

*Esta tesis fue aceptada por la Comisión de Estudios de grado de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGÍA


Dr. José María...
Director de Tesis


M.Sc. Rito Vargas...
Miembro del Tribunal

Tesis presentada para optar por el grado de
Licenciada en Biología


M.Sc. Gerardo Ureña V.


M.Sc. Rito Vargas...

DIVERSIDAD TAXONÓMICA DE LOS DECÁPODOS, EN EL MANGLAR DE
TÉRRABA, PUNTARENAS, COSTA RICA.


Dra. Virginia Solís

Departamento de Ecología y Biología
Silvia Echeverría Sáenz

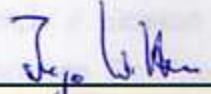

Silvia Echeverría Sáenz

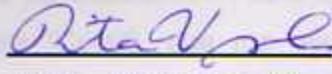
CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO

2006

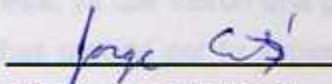
"Esta tesis fue aceptada por la comisión de estudios finales de graduación de la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura".

Quisiera expresar mi gratitud a la Comisión de Estudios Finales de Graduación por todo el apoyo económico y logístico brindado en la realización de esta Tesis y en especial a Daniel Rodríguez, quien me dio la oportunidad de involucrarme en este proyecto. Unas palabras a Luis Fariñas, que me brindó una ayuda valiosísima en el curso de los días de trabajo, mis agradecimientos a Paulo Bermúdez, Marco Salazar y Jorge Cortés, quienes me brindaron su apoyo y por hacer muy divertidas las horas de investigación en el campo. Mis últimos agradecimientos van para Carolina Buitrago y A. Jairo Blandi por permitirme hospedarme que he de gran utilidad para el desarrollo de esta tesis. A los miembros del Tribunal que fueron una guía y apoyo en la misma, a los miembros de la familia y amigos que me brindaron su apoyo y por último a Dios por su gracia y ayuda con el procesamiento de los datos, y a todos mis profesores por tanta ayuda, guía, dedicación y buena voluntad que me brindaron, y sobre todo, gracias a los seres por su amistad. Mi gratitud también para Christian Schubert y para Jorge Cortés, por sus valiosísimos aportes en el procesamiento de los datos. Quiero agradecer muy especialmente a mi familia y amigos por su apoyo y comprensión en el momento de realización de esta tesis. A Diego, gracias por motivarme y por su apoyo en el momento de la realización de esta tesis. Los quiero muchísimo.


 Dr. Ingo Wehrtmann
 Director de Tesis


 M.Sc. Rita Vargas C.
 Miembro del Tribunal


 M.Sc. Gerardo Umaña V.
 Miembro del Tribunal


 Ph.D. Jorge Cortés N.
 Miembro del Tribunal


 Dra. Virginia Solís

Directora de la Escuela de Biología


 Silvia Echeverría Sáenz
 Postulante

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi gratitud al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) por todo el apoyo económico y logístico brindado en la realización de esta Tesis; y en especial a Omar Rodríguez, quien me dio la oportunidad de involucrarme en este proyecto; Urias Porras y Luis Salazar, que me brindaron una ayuda valiosísima en el campo e hicieron los días de trabajo mucho más agradables. A Paulo Bermúdez, Francisco Rodríguez, Marco Salazar y Jorge Mora (Coqui), que me ayudaron en distintas facetas del proyecto, siempre con gran interés y entusiasmo. Muchas gracias a Priscilla Zamora, por enriquecer mi inventario de decápodos a través de su trabajo y por hacer muy divertidas las horas de identificación en el Museo, esto último también va para Odalisca Breedy ☺. A Jaime Nivia, por prestarme literatura que fue de gran utilidad. También quiero agradecer a mi comité de Tesis, ya que fueron una guía real y continua en el desarrollo de la misma, a Rita: muchas gracias por tu paciencia y por enseñarme todo lo que hoy sé de taxonomía de decápodos (además de los ratos divertidos en el Museo), a Don Gerardo: gracias por su tiempo y ayuda con el procesamiento de los datos, y a Ingo: muchas gracias por tanta ayuda, tanta dedicación y buena voluntad, gracias por tu disposición, y sobre todo, gracias a los tres por su amistad. Mi gratitud también para Christoph Schubart y para Jorge Cortés, por sus valiosísimos aportes en el mejoramiento de esta Tesis. Quiero agradecer muy especialmente a mi familia y amigos, que siempre han sido mi base, mi estabilidad. A ellos les debo cada logro en mi vida, los pasados, los presentes y los futuros. A Diego, gracias por motivarme y hacerme ver que siempre es posible mejorar y alcanzar más. Los quiero muchísimo.

Los inventarios de decápodos	13
3.4. Estadísticas	13
IV. RESULTADOS	14
4.1. Inventario	14
4.2. Factores ambientales	18
4.2.a. Distribución por hábitat	18
4.2.b. Distribución según tamaño	25
4.2.c. Especies raras	28
V. DISCUSIÓN	30
5.1. Inventario	30
5.2. Factores ambientales	34

INDICE GENERAL

HOJA DE APROBACION.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. <u>Distribución geográfica de los manglares</u>	1
1.2. <u>Establecimiento y uso de los manglares en Centroamérica</u>	2
1.3. <u>Antecedentes sobre la fauna asociada a los manglares</u>	3
1.4. <u>Los decápodos en el manglar: Rol e importancia</u>	4
1.5. <u>Justificación</u>	5
II. OBJETIVOS.....	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1. <u>Descripción del sitio</u>	7
3.2. <u>Diseño de muestreo</u>	8
3.2.a. <u>Recolecta de decápodos que habitan en el sedimento</u>	11
3.2.b. <u>Recolecta de decápodos nadadores</u>	11
3.2.c. <u>Recolecta de decápodos en troncos</u>	12
3.2.d. <u>Recolecta de decápodos que habitan playas arenosas y zonas de barro duro</u>	13
3.3. <u>Análisis de las muestras obtenidas</u>	13
3.4. <u>Estadística</u>	13
IV. RESULTADOS.....	14
4.1. <u>Inventario</u>	14
4.2. <u>Factores ambientales</u>	18
4.2.a. <u>Distribución por hábitat</u>	18
4.2.b. <u>Distribución según salinidad</u>	25
4.2.c. <u>Estacionalidad</u>	28
V. DISCUSIÓN.....	30
5.1. <u>Inventario</u>	30
5.2. <u>Factores ambientales</u>	34

5.2.a. Distribución según hábitat.....	34
5.2.b. Distribución según salinidad.....	36
5.2.c. Estacionalidad.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. REFERENCIAS.....	42
VIII. ANEXOS.....	49
Cuadro 1. Especies con mayor frecuencia de aparición (dominancia) en cada uno de los hábitats muestreados. Nota: El número entre paréntesis en el columnar "Habitat" se refiere a las localidades en las que se observó dicho hábitat.....	24
Cuadro 4. Procedencia de aparición de cada especie de decápodo en cada categoría de salinidad en el manglar de Tárabe y muestra de la riqueza de especies (Chao-quadrado) Especies registradas alfabéticamente.....	76
Cuadro 5. Especies de decápodos (orden Alpheidae) reportadas exclusivamente durante la estación seca o húmeda. Manglar de Tárabe, julio 2002-julio 2003. Entre paréntesis (L) se indica el número de localidades para cada especie.....	82
Cuadro 6. Número de especies de decápodos para la única parcela de Costa Rica y comparación con el manglar de Tárabe.....	88
Cuadro 7. Comparación de la diversidad taxonómica de los decápodos del manglar de Tárabe con los resultados de otras áreas tropicales.....	113

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies de decápodos encontradas en el Manglar de Térraba, Pacífico Sur, Costa Rica.....	15
Cuadro 2. Lista de las especies colectadas (por hábitat) en el manglar de Térraba. Julio 2002- Julio 2003. Las especies están ordenadas alfabéticamente.....	21
Cuadro 3. Especies con mayor frecuencia de aparición (comunes) en cada uno de los hábitats muestreados. <u>Nota:</u> El número entre paréntesis en la columna "Hábitat", se refiere a las ocasiones en las que se muestreó dicho hábitat.....	24
Cuadro 4. Frecuencia de aparición de cada especie de decápodo, en cada categoría de salinidad, en el manglar de Térraba y resultados de la prueba de asociación (Chi-cuadrado). Especies ordenadas alfabéticamente.....	25
Cuadro 5. Especies de decápodos (orden alfabético) recolectadas exclusivamente durante la estación seca o lluviosa. Manglar de Térraba, julio 2002-julio 2003. Entre paréntesis () se indica el número de recolectas para cada especie.....	29
Cuadro 6. Número de especies de decápodos para la costa pacífica de Costa Rica y comparación con el manglar de Térraba.....	30
Cuadro 7. Comparación de la diversidad taxonómica de los decápodos del manglar de Térraba con los resultados de otras áreas tropicales.....	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación y sitios de muestreo en el manglar de Térraba, Pacífico Sur de Costa Rica.....	9
Figura 2. Número de familias, géneros y especies de decápodos encontrados según hábitat, en el Manglar de Térraba. Julio 2002- Julio 2003.....	18
Figura 3. Análisis de distancia de los hábitats muestreados en el manglar de Térraba (2002-2003), según la presencia/ausencia de especies en cada uno de ellos.....	19
Figura 4. a. Frecuencia de aparición de las especies que presentaron asociaciones significativas ($p < 0.05$) con alguna categoría de salinidad (alta, media o baja). b. Frecuencia de aparición de las especies que presentaron asociaciones cercanas a $p = 0.05$ con alguna categoría de salinidad. Manglar de Térraba, julio 2002-julio 2003. <u>Nota:</u> Las frecuencias están expresadas como porcentaje de aparición de la especie, de acuerdo con el total de muestreos realizados en cada categoría de salinidad.....	28
Figura 5. Número de recolectas de <i>F. brevis</i> y <i>L. occidentalis</i> durante el período de estudio. Comparación entre las estaciones lluviosa y seca.....	38

