. Acosta; A. Jiménez y A. Rodríguez (2012). Current knowledge and conservation of Cuban waterbirds and their hábitats. *Journal of Caribbean Ornithology* 25: 64-76.
- Nickerson, N. H. and F. R. Thibodeau. 1985. Association between pore water sulfide concentrations and the distribution of mangroves. *Biogeochem.* 1: 183-192.
- Nixon, S. W., S. Granger, B. A. Buckley, M. Lamont and B. Rowell. 2004. A one hundred and seventeen year coastal water temperature record from Woods Hole, Massachusetts. *Estuaries*, 27 (3): 397-404.
- Nixon S. W. and B. A. Buckley. 2002. "A strikingly rich zone"-nutrient enrichment and secondary production in coastal marine ecosystems. *Estuaries*. 25: 782-796.
- Nixon, S. W. and R. W. Fulweiler. 2009. Nutrient pollution, eutrophication, and the degradation of coastal marine ecosystems. Global loss of coastal habitats: rates, causes and consequences. Fundacion BBVA, Bilbao, España.
- Oksanen, J., F. G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlinn, P. R. Minchin, R. B. O'Hara, G. L. Simpson, P. Solymos, M. H. H. Stevens, E. Szoecs, H. Wagner. 2017. *vegan: Community Ecology Package*.
- Olivera, Y. 2014. Evaluación de la superposición de nichos en los ensambles de moluscos marinos de una laguna costera en Cayo Coco, Cuba. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 68 p.
- Olivera, Y. y M. B. Guimaraes. 2012. Moluscos asociados a la angiosperma marina *Ruppia maritima* L. en tres sistemas lagunares cubanos. *Mesoamericana* 16(1), 63-66.
- Oliveira, A., A. B. Fortunato and J. R. L. Rego. 2006. Effect of morphological changes on the hydrodynamics and flushing properties of Óbidos lagoon (Portugal). *Continental Shelf Research*, 26 (8): 917-942.
- Orpin, A. R., P. V. Ridd, and L. K. Stewart. 1999. Assessment of the relative importance of major sediment-transport mechanisms in the central Great Barrier Reef lagoon. *Australian Journal of Earth Sciences* 46(6):883-896.



- Ortiz-Ávarez, O., Álvarez-Brito, A., Mercadet-Portillo, A., Escarré-Estévez, A., Gómez-Pulido, L y G. Facundo-García, 2013. Impactos del cambio climático en el sector forestal de la Península de Zapata, Matanzas, Cuba. *Revista Forestal Baracoa* vol. 32 (1): 11 – 19.
- Overpeck, J. T., B. L. Otto-Bliesner, G. H. Miller, D. R. Muhs, R. B. Alley, and J. T. Kiehl. 2006. Paleoclimatic evidence for future ice-sheet instability and rapid sea-level rise. *Science* 311:1747-1750.
- Oviedo, R. y M. Labrada. 2006. Manglares en el humedal Ciénaga de Zapata. Pp. 219-229 en: L. Menéndez Carrera y J.M. Guzmán Menéndez (eds.): Ecosistema de manglar en el Archipiélago Cubano Editorial Academia. La Habana, Cuba.
- Paerl, H. W., L. M. Valdes, A. R. Joyner, B. L. Peierls, M. E. Piehler, S. R. Riggs, R. R. Christian, L. A. Eby, L. B. Crowder, J. S. Ramus, E. J. Clesceri, C. P. Buzzelli and R. A. Luettich. 2006. Ecological response to hurricane events in the Pamlico Sound system, North Carolina, and implications for assessment and management in a regime of increased frequency. *Estuaries and Coasts*, 29(6): 1033-1045.
- Paleologos, M. F., C. C. Flores, S. J. Sarandon, S. A. Stupino, M. M. Bonicatto. 2008. Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Rev. Bras. de Agroecología*.3 (1). 28-40
- Pannier F. y R. Fraíno de Pannier.1989. “Los Manglares de Venezuela”. Serie Cuadernos Lagoven 1976-1997, Lagoven S.A., Filial de Petróleos de Venezuela. Impreso por Refolit C.A.
- Parada, A., E. Socarrás Torres, M. López Rojas, R. Gómez Fernández, A. Aguilar Velis, L. Menéndez Carrera y J. M. Guzmán Menéndez. 2006. Biota terrestre del norte de la provincia Ciego de Ávila. En: Ecosistemas costeros: biodiversidad y gestión de recursos naturales. Compilación por el XV Aniversario del CIEC. Sección I. Ecosistemas del norte de la provincia Ciego de Ávila. CIEC. Editorial CUJAE. ISBN: 959-261-254-5.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J. Delgadillo, M. de la Cruz, J. Álvarez and J. L. Aguirre. 1994. The coastal salt marshes of California and Baja California. Phytosociological typology and zonation. *Vegetatio* 110: 55-66.