RESUMEN

Al ser los manglares una fusión del ambiente marino, terrestre y dulceacuícola, se puede hallar en ellos, una gran riqueza de especies de fauna, entre las cuales están los decápodos, grupo que se ha considerado como el dominante en estos bosques. A pesar de ello, en América Latina el conocimiento acerca de la diversidad de especies de decápodos que habitan los manglares es limitado y el problema aumenta cuando se trata de obtener información del área centroamericana. El presente estudio se llevó a cabo en una sección del Humedal de Importancia Internacional Térraba-Sierpe, que es el bosque de manglar más grande de Costa Rica. Para recolectar los individuos, se realizaron giras mensuales entre julio 2002 y julio 2003. Durante estas giras se visitaron 45 sitios dentro del manglar y se utilizaron diversas técnicas de recolecta (redes, muestras de sedimento, análisis de troncos podridos). En cada sitio se registró la salinidad del agua y el tipo de hábitat (playones, sedimento entre raíces, canales, troncos podridos, playas arenosas y barro duro). En total, se contabilizaron 59 especies de decápodos (13.8% del número total de crustáceos decápodos informados para la costa pacífica de Costa Rica), distribuidas en 28 géneros pertenecientes a 16 familias (Cuadro 1). De este total de especies, un 8.5% fue representado por el Suborden Dendrobrachiata (Superfamilia Penaeoidea) y un 91.5% por el Suborden Pleocyemata (Infraórdenes Caridea (17%), Thalassinidea (1.7%), Anomura (8.5%) y Brachyura con 64.3% de las especies). Cuando se compara con los resultados obtenidos en otras áreas de Latinoamérica, la diversidad de especies de decápodos asociados con el manglar de Térraba puede considerarse muy alta. El hábitat más diverso fue el de los canales con 21 especies, seguido por los playones (20) y el sedimento entre raíces (16), mientras que los troncos podridos, el barro duro y las playas arenosas, fueron los hábitats donde se encontró el menor número de especies (12, 12 y 10, respectivamente). Los resultados de esta investigación indican que el sustrato o hábitat, juega un rol importante en la distribución de las especies de decápodos en el sistema estudiado, presentándose similitudes entre las especies encontradas en playones, sedimento entre raíces y troncos podridos, mientras que el barro duro y las playas arenosas presentan faunas de decápodos bien diferenciadas (entre sí y con respecto a los demás), y los canales agrupan a las especies natatorias. La salinidad, por su parte, no puede considerarse como un factor determinante en la distribución de los organismos a través del manglar, ya que en su mayoría éstos están bien adaptados

para tolerar los cambios que se presentan en la concentración de sales a través de los ciclos mareales y de las estaciones del año. Sin embargo, tres especies se asociaron significativamente con la salinidad en la que fueron encontradas: *Callinectes toxotes* (salinidades <10 ups), *Palaemonetes schmitti* (>10-<19 ups) y *Clibanarius panamensis* (>20 ups); y dos más, *Farfantepenaeus brevis* y *Litopenaeus occidentales*, presentaron un comportamiento estacional, entrando al manglar sólo durante la estación seca. Con esta investigación se desea resaltar que aún cuando el área de Térraba no puede ser considerada un sitio sin alteraciones, sí se demuestra claramente que éste sistema de manglar puede servir como un importante reservorio de especies y que su conservación y monitoreo son recomendables.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Distribución geográfica de los manglares

Los manglares son sistemas ecológicos de transición entre el ambiente terrestre y marino. Son típicos de las regiones tropicales y subtropicales, alcanzando en ellas su máximo desarrollo (Jiménez 1994, Lacerda *et al.* 1993, Mainardi 1996, Oshiro *et al.* 1998). Su distribución es circumtropical, encontrándose en 112 países alrededor del mundo. Japón es el límite norte de la distribución, mientras que Nueva Zelanda, Australia y la costa este de Sudáfrica representan la distribución más al sur de los manglares (Kathiresan y Bingham 2001, Vannucci 2001). En América Latina, existen extensiones de manglar en todos los países que limitan con el mar, excepto en aquellas naciones ubicadas al extremo Sur del continente (Argentina, Chile y Uruguay). Las mayores extensiones de manglar se ubican en México, Cuba, Brasil y Colombia, con el 70% de los bosques ubicados en la costa atlántica y el Caribe, mientras que en la costa pacífica se encuentra solamente el 30% de los mismos (Lacerda *et al.* 1993, 2001).

En Costa Rica, por el contrario, se cuenta con una costa Pacífica que tiene una longitud cinco veces mayor que la del Caribe (1 016 vs. 212 km), con gran número de bahías, estuarios, golfos y otros accidentes geográficos que propician el establecimiento de bosques de manglar, al proveerles de hábitat óptimos para su crecimiento. En el Caribe la costa es mucho más recta y con pocos accidentes geográficos, lo que se traduce en una diferencia enorme en cuanto a la presencia de manglares en ambas costas; sólo un 1% de los manglares del país (aproximadamente 250 ha) se encuentran en el Caribe, mientras que el Pacífico mantiene al 99% de los bosques (41 290 ha) (Polanía 1993).

1.2. Establecimiento y uso de los manglares en Centroamérica

Como regla general, los bosques de mangle están asociados con esteros cuyos diversos canales los dividen en secciones. Estos canales, son fundamentales para mantener las características fisicoquímicas propias del sistema (Villalobos 1982, Twilley 1988). En el Pacífico Centroamericano, las fuerzas hídricas que tienen mayor influencia sobre la dinámica de los manglares son el oleaje, las corrientes marinas y las descargas de ríos, aunque el tectonismo activo de la zona también juega un papel fundamental (Jiménez 1994). La colonización por parte de las especies, no ha sido uniforme, presentándose diferencias de dominancia a través del tiempo geológico. De hecho, fue hasta hace más o menos cuatro ó cinco mil años, con la estabilización del nivel del mar y de la sedimentación, que se dio paso a las formaciones de mangle actuales en la costa del istmo (Jiménez 1994).

Una vez formados y establecidos, los manglares empezaron a ser utilizados por las poblaciones humanas para extraer sal, moluscos, peces y crustáceos (Lacerda *et al.* 1993, Polanía 1993, Jiménez 1994, 1999). En la actualidad, las actividades extractivas continúan en Costa Rica y Centroamérica en general, pero se han vuelto más comunes las sustitutivas, que involucran la expansión de áreas agropecuarias a expensas del manglar (Lahmann 1999). Consecuentemente, estos humedales han sido drenados y usados para siembra de arroz u otros cultivos (con bajo rendimiento pues estos suelos no son aptos para agricultura), pasto para ganado, salineras (muy destructivas por los cambios irreversibles que causan al suelo) y camaroneras o acuacultura en general (Polanía 1993). Sólo en el Golfo de Nicoya se perdieron (entre 1964 y 1989) 1 096 ha de manglares para cultivo de camarones y establecimiento de salineras, así como para agricultura y desarrollo urbano, lo cual representa una pérdida del 7% del bosque de manglar presente al año 1964 (Polanía 1993, Jiménez 1994). El problema no es menos grave en otras áreas de Centroamérica y el mundo; por ejemplo en Panamá se perdieron 5 640 ha de manglares entre 1952 y 1988; en Guatemala 14 460 ha entre 1965-1988 y en

Honduras al menos 20 000 ha de manglar se están utilizando para el cultivo de camarón (Jiménez 1994). En Tailandia, grandes áreas de manglar han sido convertidas en camaroneras, dejando angostas franjas de manglares incapaces de proteger la costa y de servir como refugio para las especies o como fuente de nutrientes para las aguas costeras (Vannucci 2001).

Muchas de estas actividades sustitutivas se justificaban debido a que los manglares y humedales en general eran considerados sitios insalubres y de poco interés económico. Sin embargo hoy día se acepta que existe una correlación estadística directa entre la cantidad de costas bordeadas por mangles y la producción pesquera (D'Croz y Kwiecinsky 1980, Jiménez 1999, Lacerda *et al.* 2001).

1.3. Antecedentes sobre la fauna asociada a los manglares

Al ser los manglares una fusión del ambiente marino, terrestre y dulceacuícola, se puede hallar en ellos, una gran riqueza de especies de animales. Estas especies son permanentes o llegan al manglar migrando de otros sitios en alguna estación del año. Su presencia en el manglar depende de las mareas, la estación del año, estadio del ciclo de vida y otros (Macintosh 1988, Wehrtmann y Dittel 1990, Dittel *et al.* 1991, Lacerda *et al.* 1993, 2001).

Como parte de estos patrones migratorios, puede apreciarse cómo los manglares en general cumplen una función muy importante como criadero de especies de decápodos (camarones, cangrejos). Éstos encuentran protección por la gran cantidad de raíces de mangle que les sirven como refugio, escondite contra los depredadores y fuente de alimento. Existe diversidad de especies cuyas larvas y juveniles se transportan hacia el manglar o desde éste a la costa (UNESCO 1978, Wehrtmann y Dittel 1990, Dittel *et al.* 1991). Entre los casos más estudiados se encuentra el de los camarones peneidos como *Litopenaeus occidentalis* (camarón blanco del Pacífico), *L. stylirostris* (camarón azul) y *L. vannamei* (camarón blanco)

(Jiménez 1994, MINAE 2001), cuyas larvas migran hacia los manglares para buscar refugio y alimento, volviendo a salir durante su vida adulta para reproducirse, así como también lo hacen muchas especies de cangrejos que finalmente utilizan el manglar para pasar su vida adulta (Dittel *et al.* 1991). Esto les garantiza rápido crecimiento y mayores probabilidades de subsistir exitosamente (D'Croz y Kwiecinsky 1980, Robertson y Duke 1987, Díaz-González y Soto 1988).

1.4. Los decápodos en el manglar: Rol e importancia

Para este proyecto se concentró la atención sobre los decápodos, un grupo de organismos que pertenecen a la clase de los crustáceos, y que incluye a cangrejos, langostas, langostinos y camarones, entre otros. Este grupo es muy especial pues ha sido capaz de colonizar los ambientes marinos, dulceacuícolas y terrestres (Schubart *et al.* 1998), encontrándose por lo tanto, grandes cantidades de diferentes especies con muchísimas adaptaciones que les permiten vivir en variedad de sitios.

Los crustáceos decápodos cumplen un importante rol en el sistema de cadenas y flujos de energía de los manglares tropicales. Por ejemplo, en un estudio realizado por Chicas (1995) en el manglar Térraba-Sierpe se observó que peces como pargos, róbalos, roncadores y muchos otros, tienen una dieta que se compone al menos un 50% de decápodos. Otros estudios realizados demuestran el mismo patrón, con muchas especies de peces comerciales y no comerciales alimentándose de cangrejos o camarones (Díaz-González y Soto 1988, Macintosh 1988).

Otro aporte importante de los decápodos al sistema de manglar es que muchos de ellos, al alimentarse de hojas en descomposición, corteza y en algunos casos pulpa de madera de mangle, cumplen la función de agilizar la conversión de estos materiales en detritus (Odum y Heald 1972, Díaz y Conde 1988). Estos detritus, son una fuente energética importante para muchos otros organismos de la

comunidad, que incluso pueden ser exportados hacia fuera del manglar llevando alimento a la costa (Camilleri 1989, Jiménez 1994, Lacerda *et al.* 2001).

Al cavar en el barro en su actividad diaria, muchos cangrejos son capaces de modificar considerablemente la topografía y la vegetación de algunas partes del manglar (Macintosh 1988). Además, la actividad de los decápodos promueve la zonación de las especies de árboles por depredación selectiva de propágulos (Jiménez 1994). Al mismo tiempo, al llevar parte de su alimento a estas cuevas y terminar de comerlo allí, introducen nutrimentos en el barro. De esta forma, se incrementa la disponibilidad de nutrientes para reabsorción por parte de las raíces y se evita la pérdida de nitrógeno del sistema (Twilley 1988, Smith III *et al.* 1991, Wolcott y O'Connor 1992, Wafar *et al.* 1997).

1.5. Justificación

A pesar que se ha sugerido que los crustáceos decápodos son el grupo dominante en bosques de manglar (Koch y Wolff 2002), son pocos los estudios que involucran la cuantificación e identificación detallada de los organismos (Skov *et al.* 2002). El único grupo típico de decápodos de manglares que ha sido objeto de abundantes estudios biogeográficos (Levinton *et al.* 1996), ecológicos y etológicos (aparte de las especies de importancia comercial), es el que forma la familia Ocypodidae, específicamente el género *Uca* (Cannicci *et al.* 1999, Rosenberg 2001) y en segundo lugar, los cangrejos de la familia Grapsidae (Conde y Díaz 1989, Cannicci *et al.* 1996, Skov *et al.* 2002).

En América Latina el conocimiento acerca de la diversidad de especies de decápodos que habitan los manglares es limitado. Prácticamente todos los esfuerzos se han realizado en Brasil (Coelho 1965, Branco *et al.* 1994, Cobo *et al.* 1994, Vergara Filho y Alves 1994, Oshiro *et al.* 1998, Lavrado *et al.* 2000, Ferreira y Sankarankutty 2002), por lo que existe información valiosa para la costa Atlántica de ese país. Para el Pacífico, Hendrickx (1984) y von Prah *et al.* (1990) reportan las

especies de decápodos asociadas con manglares en el sur de Sinaloa (México) y a lo largo de toda la costa pacífica colombiana, respectivamente.

Jiménez (1994) indica que hacen falta estudios comparativos taxonómicos y de filogenia, sobre todo en el área centroamericana donde es muy difícil obtener información publicada de la mayor parte de las especies del manglar.

En el manglar Térraba-Sierpe, los inventarios realizados (en todos los grupos, no solamente en crustáceos) son preliminares y se han realizado únicamente como marco general para estudios de manejo, especialmente silvícola (Cordero 2000, Lahmann 1999). Es poco o nulo el diagnóstico biológico realizado, con excepción del trabajo realizado por Chicas (1995) sobre la ictiofauna comercial, y el de Vega (1994), con respecto a las poblaciones de piangua (*Anadara* spp., Bivalvia).

Al ser el manglar Térraba-Sierpe, el más grande de Costa Rica (Lahmann 1999) (y por tanto tal vez el más complejo), es importante generar información y conocimiento de las interacciones del manglar con los organismos que en él habitan, de forma que no sólo puedan establecerse comparaciones entre la fauna de decápodos del Pacífico centroamericano con otras áreas a nivel mundial, si no que también se logre entender mejor el rol que juegan los decápodos en este sistema. Enriquecer el conocimiento acerca de estos ecosistemas, ayuda también como mecanismo para incentivar la conservación y promover la toma consciente de decisiones en la región centroamericana.

Generar un inventario de las especies de decápodos que habitan este manglar permitirá, además, realizar comparaciones a futuro ya que existe la posibilidad de que se construya un proyecto hidroeléctrico en la cuenca hidrográfica del Río Grande de Térraba. De llevarse a cabo, este proyecto tendrá efectos sobre el ecosistema, los cuales podrían generar también un efecto sobre la diversidad de organismos decápodos. Basándose en la información obtenida durante esta investigación será posible determinar las variaciones en la diversidad de decápodos del manglar Térraba, después de la construcción de la represa, si esta se da.

II. OBJETIVOS

los manglares más desarrollados con árboles que sobrepasan los 40 m de altura (Lahmann & Solano 1995, Pizarro 1999, Silva en prensa).

En este humedal se encuentran las desembocaduras de los ríos Grande de

Térraba

- Generar un inventario de las especies de decápodos que habitan el manglar en la sección Térraba.

El bosque está dominado por

- Determinar los factores ambientales existentes en los sitios donde se encontraron las especies recolectadas en este trabajo.

El bosque está dominado por

- Comparar los números de decápodos encontrados en el presente estudio con los publicados de otros manglares.

Se dedica a la agricultura, la ganadería, la recolección de frutos y plantas

tales como los ríos, de las pajas y en algunas zonas comunes, la extracción y

comercialización de moluscos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

de cultivo de mango

(Chica 1995, Lahmann 1999). La zona está en la parte sur de

el sistema de ríos que atraviesa los manglares, una zona de

para el cultivo de una parte del humedal.

3.1. Descripción del sitio

El presente estudio se llevó a cabo en el Humedal de Importancia Internacional Térraba-Sierpe, que es el bosque de manglar más grande de Costa Rica. Este sitio cuenta con una extensión de 16 700 ha, lo cual cubre casi un 40% de la totalidad del bosque de manglar del país (Lahmann 1999); su precipitación y temperatura promedio anual es de 3 638 mm y 26.5°C, respectivamente (Cordero 2000). La estación seca se extiende desde noviembre hasta abril y la lluviosa de mayo a octubre, con un período seco moderado de 35 a 70 días con déficit de agua (Chong 1988, Asch y Solano 1991). Se ubica en la provincia de Puntarenas, cantón de Osa, en el Pacífico sur de Costa Rica (Cordero 2000).

Como respuesta a la alta precipitación de la zona y a los altos niveles de entrada de agua dulce a lo largo del año, Térraba, Sierpe y Golfo Dulce presentan

los manglares más desarrollados estructuralmente, con árboles que sobrepasan los 40 m de altura (Jiménez & Soto 1985, Polanía 1993, Silva en prensa).

En este humedal se encuentran las desembocaduras de los ríos Grande de Térraba y Sierpe (lo que permite dividirlo en dos grandes secciones, cada una dominada por un río), generando a su paso y en combinación con las mareas, un ambiente estuarino con gran cantidad de canales. El bosque está dominado por especies de *Rhizophora mangle*, *R. racemosa*, *Pelliciera rhizophorae* y *Mora oleifera*, entre otras (Mainardi 1996). Asimismo, los grupos animales terrestres más llamativos son aves, como garzas y martinés pescadores, monos carablanca, nutrias, cocodrilos y tortugas (Mainardi 1996).

Los pobladores tienen actividades económicas artesanales dentro del manglar. Se dedican a la agricultura, la ganadería, la pesca de camarones y peces tales como los róbalo, la lisa, pargos y en algunos casos corvinas, la extracción y comercialización de moluscos y también a la fabricación de carbón de mangle (Chicas 1995, Mainardi 1996). Lahmann (1999) indica que en los últimos siete años, al aumentar la población que explota los manglares para sobrevivir, la presión ha crecido notablemente por lo cual actualmente se está trabajando en una propuesta para el manejo de una parte del humedal.

3.2. Diseño de muestreo

Se trabajó específicamente en la sección del manglar que corresponde a la cuenca del Río Térraba, abarcando desde Boca Coronado hasta Boca Zacate (Figura 1).