- Pérez Santos, I., L. Fernández Vila y A. Gutiérrez Delgado. 2003. Régimen hidrodinámico y modelaje numérico de las corrientes de marea en la Laguna Tiburón, Cayo Coco, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 24(3):169-176.

- Perigó, A., Perigó, J. F. Montalvo, E. Chang, M. E. Cesar y R. García. 2006. Evaluación de factores hidroquímicos indicadores de contaminación orgánica en la laguna costera El Doctor, Playa Baracoa. Cuba. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 36:12 – 16.
- Peros, M., B. Gregory, F. Matos, E. Reinhardt, and J. P. Desloges. 2015. Late Holocene record of lagoon evolution, climate change, and hurricane activity from southeastern Cuba. *The Holocene*. DOI: 10.1177/0959683615585844.
- Peros, M. C., E. G. Reinhardt, and A. M. Davis. 2007. A 6000-year record of ecological and hydrological changes from Laguna de la Leche, north coastal Cuba. *Quaternary Research*, 67, 69-82.
- Peros, M.C., E.G. Reinhardt, H. P Schwarcz, and A.M. Davis. 2007. Highresolution paleosalinity reconstruction from Laguna de la Leche, north coastal Cuba, using Sr, O, and C isotopes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 245, 535-550.
- Pescador - Rubio, A., A. Rodríguez-Palafox y F. A. Noguera. 2002. Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. In Historia Natural de Chamela, F. A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avenidaño (eds.) Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 183-201.
- Phillips, R. C. and E. G. Meñez. 1988. Seagrasses. *Smithson. Contrib. Mar. Sci.*, 34: 1-104.
- Pinheiro, F., I. R. Diniz, D. Coelho and P. S. Bandeira. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology*. 27. 132-136
- Planos, E.; R. Vega y A. Guevara. 2013. Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba, 430 p.
- Price, P. W. 1984. *Insect Ecology*. Wiley, N. York.
- Primelles, J.; M. Ramírez y D. Denis. 2009. Algunos aspectos sobre la reproducción de la Sevilla (Ajaja ajaja) en Cayo Sabinal, Cuba. *Journal of Caribbean Ornithology* 22: 75-82.
- Quan - Young L. I, S. G. Jiménez - Flores y J. Espinoza - Ávalos. 2006. Flora béntica y reproducción de las algas Batophora spp. (Chlorophyta: Dasycladaceae) de una laguna costera contaminada (Bahía de Chetumal, México) Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 54 (2): 341-355.

- Rahmstorf, S. 2007. A semi-empirical approach to projecting future sea-level rise. *Science* 315:368-370.
- Rasmusson, J. and E. Wallace. 1983. Meteorological aspects of El Niño/Southern Oscillation. *Science*, 222, 1195-1202.
- Reyes Domínguez, O. J. y F. Acosta Cantillo. 2003. Fitocenosis presentes en las áreas costeras del sur de la Sierra Maestra, Cuba. I. Comunidades con influencia marina. *For. Veracruzana* 5(2):1-7.
- Reyes Domínguez, O. J. 2006. Principales fitocenosis de manglares en el humedal del delta del río Cauto. In: L. Menéndez Carrera, & J.M. Guzmán Menéndez, Ecosistema de manglar en el archipiélago cubano (pp. 263-270). Editorial Academia, La Habana.
- Ricardo, N. E., P. Herrera y E. Pouyú. 1990. Clasificación de la flora sinantrópica de Cuba. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 11(2): 129-133.
- Ricardo, N. E., E. Pouyú and P. Herrera. 1995. The synanthropic flora of Cuba. *Fontqueria* 42: 367-430.
- Ricketts, T. H., G. C. Daily, P. R. Ehrlich and J. P. Fay 2001. Countryside Biogeography of Moths in a Fragmented Landscape: Biodiversity in Native and Agricultural Habitats. *Conservation Biology*, 15. 378-388.
- Rivas - Rodríguez, L., E. Perigó, M. Izquierdo y M. E. Miravet. 2009. Problemática ambiental en tres ecosistemas costeros del poblado Baracoa: Impactos y soluciones. *Serie Oceanológica*, 5: 57 – 73.