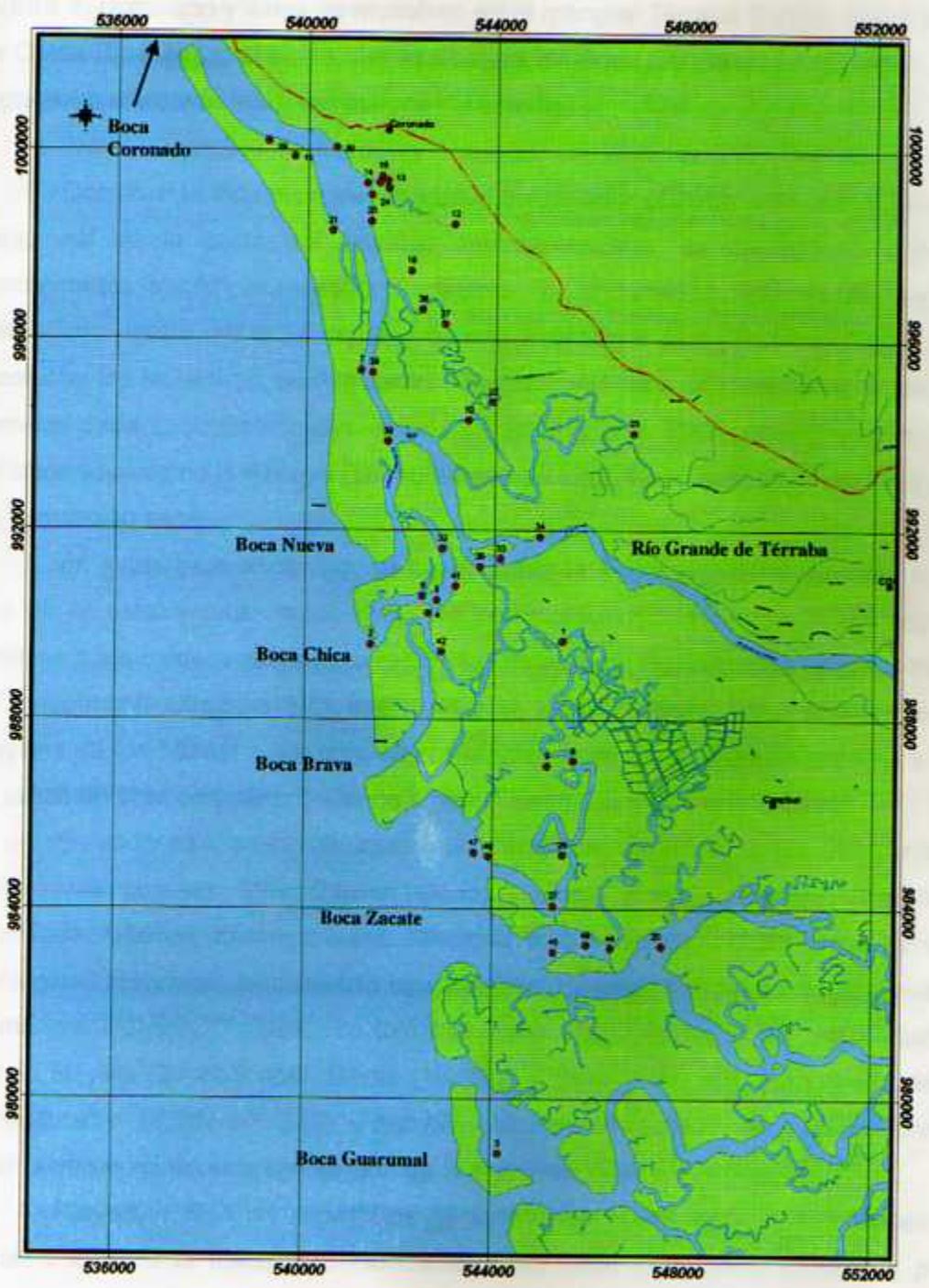


Figura 1. Ubicación y sitios de muestreo en el manglar Térraba Sierpe, Pacífico Sur de Costa Rica. Nota: el punto que se observa en Boca Guarumal corresponde a un organismo colectado fuera del período de estudio.

Debido a la influencia del ambiente estuarino y el clima predominantemente estacional de la costa del Pacífico centroamericano, es de esperar que las comunidades faunísticas muestren variaciones en la densidad de las especies de un sitio a otro dentro del ecosistema y de una estación a otra (Jiménez 1994). Para recolectar los individuos, se realizaron 10 giras mensuales con una duración de una semana cada una, distribuidas entre julio 2002 y julio 2003, abarcando tanto la estación seca como la lluviosa (78 muestreos en total, 42 en la estación lluviosa y 36 en la estación seca).

En estas giras al campo, se buscó cubrir la mayor parte del manglar, por lo que no se establecieron estaciones fijas de recolecta (es decir que no se regresó siempre a los mismos sitios para recolectar de nuevo). Se utilizaron varias técnicas de muestreo (explicadas más adelante) y se procuró recolectar decápodos en la mayoría de los hábitat presentes en el manglar. Para trasladarse de un sitio a otro se utilizó un bote con motor fuera de borda.

En cada sitio donde se realizó un muestreo, se anotaron las coordenadas geográficas con un GPS Garmin eMap, la hora y la técnica de recolección empleada. Además, debido a que los factores físico-químicos actúan como barreras fisiológicas selectivas, permitiendo una distribución específica de los organismos en el manglar (UNESCO 1978), se tomaron datos como salinidad del agua, que se dividió en Alta (20-29.9 ups), Media (10-19.9) y Baja (0-9.9 ups) (con ayuda de un refractómetro (WTW LF 340) y también el tipo de hábitat, el cual se dividió cualitativamente, en seis categorías, de la siguiente forma:

Playones: Son las superficies de sedimento, que quedan expuestas en los canales al bajar la marea. Se caracterizan por tener barro fino, húmedo y poco compacto;

Sedimento entre raíces: es el sedimento que se encuentra directamente entre las raíces de los árboles de manglar;

Canales: son los cursos de agua que dividen el manglar;

Troncos podridos: son aquellas porciones de troncos de mangle que caen al suelo y se encuentran en un estado avanzado de putrefacción. Estos troncos son colonizados por gran variedad de organismos.

Playas arenosas: presentes en las bocas o desembocaduras de los cauces, donde hay contacto directo con el mar;

Barro duro: compacto y con poca humedad; por lo general se encuentra en las márgenes del manglar y la vegetación tiende a ser más terrestre.

3.2.a. Recolecta de decápodos que habitan en el sedimento

Las muestras de sedimento se tomaron entre las raíces de árboles de manglar y en los playones de barro que se forman al bajar la marea, así como en las orillas de los canales. Para tomar las muestras se utilizó un nucleador el cual consiste básicamente en un tubo de plástico de 5.5 cm de diámetro, con una bomba de vacío (Heard *et al.* en prensa). La bomba se colocó encima de las salidas de los agujeros que estos organismos habitan; posteriormente se succionó el lodo (a manera de núcleos) y se pasó por un colador con malla de 1 mm de luz.

También se removió lodo con una palita de jardinería - aún cuando no hubiera en él orificios evidentes - y se pasó por el colador. Al igual que en el método anterior se separaron los individuos presentes.

3.2.b. Recolecta de decápodos nadadores

Las muestras de decápodos nadadores como camarones y cangrejos (de la familia Portunidae), fueron colectadas con diferentes tipos de redes, entre ellas, redes de mano, chinchorros y trasmallos. A excepción del trasmallo, las redes se

pasaron durante la marea baja, es decir, entre dos horas antes y dos horas después del pico mareal más bajo. Los sitios se escogieron tomando en cuenta la experiencia de los pescadores de la región, donde las condiciones fueron apropiadas para utilizar el arte de pesca empleado.

3.2.4. Se utilizó también la red de tranque, que normalmente es un método utilizado para la pesca artesanal de la zona, que consiste en escoger canales muy angostos, donde hay poco flujo de agua en marea baja. Durante esta fase mareal se coloca una red de una pulgada de abertura de malla y se fija al lodo con ayuda de estacas, pero sin extenderla, de manera que no obstaculice el ingreso de animales al canal. Cuando la marea ha subido, se extiende la red para impedir que los animales salgan con la bajante. Una vez que la marea baja de nuevo, se pasa un chinchorro desde el final del canal hacia afuera, hasta el punto en el cual se encuentra la red y así se obtienen los organismos.

3.2.c. Recolecta de decápodos en troncos

Para capturar estos organismos, en cada gira se trasladó a San José un tronco tomado del suelo del manglar. Se escogía un tronco con un nivel de putrefacción alto, que la madera estuviera suave y con muchos huecos y con dimensiones de aproximadamente 60 cm de largo por 12-15 cm de diámetro.

Para llevarlo a San José, se sacaba del manglar el último día de muestreo de cada gira (de forma que llegara lo más fresco posible) y se colocaba en una bolsa plástica bien cerrada, para evitar el escape de organismos.

Al llegar al laboratorio en San José, el tronco se despedazaba hasta llevarlo a los trozos más pequeños posibles y se colocaban en una palangana con una solución de formalina aproximadamente al 5% como fijador. Posteriormente, se esperaba 20 minutos, asegurándose que todos los individuos ya estuvieran muertos y fuera de la madera. Para separar la fauna asociada se fueron lavando y colando los trozos más grandes de tronco (con un colador de 1 mm de luz), hasta obtener

una muestra manejable, compuesta por una mezcla de los animales y los trozos más pequeños de madera. Esta muestra fue analizada al estereoscopio para separar los decápodos.

3.2.d. Recolecta de decápodos que habitan playas arenosas y zonas de barro duro

En general, en estos sitios los decápodos fueron recolectados a mano, sin utilizar ningún tipo de equipo.

3.3. Análisis de las muestras obtenidas

Todas las muestras se procesaron después de cada gira en el Museo de Zoología de la Universidad de Costa Rica. Todos los organismos se fijaron en una solución de formalina al 5%. Posteriormente se lavaron, se identificaron y se almacenaron en alcohol al 70%, para formar parte de la colección de crustáceos del Museo.

3.4. Estadística

Para determinar si existe similitud entre los hábitat, con respecto a la presencia/ausencia de especies en cada uno de ellos, se utilizó el Índice de Sorensen (Krebs 1989). Con éstos datos, se construyó una matriz de disimilitud entre los hábitat muestreados y con base en la matriz, se desarrolló un análisis de distancia (Cluster) (Krebs 1989), en el que se observa gráficamente cuáles hábitat fueron similares y/o diferentes, en cuanto a la composición de las especies de decápodos encontradas.

Además, se realizaron pruebas de Chi-cuadrado para determinar la asociación entre cada especie y un ámbito de salinidad (alta, media o baja).

IV. RESULTADOS

4.1. Inventario

Durante la realización de este trabajo se recolectaron 1782 individuos de decápodos, divididos en 729 machos, 802 hembras (234 de ellas ovígeras) y 251 juveniles. La mayoría de estos organismos (1240), eran camarones que debieron ser recolectados, pues su identificación en el campo es difícil. El resto de los individuos se identificaron por observación y se dejaron en libertad.

En total, se tomaron muestras en 45 sitios dentro del manglar. Los nombres y las coordenadas planas (CRTM) para la mayoría de ellos, se presentan en el Anexo 1.

Se contabilizaron 59 especies de decápodos, distribuidas en 28 géneros pertenecientes a 16 familias (Cuadro 1). De este total, un 8.5% fue representado por el Suborden Dendrobrachiata (Superfamilia Penaeoidea) y un 91.5% por el Suborden Pleocyemata (Infraórdenes Caridea (17%), Thalassinidea (1.7%), Anomura (8.5%) y Brachyura con 64.3% de las especies). La familia con mayor diversidad taxonómica fue Ocypodidae, representada por 18 especies (15 del género *Uca*); la siguen, en cuanto a número de especies, las familias Grapsidae (6 spp.), Xanthidae, Penaeidae y Palaemonidae (todas con 5 spp.). Por otro lado, las familias Atyiidae, Upogebiidae, Hippidae, Diogenidae, Coenobitidae y Pinnotheridae, están representadas por una sola especie. No se encontraron representantes de los Infraórdenes Astacidea ni Palinura.

Cuadro 1. Especies de decápodos encontradas en el manglar Térraba, Pacífico Sur, Costa Rica.