- Rodríguez-León, R., I. Fernández; D. Rodríguez, M. Otero, M.M. Hidalgo-Gato, A.M. M. Fernández, M. Trujillo y M. López (2000): Presencia de insectos en 12 cayos del Archipiélago de Sabana Camaguey, Cuba. *Poeyana* 476-4110. 23.
- Rodríguez Cueto, Y. 2014. Influencia potencial de las olas y la marea sobre la eficiencia del REALCO. Caso de estudio Punta Raza, Cayo Coco, Cuba. Tesis de Maestría. UNAM. 72 pp.
- Rodriguez, W., P. V. August, Y. Wang, J. F. Paul, A. Gold, and N. Rubinstein. 2007. Empirical relationships between land use/cover and estuarine condition in the northeastern United States. *Landscape Ecology* 22(3):403-417.
- Rodríguez – Romero, J., López-González L. D. C., F. Galván-Magaña, Sánchez-Gutiérrez FJ, Inohuye-Rivera RB, Pérez - Urbiola J. C. 2011. Seasonal changes in fish assemblage associated with mangroves in a coastal lagoon of Baja California Sur, Mexico. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 39: 250.

- Rodríguez - Schettino, L. 1993. Áreas faunísticas de Cuba según la distribución ecogeográfica actual y el endemismo de los reptiles. *Poeyana* 436:1-17.
- Rodríguez, F. y N. Viña. 2012. "Buteogallus gundlachii". En González Alonso, H., L. Rodríguez Schettino, A. Rodríguez, C. A. Mancina e I. Ramos García (eds.). Libro Rojo de los Vertebrados de Cuba. Editorial Academia, La Habana, pp. 217-219.
- Romero - Jiménez, M., I. Castañeda-Noa y L. M. Más-Castellanos. 2015. Conservación y sinantropismo en áreas naturales de Cayo Las Brujas, Villa Clara, Cuba. *Revista Jard. Bot. Nacional. Univ. Habana* 36: 79-91.
- Ropelewski, C. and M. Halpert, 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115, 1606-1626.
- Ruiz - Fernández, A. C., C. Hillaire-Marcel, B. Ghaleb, M. Soto-Jiménez y F. Páez-Osuna. 2002. Recent sedimentary history of anthropogenic impacts on the Culiacan River Estuary, northwestern Mexico: geochemical evidence from organic matter and nutrients. *Environmental Pollution*, 118: 365–377.
- Salas, I., R. Pérez-Parrado, S. T. Samper, J. D. Chávez, A. L. Pérez, C. Rodríguez, B. Pantaleón, L. Favier y R. Restivo. 2006. Impacto de la Surgencia en el Archipiélago Cubano, considerando los Cambios Climáticos. Informe de proyecto del Programa Nacional de Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano. Archivo Científico del Instituto de Meteorología, 220 p + anexos.
- Salvat, H., F. Pina Amargós y Gaspar González Sansón. 2010. Variación espacial de los peces en Cayo Coco, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 31(2): 131 – 140.
- Samek, V. 1973. Pinares de la Sierra de Nipe; Estudio Sinecológico. Acad. Ci. Cuba, Ser. Forestal 14: 1-58.
- Salas I., R. Pérez – Parrado, S.T. Samper, J. D. Chávez, A. L. Pérez, C. Rodríguez, B. Pantaleón, L. Favier y R. Restivo. 2006. Impacto de la Surgencia en el Archipiélago Cubano, considerando los Cambios Climáticos. Informe de proyecto del Programa Nacional de Cambios Globales y Evolución del Medio Ambiente Cubano. Archivo Científico del Instituto de Meteorología, 220 pp + anexos.
- Sánchez, B. y D. Rodríguez. 2000. Avifauna associated with the aquatic and coastal ecosystems of Cayo Coco, Cuba. *El Pitirre* 13 (3): 68-75.
- Scavia, D., J. C. Field, D. F. Boesch, R. W. Buddemeier, V. Burkett, D. R. Cayan, M. Fogarty, M. A. Harwell, R. W. Howarth, C. Mason, D. J. Reed, T. C. Royer, A. H.

- Sallenger and J. G. Titus. 2002. Climate change impacts on U.S. coastal and marine ecosystems. *Estuaries*, 25:149-164.
- Schwartz, A. and R.W. Henderson. 1991. Amphibians and reptiles of the West Indies: Descriptions, distributions, and natural history. University of Florida Press. Gainesville, 720 p.
- Shinn, S.-I. Sardeshmukh, P.D. and Webb, R.S. (2006). Understanding the Mid Holocene Climate. *Journal of Climate*, 19, 2801-2817.