Superfamilia Penaeoidea	Infraorden Caridea	Infraorden Thalassinidea
<p>Penaeidae</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Farfantepenaeus brevisrostris</i> (Kingsley, 1878) -<i>Litopenaeus occidentalis</i> (Streets, 1871) -<i>Litopenaeus stylirostris</i> (Stimpson, 1874) -<i>Litopenaeus vannamei</i> (Boone, 1931) -<i>Trachysalambria brevisuturae</i> (Burkenroad, 1934) 	<p>Atyidae</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Potimirim glabra</i> Kingsley, 1878 <p>Palaemonidae</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Macrobrachium panamense</i> Rathbun, 1912 -<i>Macrobrachium americanum</i> Bate, 1868 -<i>Palaemon gracilis</i> (Smith, 1871) -<i>Palaemon hancocki</i> Holthuis, 1950 -<i>Palaemonetes schmitti</i> Holthuis, 1950 <p>Alpheidae</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Alpheus bouvieri</i> Milne-Edwards, 1878 -<i>Alpheus hamus</i> King & Abele, 1988 -<i>Alpheus mazatlanicus</i> Wicksten, 1983 -<i>Alpheus tenuis</i> King & Abele, 1988 	<p>Upogebiidae</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Upogebia maccrarya</i> Williams, 1986

Infraorden Anomura	Infraorden Brachyura	Infraorden Brachyura (cont.)
<p>Porcellanidae -<i>Petrolisthes zaca</i> Haig, 1968 -<i>Petrolisthes robsonae</i> Glassell, 1945</p>	<p>Portunidae -<i>Arenaeus mexicanus</i> (Gerstaecker, 1856) -<i>Callinectes arcuatus</i> Ordway, 1863 -<i>Callinectes toxotes</i> Ordway, 1863</p>	<p>Ocypodidae -<i>Ocypode gaudichaudii</i> Milne-Edwards & Lucas, 1843 -<i>Ocypode occidentalis</i> Stimpson, 1860 -<i>Uca argillicola</i> Crane, 1941</p>
<p>Hippidae -<i>Emerita rathbunae</i> Schmitt, 1935</p>	<p>Goneplacidae -<i>Cyrtoplax schmitti</i> Rathbun, 1935 -<i>Prionoplax ciliata</i> Smith, 1870</p>	<p>-<i>Uca festae</i> Nobili, 1902 -<i>Uca galapagensis herradurensis</i> Bott, 1954 -<i>Uca heteropleura</i> (Smith, 1870) -<i>Uca inaequalis</i> Rathbun, 1935</p>
<p>Coenobitidae -<i>Coenobita compressus</i> Milne-Edwards, 1837</p>	<p>Xanthidae -<i>Panopeus purpureus</i> Lockington, 1876 -Xanthidae sp. 1 -Xanthidae sp. 2</p>	<p>-<i>Uca oerstedii</i> Rathbun, 1904 -<i>Uca ornata</i> (Smith, 1870) -<i>Uca princeps princeps</i> (Smith, 1870) -<i>Uca pygmaea</i> Crane, 1941</p>
<p>Diogenidae -<i>Clibanarius panamensis</i> Stimpson, 1859</p>	<p>-Xanthidae sp. 3 -Xanthidae sp. 4</p>	<p>-<i>Uca saltitanta</i> Crane, 1941 -<i>Uca stenodactylus</i> (Milne-Edwards & Lucas, 1843) -<i>Uca styliifera</i> (Milne-Edwards, 1852)</p>
	<p>Pinnotheridae -<i>Pinnixa valerii</i> Rathbun, 1931</p>	<p>-<i>Uca thayeri umbratila</i> Crane, 1941 -<i>Uca vocator ecuadorensis</i> Maccagno, 1928 -<i>Uca zaca</i> Crane, 1941</p>
	<p>Grapsidae -<i>Armases occidentale</i> (Smith, 1870) -<i>Aratus pisonii</i> (Milne-Edwards, 1853)</p>	<p>-<i>Ucides cordatus occidentalis</i> (Ortmann, 1897)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Goniopsis pulchra</i> (Lockington, 1876) -<i>Pachygrapsus transversus</i> Gibbes, 1850 -<i>Sesarma aequatoriale</i> Ortmann, 1894 -<i>Sesarma rhizophorae</i> Rathbun, 1906 	<p>Gecarcinidae</p> <ul style="list-style-type: none"> -<i>Gecarcinus lateralis lateralis</i> (Fremenville, 1835) -<i>Gecarcinus quadratus lateralis</i> Saussure, 1853 -<i>Cardisoma crassum</i> Smith, 1870
--	--	---

Los hábitats de palmar, sedimento con arena y mucha vegetación fueron los más comunes en la si, mientras que el manglar y los pozos salados presentaron

Figura 2. Número de familias, géneros y especies de crustáceos decapódos según



La figura 2 muestra la distribución de las familias, géneros y especies de crustáceos decapódos en diferentes tipos de hábitat dentro del estudio. El gráfico muestra que los hábitats de palmar, sedimento con arena y mucha vegetación fueron los más comunes en la si, mientras que el manglar y los pozos salados presentaron

4.2. Factores ambientales

4.2.a. Distribución por hábitat

La Figura 2 presenta la distribución de las familias, géneros y especies que se recolectaron en diferentes tipos de hábitat, dentro del manglar. El hábitat más diverso fue el de los canales con nueve familias, 13 géneros y 21 especies, seguido por los playones (10 familias, 11 géneros y 20 especies) y el sedimento entre raíces (7, 10 y 16, respectivamente), mientras que los troncos podridos (12 spp.), el barro duro (12 spp.) y las playas arenosas (10 spp.), fueron los hábitats donde se encontró el menor número de especies.

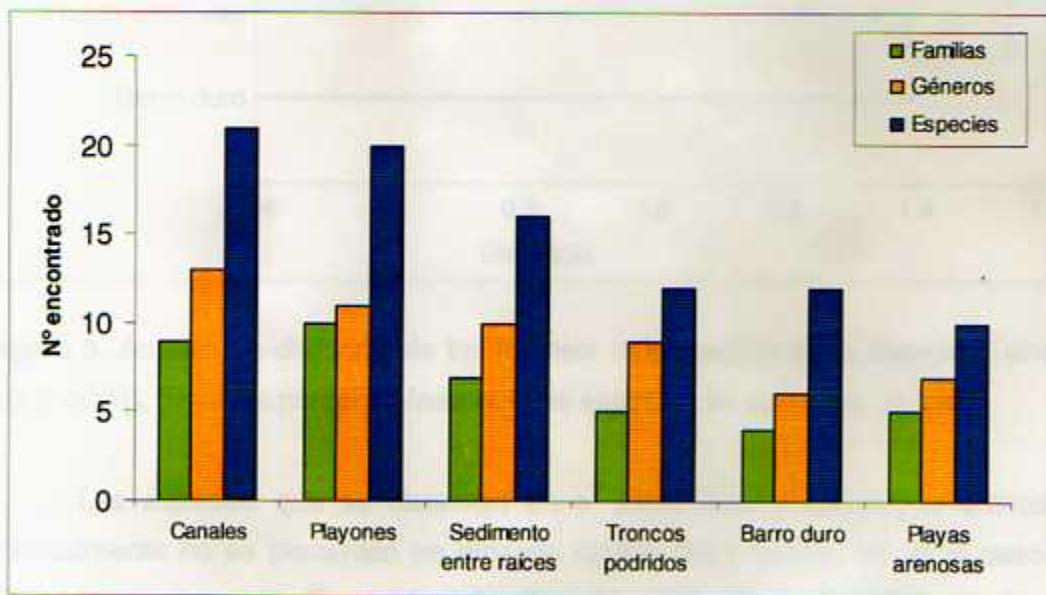


Figura 2. Número de familias, géneros y especies de decápodos encontrados según hábitat, en el manglar Terraba. Julio 2002- Julio 2003.

Los hábitat de playones, sedimento entre raíces y troncos podridos fueron los más similares entre sí, mientras que el barro duro y las playas arenosas presentan

faunas de decápodos bien diferenciadas (entre sí y con respecto a los demás hábitat) (Fig. 3).

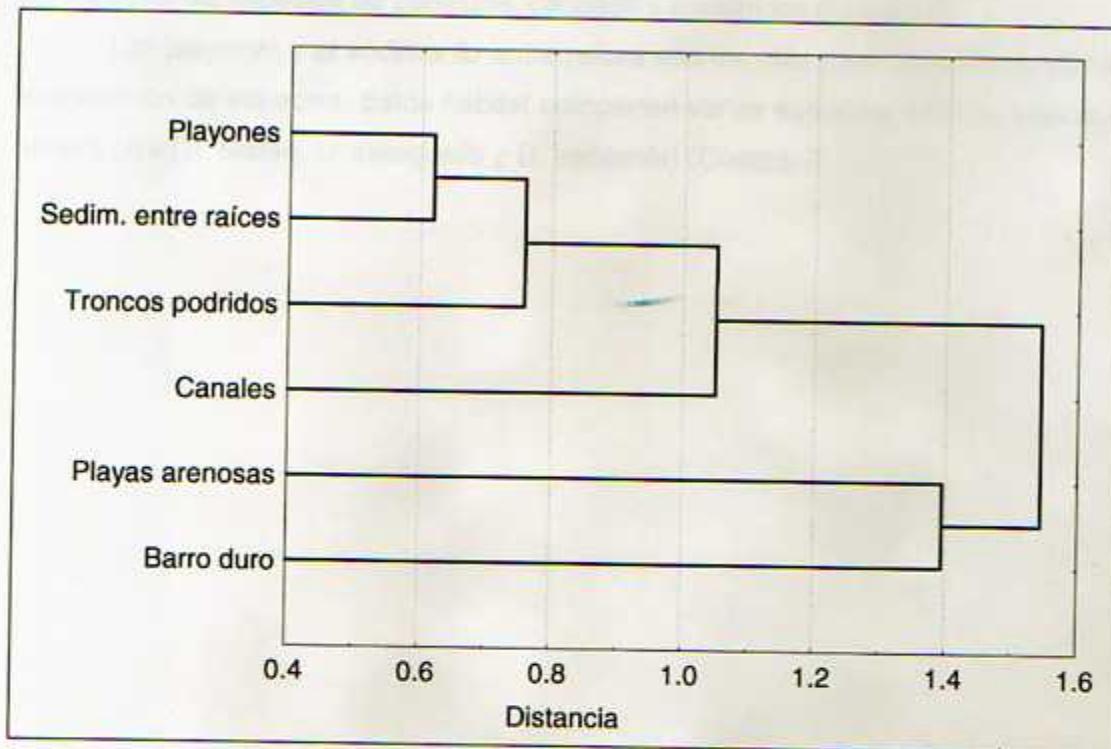


Figura 3. Análisis de distancia de los hábitats muestreados en el manglar Térraba (2002-2003), según la presencia/ausencia de especies en cada uno de ellos.