- Smith, D. M., S. Cusack, A. W. Colman, C. K. Folland, G. R. Harris, and J. M. Murphy. 2007. Improved surface temperature prediction for the coming decade from a global climate model. *Science* 317: 796-799.
- Smith, N. P. 1994. Chapter 4. Water, salt, and heat balances of coastal lagoons. Pages 69 101 in B. Kjerfve, editor. *Coastal lagoon processes*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Socarrás E. 1994. Caracterización herpetológica del bosque siempreverde necrófilo en el área protegida Loma del Puerto de Cayo Coco. En: Segundo Taller de Biodiversidad, Santiago de Cuba. BIOECO, Resúmenes.
- Stachowicz, J. J., J. R. Terwin, R. B. Whitlatch, and R. W. Osman. 2002. Linking climate change and biological invasions: ocean warming facilitates nonindigenous species invasions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99(24):15497-15500.
- StatSoft, Inc. 2007. STATISTICA (data analysis software system). Versión 8.0. Disponible en [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com). Último acceso: 20 de septiembre de 2010.
- Stenseth, N., G. Ottersen, J.W. Hurrell, A. Mysterud, M. Lima, K.-S. Chan, N.G. Yoccoz and B. Ådlandsvik. 2003. Studying climate effects on ecology with climate indices: The north Atlantic Oscillation, El Niño Southern Oscillation and beyond. *Proceedings: Biological Sciences*, 270, 2087-2096.
- Suárez, A.; I. Hernández, y A. Fernández. 2012. Abundancia, sustrato y estrato de *Cerion peracutum peracutum* (Mollusca: Pulmonata) en Guanabo, La Habana, Cuba. *Solenodon*, 10: 32-37.
- Suárez A. M., B. M. Daranas y Y. Alfonso. 2015. *Macroalgas Marinas de Cuba*. Ed. UH, 262 pp.
- Titus, J. G. 1998. Rising seas, coastal erosion, and the takings clause: how to save wetlands and beaches without hurting property owners. *Maryland Law Review* 57:1279-1399.

- Tolimson, P. B. 1986. *The botany of mangroves*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Tomanek, L., and G. N. Somero. 1999. Evolutionary and acclimation-induced variation in the heat-shock responses of congeneric marine snails (genus *Tegula*) from different thermal habitats: implications for limits of thermotolerance and biogeography. *Journal of Experimental Biology* 202(21):2925-2936.
- Tomasko, D. A., C. J. Dawes y M. O. Hall. 1996. The effects of anthropogenic nutrient enrichment on turtle grass (*Thalassia testudinum*) in Sarasota Bay, Florida. *Estuaries*, 19(2B):448-456.
- Trenberth, K. E., P. D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J. A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden, and P. Zhai. 2007. Observations: surface and atmospheric climate change. Pages in S. Solomon, D. Qin, M. Manning, M. Marquis, K. Averyt, M. M. B. Tignor, H. L. Miller, Jr., and Z. Chen, editors. *Climate change 2007: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. Available online at: [http:// www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm](http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm).
- Trejo, I. and R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forest. *Biodiversity and conservation* 11: 2063-2084.
- Turner, R. E. 2003. Coastal ecosystems of the Gulf of Mexico and climate change. Pages 85-103 in Z. H. Ning, R. E. Turner, T. Doyle, and K. K. Abdollahi, editors. *Integrated assessment of the climate change impacts on the Gulf Coast region*. Gulf Coast Climate Change Assessment Council and Louisiana State University Graphic Services, Washington, D.C., USA. Available online at: <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/Library/nationalassessment/gulfcoast>
- Union of Concerned Scientists. 2006. *Climate change in the U.S. Northeast: a report of the Northeast Climate Impacts Assessment*. UCS Publications, Cambridge, Massachusetts, USA. Available online at: [http://www.climatechoices.org/assets/documents/climatechoices/NECIA\\_climate\\_report\\_final.pdf](http://www.climatechoices.org/assets/documents/climatechoices/NECIA_climate_report_final.pdf).
- U.S. Environmental Protection Agency. 2007. *National coastal condition report II*. Publication 620/R-03/002. USEPA Office of Wetlands, Oceans and Watersheds, Washington, D.C., USA. Available online at: <http://www.epa.gov/owow/oceans/nccr/2005/downloads.html>.

- Valderrama, J. C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Marine Chemistry*, 10, 109-122.
- Valiela, I. 1995. *Marine ecological processes*. Second edition. Springer, New York, New York, USA.
- Venables, W. N. and B. J. Ripley. 2002. *Applied Statistics with S*. Springer, Nueva York, EE.UU.
- Viaroli, P., M. Bartoli, G. Giordani, M. Naldi, S. Orfanidis and J. M. Zaldivar. 2008. Community shifts, alternative stable states, biogeochemical controls and feedbacks in eutrophic coastal lagoons: a brief overview. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, 18: 105–117.
- Vilamajó, D. y M. A. Vales. 2006. Aspectos de la ecoanatomía y ecomorfología foliar de los manglares cubanos. In: L. Menéndez Carrera & J.M. Guzmán Menéndez, Ecosistema de manglar en el Archipiélago Cubano (pp. 17-27). Editorial Academia, La Habana.
- Vinebrooke, R. D., K. L. Cottingham, J. Norberg, M. Scheffer, S. I. Dodson, S. C. Maberly and U. Sommer. 2004. Impacts of multiple stressors on biodiversity and ecosystem functioning: the role of species co-tolerance. *Oikos* 104(3):451-457.
- Viña, N. 1998. Diversidad biológica del macizo montañoso Nipe Sagua Baracoa Tomo IV. Informe final. Programa Científico Técnico Nacional Desarrollo sostenible de la montaña Nipe Sagua Baracoa. 505-559.
- Viña, N. 2000. Diversidad biológica del macizo Sierra Maestra Tomo II. Informe final. Programa Científico Técnico Nacional Desarrollo sostenible de la montaña Nipe Sagua Baracoa. 505-559.
- Voitouriez, B. y J. Guy. 1999. El Niño. Realidad y ficción. Foro de los Océanos. Ediciones UNESCO, 142 p.
- Wang, C., D. B. Enfield, S. K. Lee and C. W. Landsea. 2006. Influences of the Atlantic Warm Pool on Western Hemisphere summer rainfall and Atlantic hurricanes. *Journal of Climate*, 19, 3011-3028.
- Warwick, R. M. and K. R. Clarke. 1995. New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 129, 301-305.
- Wazniak, C. E., M. R. Hall, T. J. B. Carruthers, B. Sturgis, W. C. Dennison, and R. J. Orth. 2007. Linking water quality to living resources in a midAtlantic lagoon system, USA. *Ecological Applications* 17(5S):S64-S78.

- Webster, P. J., G. J. Holland, J. A. Curry, and H. R. Chang. 2005. Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. *Science* 309:1844-1846.
- Weiher, E. and P. Keddy. 1995. Assembly rules, null models, and trait dispersion: new questions from old patterns. *Oikos* 74, 159-164.
- Wiens, J. A. 1992. The ecology of bird communities. Foundations and patterns. Volumen 1, Cambridge University Press. P. 533 (Citado por Rodríguez, D. 2000. Composición y estructura de las comunidades de aves en tres formaciones vegetales de cayo Coco, Archipiélago Sabana Camaquëy, Cuba. Tesis en opción al grado de doctor en Ciencias Biológicas).
- Wolda, H. 1978. Fluctuations in abundance of tropical insects. *The American Naturalist* 112.1017-1045.
- Wood, S. N. 2006. *Generalized Additive Models: An Introduction with R*. Chapman and Hall/CRC.
- Woodruff, D. S. 1978. Evolution and adaptive radiation of Cerion: A remarkable diverse group of West Indian land snail. *Malacología* 17(2): 223-239.
- Wright, R. C. 1983. A modified field version of the Winkler determination of dissolved oxygen for testing remote sources of water. *New Phytologist*, 95, 37-40.
- Zequeira, M. E. 2007. Instrumento económico y metodológico para la gestión ambiental en humedales naturales cubanos con interés internacional. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias económicas. Universidad de Camaquëy, Cuba. 2007. ISBN: 978-959-16-0891-8. Certificado de registro número 3280-2008, CENDA.
- Zequeira, M. E., y otros. 2013. Análise Custo-Benefício para o Litoral Norte da Provincia de Camaquëy, Cuba. *Revista Tecnologia e Sociedade* - 2ª Edição, 2013. ISSN (versão online): 1984-3526|ISSN (versão impressa): 1809-0044.
- Zequeira, M. E., A. Pelegrín, I. González, y Y. Pacheco. 2015. Contribución a la conservación del refugio de fauna “Río Máximo” de Camaquëy, Cuba. *Revista Científica ECOCIENCIA*. Volumen 2, número 6. Octubre 2015.
- Zhang, K., B. C. Douglas, and S. P. Leatherman. 2004. Global warming and coastal erosion. *Climatic Change* 64(1-2):41-58.