Las especies que se observan en el barro duro y las playas arenosas, prácticamente no se presentan en ninguno de los otros hábitat, tal es el caso de *Ocypode gaudichaudii*, *O. occidentalis*, *Emerita rathbunae* y *Arenaeus mexicanus* que sólo se encontraron en playas arenosas, o *Cardisoma crassum* y *Sesarma aequatoriale*, que se presentaron solamente en barro duro (Cuadro 2). En un punto intermedio están los canales, donde se presentan especies como *Alpheus tenuis*, *Clibanarius panamensis* y *Panopeus purpureus*, compartidas con los playones, el sedimento entre raíces y los troncos podridos, pero con la diferencia de que es en

Cuadro 2. Lista de las especies colectadas (por hábitat) en el manglar Terraba. Julio 2002- Julio 2003. Las especies están ordenadas alfabéticamente.

Hábitat Especie	Canales	Playones	Sedimento entre raíces	Barro duro	Troncos podridos	Playas arenosas
<i>Alpheus bouviere</i>	X					
<i>Alpheus hamus</i>			X			
<i>Alpheus mazatlanicus</i>		X				
<i>Alpheus tenuis</i>	X	X	X			
<i>Aratus pisonii</i>	X		X		X	
<i>Arenaeus mexicanus</i>						X
<i>Armases occidentale</i>					X	
<i>Callinectes arcuatus</i>	X	X			X	X
<i>Callinectes toxotes</i>	X					
<i>Cardisoma crassum</i>				X		
<i>Clibanarius panamensis</i>	X	X	X	X		X
<i>Coenobita compressus</i>			X			
<i>Cyrtoplax schmitti</i>		X				
<i>Emerita rathbunae</i>						X
<i>Farfantepenaeus brevirostris</i>	X	X				
<i>Gecarcinus lateralis lateralis</i>						X
<i>Gecarcinus lateralis quadratus</i>						X
<i>Goniopsis pulchra</i>			X	X	X	

Hábitat Especie	Canales	Playones	Sedimento entre raíces	Barro duro	Troncos podridos	Playas arenosas
<i>Litopenaeus occidentalis</i>	X					
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	X					
<i>Litopenaeus vannamei</i>	X					
<i>Macrobrachium americanum</i>	X					
<i>Macrobrachium panamense</i>	X					
<i>Ocypode gaudichaudii</i>						X
<i>Ocypode occidentalis</i>						X
<i>Pachygrapsus transversus</i>					X	
<i>Palaemon gracilis</i>	X					
<i>Palaemon hancocki</i>	X					
<i>Palaemonetes schmitti</i>	X					
<i>Panopeus purpureus</i>	X	X	X		X	
<i>Petrolisthes robsonae</i>	X				X	
<i>Petrolisthes zacaе</i>		X		X	X	
<i>Pinnixa valeri</i>		X				
<i>Potimirim glabra</i>	X					
<i>Prionoplax ciliata</i>		X	X		X	
<i>Sesarma aequatoriale</i>				X		
<i>Sesarma rhizophorae</i>			X		X	
<i>Trachysalambria brevisutura</i>	X					

Cuadro 3. Especies con mayor frecuencia de aparición (comunes) en cada uno de los hábitats muestreados. Nota: El número entre paréntesis en la columna "Hábitat", se refiere a las ocasiones en las que se muestreó dicho hábitat.

Hábitat	Especies comunes	
	Especie	Frecuencia (%)
Canales (29)	<i>Palaemon hancocki</i>	44.8
	<i>Palaemon gracilis</i>	41.4
	<i>Palaemonetes schmitti</i>	41.4
	<i>Callinectes arcuatus</i>	27.6
	<i>Macrobrachium panamense</i>	27.6
	<i>Litopenaeus occidentalis</i>	20.7
	<i>Litopenaeus stylirostris</i>	17.2
	<i>Callinectes toxotes</i>	13.8
	<i>Farfantepenaeus brevisrostris</i>	13.8
Playones (15)	<i>Clibanarius panamensis</i>	33.3
	<i>Uca festae</i>	26.6
	<i>U. saltitanta</i>	26.6
	<i>Pinnixa valeri</i>	20
Sedimento entre raíces (10)	<i>Panopeus purpureus</i>	30
	<i>Sesarma rhizophorae</i>	30
	<i>Uca inaequalis</i>	30
Barro duro (9)	<i>Uca</i> (varias especies)	55.5
	<i>Cardisoma crassum</i>	22
Troncos podridos (8)	<i>Panopeus purpureus</i>	50
	<i>Sesarma rhizophorae</i>	50
	<i>Pachygrapsus transversus</i>	25
	<i>Petrolisthes robsonae</i>	25
	<i>Petrolisthes zacaе</i>	25
Playas arenosas (7)	<i>Clibanarius panamensis</i>	28.6
	<i>Gecarcinus</i> spp.	28.6
	<i>Ocypode</i> spp.	43

4.2.b. Distribución según salinidad

Las salinidades registradas en los sitios de recolecta de decápodos variaron entre los 0 a 29.4 ups. De las 59 especies encontradas, 18 solamente se recolectaron en una ocasión, por lo que tienen un único registro de salinidad. Además, hubo otras seis especies que fueron recolectadas en una sola ocasión, pero no se cuenta con el registro de salinidad, en estos casos no se realizó ningún análisis estadístico. Los datos correspondientes a las otras 35 especies (con más de un registro de salinidad), se utilizaron para analizar posibles asociaciones estadísticamente significativas (Chi-cuadrado) entre cada especie y uno de los tres ámbitos de salinidad mencionados en Materiales y Métodos (Alta, Media, Baja). Los resultados de las pruebas Chi-cuadrado, así como la frecuencia de las especies en cada categoría de salinidad, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Frecuencia de aparición de cada especie de decápodo, en cada categoría de salinidad, en el manglar Terraba y resultados de la prueba de asociación (Chi-cuadrado). Especies ordenadas alfabéticamente.

Especie	Frecuencia de la especie en cada categoría de salinidad			Chi ²	P
	Alta (20-29.9 ups)	Media (10-19.9 ups)	Baja (0- 9.9 ups)		
<i>Alpheus tenuis</i>	0.00	0.13	0.05	1.73	n.s.
<i>Aratus pisonii</i>	0.13	0.13	0.05	0.92	n.s.
<i>Callinectes arcuatus</i>	0.67	0.33	0.36	1.16	n.s.
<i>Callinectes toxotes</i>	0.00	0.00	0.36	6.45	0.0398*
<i>Clibanarius panamensis</i>	0.50	0.40	0.10	6.64	0.0361*
<i>Farfantepenaeus brevirostris</i>	0.33	0.42	0.00	5.81	0.0546**
<i>Goniopsis pulchra</i>	0.00	0.07	0.10	0.83	n.s.
<i>Litopenaeus occidentalis</i>	0.00	0.42	0.09	4.45	n.s.
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	0.00	0.25	0.18	0.98	n.s.
<i>Macrobrachium panamense</i>	0.00	0.33	0.36	1.53	n.s.
<i>Ocypode gaudichaudii</i>	0.13	0.00	0.05	1.88	n.s.

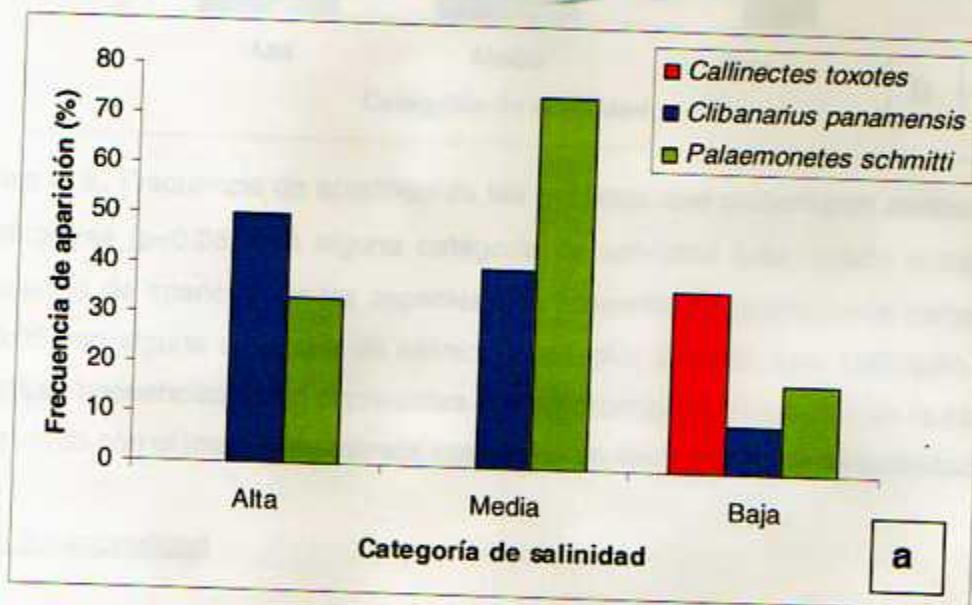
Especie	Frecuencia de la especie en cada categoría de salinidad			Chi ²	P
	Alta (20-29.9 ups)	Media (10-19.9 ups)	Baja (0- 9.9 ups)		
<i>Ocypode occidentales</i>	0.13	0.00	0.05	1.88	n.s.
<i>Pachygrapsus transversus</i>	0.13	0.00	0.05	1.88	n.s.
<i>Palaemon gracilis</i>	0.00	0.50	0.55	2.95	n.s.
<i>Palaemon hancocki</i>	0.33	0.75	0.27	5.61	0.0606**
<i>Palaemonetes schmitti</i>	0.33	0.75	0.18	7.68	0.0215*
<i>Panopeus purpureus</i>	0.38	0.20	0.14	1.92	n.s.
<i>Petrolisthes robsonae</i>	0.00	0.20	0.00	4.05	n.s.
<i>Petrolisthes zaca</i>	0.13	0.07	0.05	0.55	n.s.
<i>Pinnixa valeri</i>	0.00	0.07	0.10	0.83	n.s.
<i>Prionoplax ciliata</i>	0.13	0.07	0.14	0.52	n.s.
<i>Sesarma rhizophorae</i>	0.29	0.07	0.29	4.99	n.s.
<i>Trachysalambria brevisutur</i>	0.33	0.00	0.09	3.81	n.s.
<i>Uca festae</i>	0.13	0.00	0.29	5.42	n.s.
<i>Uca heteropleura</i>	0.00	0.07	0.05	0.54	n.s.
<i>Uca inaequalis</i>	0.13	0.07	0.10	0.22	n.s.
<i>Uca oerstedii</i>	0.00	0.07	0.05	0.54	n.s.
<i>Uca princeps princeps</i>	0.00	0.07	0.05	0.54	n.s.
<i>Uca pygmaea</i>	0.00	0.07	0.05	0.54	n.s.
<i>Uca saltitanta</i>	0.13	0.13	0.05	0.92	n.s.
<i>Uca stenodactylus</i>	0.25	0.13	0.00	4.88	n.s.
<i>Uca zaca</i>	0.00	0.07	0.05	0.54	n.s.
<i>Upogebia maccraryae</i>	0.00	0.07	0.05	0.54	n.s.
Xanthidae sp. 1	0.00	0.15	0.00	4.05	n.s.
Xanthidae sp. 2	0.00	0.15	0.00	4.05	n.s.
Xanthidae sp. 3	0.05	0.08	0.00	0.54	n.s.

Grados de libertad de todos = 2

* Asociación estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

** Asociaciones no significativas, pero cercanas a $p = 0.05$.

Solamente tres especies tienen una asociación significativa con la salinidad en la que fueron encontradas. En el caso de *Callinectes toxotes*, ésta especie se asocia con salinidades bajas (Cuadro 4, Fig. 4a); mientras que *Palaemonetes schmitti*, fue reportada en mayor proporción en salinidades medias y *Clibanarius panamensis* en salinidades altas (Cuadro 4, Fig. 4a). *Farfantepenaeus brevisrostris* y *Palaemon hancocki*, sin tener una asociación estadísticamente significativa también prefirieron las salinidades medias (Cuadro 4, Fig 4b).



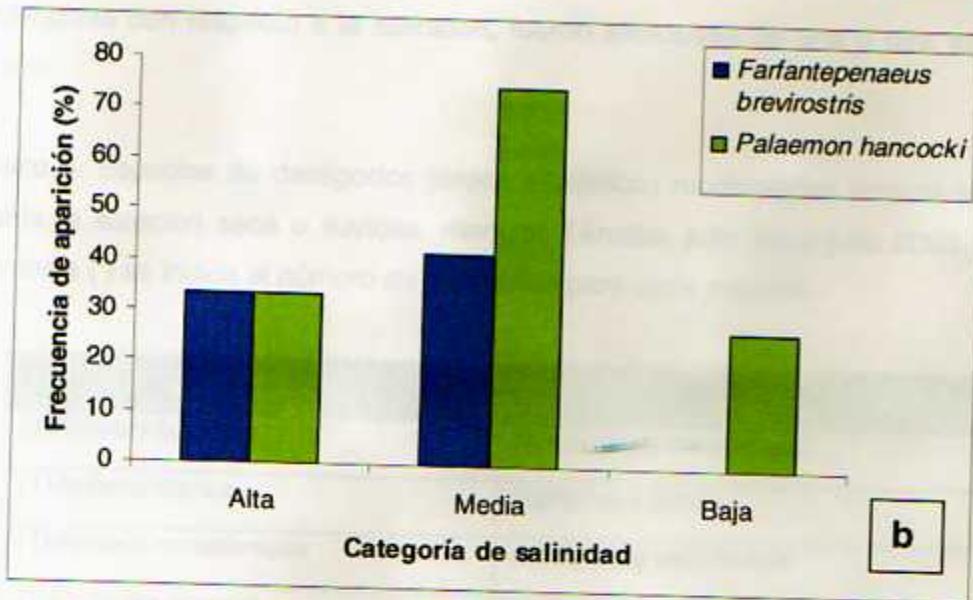


Figura 4. a. Frecuencia de aparición de las especies que presentaron asociaciones significativas ($p < 0.05$) con alguna categoría de salinidad (alta, media o baja). **b.** Frecuencia de aparición de las especies que presentaron asociaciones cercanas a $p = 0.05$ con alguna categoría de salinidad. manglar Térraba, julio 2002-julio 2003. Nota: Las frecuencias están expresadas como porcentaje de aparición de la especie, de acuerdo con el total de muestreos realizados en cada categoría de salinidad.

4.2.c. Estacionalidad

En este estudio se realizaron recolectas de decápodos durante las dos estaciones del año, con 42 muestreos en la estación lluviosa y 36 en la seca. Treinta especies fueron observadas en ambas estaciones, 11 solamente en la estación seca, de las cuales siete se recolectaron una única vez en todo el período de muestreo. Dieciocho especies fueron exclusivas de la estación lluviosa, 11 se recolectaron sólo una vez. En el Cuadro 5, se muestran las especies que fueron exclusivas de cada estación. Ninguna de las especies que presentaron asociaciones

significativas con respecto a la salinidad, fueron exclusivas de una u otra estación del año.

Cuadro 5. Especies de decápodos (orden alfabético) recolectadas exclusivamente durante la estación seca o lluviosa. manglar Térraba, julio 2002-julio 2003. Entre paréntesis () se indica el número de recolectas para cada especie.

Estación lluviosa	Estación seca
(1) <i>Alpheus bouviere</i>	(1) <i>Arenaeus mexicanus</i>
(1) <i>Alpheus hamus</i>	(3) <i>Alpheus tenuis</i>
(1) <i>Alpheus mazatlanicus</i>	(1) <i>Armases occidentale</i>
(1) <i>Cyrtoplax schmitti</i>	(5) <i>Farfantepenaeus brevisrostris</i>
(1) <i>Emerita rathbunae</i>	(6) <i>Litopenaeus occidentalis</i>
(1) <i>Litopenaeus vannamei</i>	(1) <i>Sesarma aequatoriale</i>
(1) <i>Macrobrachium americanum</i>	(1) <i>Uca ornata</i>
(1) <i>Potimirim glabra</i>	(1) <i>Uca stylifera.</i>
(2) <i>Trachysalambria brevisuturae</i>	(1) <i>Uca vocator ecuadorensis</i>
(1) <i>Uca argillicola</i>	(2) <i>Uca zacae</i>
(1) <i>Uca galapaguensis herradurensis</i>	(3) <i>Xanthidae sp. 3</i>
(2) <i>Uca heteropleura</i>	
(2) <i>Uca oerstedii</i>	
(2) <i>Uca princeps princeps</i>	
(1) <i>Uca thayeri umbratila</i>	
(1) <i>Ucides cordatus occidentalis</i>	
(2) <i>Upogebia maccroryae</i>	
(1) <i>Xanthidae sp. 4</i>	

V. DISCUSIÓN

5.1. Inventario

La diversidad de decápodos encontrada en este manglar (59 spp.), representa el 14% del número total de crustáceos decápodos informados para la costa pacífica de Costa Rica (419 spp., Vargas y Wehrtmann en prensa). De acuerdo con la división de grupos presentada en el Cuadro 1, se observa que el manglar Térraba presenta el 19.2% de los decápodos penaeoideos reportados para el Pacífico de Costa Rica; 19.2% de los braquiuros; 12.7% de los carideos; 7.1% de los talasinideos y 5.2% de las especies de anomuros (Vargas y Wehrtmann, en prensa) (Cuadro 6).

Cuadro 6. Número de especies de decápodos para la costa pacífica de Costa Rica y comparación con el manglar Térraba.

Penaeoidea	Caridea	Anomura	Brachyura	Thalassinidea	Astacidea y Palinura	Referencias
26	79	97	198	14	5	(1)
5	10	5	38	1	0	(2)

(1) Wehrtmann y Vargas, en prensa (Costa Rica)

(2) Presente estudio (Térraba)

Lo anterior indica que este manglar es un sitio de gran importancia y un punto clave como reservorio de la biodiversidad de decápodos a nivel nacional, a pesar de que, según la literatura y como se aprecia más adelante, estos

ecosistemas han sido considerados como de baja diversidad taxonómica al compararse con otros.

Por ejemplo Abele (1974), revisó la diversidad de especies de crustáceos decápodos en hábitats marinos tropicales de Panamá y concluyó que el de rocas intermareales (Caribe: 67 spp.; Pacífico: 78 spp.) y el de corales (Pacífico: 55 spp.) contenían el mayor número de especies. La diversidad de especies en manglares fue relativamente baja (Caribe: 17 spp.; Pacífico: 20 spp.), y solamente las playas arenosas, los playones (sand-mud beaches) y las comunidades de *Spartina* (pasto acuático) presentaban menos especies de decápodos.

Los resultados del presente estudio demuestran claramente que la diversidad de especies de decápodos en el humedal Terraba, es considerablemente mayor que en Panamá (Abele 1974). Considerando las 59 especies recolectadas en el área de estudio, esta diversidad colocaría a los manglares cerca de los corales de Panamá. Aún si se eliminan las especies de decápodos encontradas únicamente en playas arenosas o playones (14 en total), el manglar Terraba cuenta con 45 especies, el doble de lo reportado por Abele (1974).

Cuando se le compara con los resultados obtenidos en otras áreas de Latinoamérica (Cuadro 7), la diversidad de especies de decápodos asociados con el manglar Terraba puede considerarse muy alta (59 especies, 28 géneros y 16 familias). Ferreira y Sankarankutty (2002) enumeraron un total de 69 especies de decápodos, sin embargo, su estudio comprendía dos sistemas estuarinos del norte de Brasil, no sólo manglares. Posiblemente, la lista de especies de decápodos más extensa es la que von Prah *et al.* (1990) elaboraron para el Pacífico colombiano: mencionando un total de 106 especies, 51 géneros y 22 familias y abarcando la información disponible de todos los manglares a lo largo de la costa Pacífica colombiana, incluyendo islas. De estas 106 especies, 39 se encontraron en Terraba. Con un período de muestreo relativamente corto y un sólo sistema de manglar estudiado, en el presente trabajo se registró aproximadamente el 50% del número de especies reportadas para la costa Pacífica de Colombia en su totalidad. Además,

hay 19 especies que se reportan para el manglar de Térraba, que no fueron registradas por von Prahil *et al.* (1990).

Debe resaltarse que en esta investigación se trabajó específicamente en el área Térraba del manglar, sin tomar en cuenta la sección que corresponde al Río Sierpe. Esta situación hace pensar que la diversidad del sistema en su totalidad (tomando en cuenta ambas secciones del humedal) podría ser aún mayor que la presentada en este estudio. Un ejemplo de ello es la especie *Upogebia vargasae* Williams, 1997, la cual es conocida sólo de la localidad tipo (Boca Guarumal), que se encuentra en la sección Sierpe del humedal (Vargas y Cortés 1999) y que no fue encontrada durante la presente investigación.

Cuadro 7. Comparación de la diversidad taxonómica de los decápodos del manglar Térraba con los resultados de otras áreas tropicales.

Sitio	Familias	Géneros	Especies
Pacífico de Colombia (von Prahil <i>et al.</i> 1990)	22	51	106
N Brasil (Ferreira y Sankarankutty, 2002)	-	-	69
Manglar de Térraba (presente estudio)	16	28	59
NE Brasil (Calado y De Sousa, 2003)	16	29	55
E África (Cannicci, unpubl. data)	10	30	47
N Brasil (Coelho, 1965)	14	23	38
Sinaloa, Golfo Cal., México (Hendrickx, 1984)	12	19	31
Pacífico de Panamá (Abele, 1974)	-	-	20
Baja California Sur, México (F. Pico, com. pers.)	11	17	20

Respecto a los manglares del este africano, Diop *et al.* (2001) indican que la información acerca de los invertebrados que viven en manglares es muy escasa en esta zona, sin embargo S. Cannicci (com. pers.) combinó los resultados de sus observaciones personales a través de diez años de investigación en manglares con

los reportes publicados en la literatura y encontró un total de 47 especies, 30 géneros y 10 familias. En comparación con los resultados de los manglares en América Latina y en el este africano, Terraba puede ser considerado como un sistema de manglar con alta diversidad de especies de decápodos.

Ocypodidae y Grapsidae fueron las familias de Brachyura más diversas (18 y seis especies, respectivamente), mientras que Penaeidae y Palaemonidae fueron las familias de más diversas entre los decápodos no-braquiuros, lo que concuerda con los resultados de otras investigaciones realizadas en América Latina (Colombia: von Prah *et al.* 1990, Brasil: Coelho 1965, Cobo *et al.* 1994, Oshiro *et al.* 1998, diversos países: Jones 1984, Macintosh 1988) y el este africano (Hartnoll 1975, Jones 1984, Hartnoll *et al.* 2002 y las referencias citadas allí; Cannicci, unpubl. data).

Los cangrejos braquiuros han sido considerados como organismos predominantes en las comunidades de manglar (Macintosh 1988). Por esta razón, la mayoría de los estudios realizados en estos ambientes se refieren exclusivamente a cangrejos braquiuros (Jones 1984, Pita *et al.* 1985, Branco 1990, Cobo *et al.* 1994, Vergara-Filho 1994, Oshiro *et al.* 1998, Salgado-Barragán y Hendrickx 2002, Pico *et al.* 2003), lo que podría haber llevado a una subestimación de la diversidad taxonómica de los decápodos no-braquiuros que habitan los manglares. De acuerdo con el presente trabajo en Terraba, el aporte de otros grupos de decápodos en cuanto a diversidad también fue importante, sumando 26 especies (45.6%; Cuadro 1). Las listas de especies de otros sistemas de manglar también confirman la importancia numérica de Palaemonidae y Penaeidae en este tipo de hábitat (von Prah *et al.* 1990). Por lo tanto, se hace énfasis en que los próximos estudios de comunidades de invertebrados en manglares, también deberían tomar en cuenta a los decápodos no-braquiuros.

5.2. Factores ambientales

5.2.a. Distribución según hábitat

Todavía existe una controversia sobre si realmente existe o no una fauna especializada de manglar (Jones 1984, Lacerda *et al.* 2001), ya que todos los géneros presentes en él también están presentes en otros ecosistemas. Sin embargo, Jones (1984) afirma que la fauna del manglar no sólo depende del ambiente general circundante (clima y otros), si no que depende de los hábitat creados por la presencia misma de los manglares. El desarrollo de estos bosques en una zona costera, trae consigo la acumulación de sedimentos y además produce una serie de hábitat y microhábitat que permiten la presencia de lo que podría llamarse una fauna de manglar característica, que es distinta a la de otras zonas costeras donde no se cuenta con estos bosques.

A través de la revisión de la literatura, se observa una preferencia de las especies presentes en el manglar, por determinados tipos de hábitat. Esta preferencia de hábitat o sustrato es bastante uniforme, independientemente de la zona geográfica donde se encuentre el sistema de manglar (Jones 1984). Por ejemplo, se observan similitudes importantes del presente trabajo con respecto al de Jones (1984) (que es una revisión de todas las especies de decápodos que habitan manglares según área geográfica), según el cual los portúnidos son típicos de canales, las especies de *Uca* de playones; *Aratus pisonii*, *Goniopsis pulchra* y, *Pachygrapsus transversus* para ramas o troncos podridos, sesármidos para suelo de manglar y grápsidos como representantes característicos de las ramas de árboles. También se menciona el género *Cardisoma* como habitante regular de las zonas más terrestres del manglar. Macintosh (1988) hace alusión a las especies acuáticas, donde destacan los peneidos como *L. vannamei*, *L. stylirostris* y *F. brevisrostris*, todos ellos presentes en el manglar de Térraba.

Esta composición de especies concuerda también con las preferencias alimentarias de los organismos ya que las especies de grápsidos y sesármidos se alimentan prioritariamente de hojas, mientras que los ocapódidos en su mayoría obtienen el alimento (bacteria, diatomeas, materia orgánica, detritus) de los sedimentos finos (como los que se encuentran en los playones) (Jones 1984).

Otros estudios que exponen composiciones similares de especies por sustrato o hábitat, y refuerzan lo expresado anteriormente, son el de Macintosh (1988), que presenta los principales hábitats en el manglar y las especies más representativas de cada uno; el de Lacerda *et al.* (2001), que informa las especies comunes para ambas costas del continente americano y el de Salgado-Barragán y Hendrickx (2002), que presenta la asociación existente entre las especies del género *Panopeus* y el hábitat de raíces de mangle en México.

Cuando se habla de la diversidad de las especies de acuerdo con el hábitat, en el presente estudio se observó que los canales presentaron el mayor número de especies, seguidos de los playones y el sedimento entre raíces; los otros hábitats estudiados alcanzaron una diversidad de especies de decápodos bastante menor (Fig. 2). Al comparar el presente estudio con el de Coelho (1965) en los manglares del norte de Brasil, se observa que a pesar de que en Terraba se encontró un mayor número de especies que las reportadas por este autor, los resultados en cuanto a la preferencia de hábitat, por parte de las especies son muy similares. Coelho encontró que los canales (12 spp.) y el sedimento entre raíces (9 spp.) fueron los sustratos o hábitat más diversos en los sistemas de manglar que él estudió. Se listaron también especies asociadas con troncos en descomposición; su número (5 spp.) es mucho menor que el observado para el presente estudio (12 spp.; Fig. 2).

Si se compara la información presentada anteriormente con los resultados en el Cuadro 2, se observa que la preferencia de hábitat en el manglar Terraba, corresponde a lo esperado según la literatura. Los resultados de esta investigación indican que el sustrato o hábitat, juega un importante rol en cuanto a la distribución de las especies de decápodos en el sistema estudiado.

5.2.b. Distribución según salinidad

A pesar de que existe alguna diferenciación entre las especies en cuanto a su tolerancia a la salinidad, muchos de los cangrejos que habitan los manglares, no sólo toleran los ámbitos de salinidad que se encuentran en ellos, si no que además pueden extenderse a sitios donde los regímenes de salinidad incluso restringen a la vegetación de manglar (Jones 1984, Macintosh 1988). Es decir que aún cuando existen algunas especies para las cuales se ha reportado una preferencia por determinados ámbitos de salinidad (Frusher *et al.* 1994), la mayoría de las especies que habitan sistemas de manglar (y que por lo tanto, están constantemente expuestas a cambios importantes de salinidad de acuerdo a las mareas y a otros regímenes hidrológicos), presentan adaptaciones fisiológicas y morfológicas que les permiten aumentar su tolerancia y, al mismo tiempo, su supervivencia (Jones 1984).

Estas adaptaciones son bien conocidas para las familias Grapsidae y Ocypodidae, en especial para el género *Uca* (Macintosh 1988), por lo que los resultados de este estudio concuerdan con lo esperado en el sentido de que ninguna de las especies de estas dos familias presentó una preferencia por algún ámbito de salinidad específico (ver Cuadro 3). Asimismo, Salgado-Barragán y Hendrickx (2002) encontraron que las especies de Xanthidae que ellos estudiaron fueron eurihalinas, al igual que las especies de Xanthidae informadas en este estudio para el manglar de Terraba.

El caso de las especies nadadoras es distinto pues éstas tienen una mayor posibilidad de trasladarse a sitios donde la salinidad les es más favorable. Aún así, no se encontró una relación significativa en la mayoría de las especies con respecto a la salinidad. Las especies del género *Litopenaeus* no presentaron preferencias por ningún ámbito, a pesar de que en algunos estudios experimentales se ha observado que hay un cambio en la preferencia de salinidad dependiendo del estadio del ciclo de vida (Macintosh 1988). Se piensa que esta preferencia puede ser adaptativa y en

parte responsable (junto con los ciclos mareales) por las migraciones desde el mar a la costa y viceversa (Macintosh 1988).

En síntesis, a pesar de que pueden existir preferencias de salinidad en determinados momentos del ciclo de vida de un organismo, en este estudio esa diferencia no se observó para ninguna de las especies del género *Litopenaeus* (aunque sí hubo variaciones con respecto a la estación del año), posiblemente porque las preferencias son menos claras en el campo, donde se mezclan diversos cuerpos de agua.

Lo anterior sucede también con especies de *Brachyura*. Por ejemplo Frusher *et al.* (1994) indicaron que las tolerancias de salinidad y las habilidades osmorreguladoras observadas en el laboratorio, no reflejan adecuadamente la distribución de los cangrejos en los bosques de manglar. Para estos autores la salinidad falló en explicar los patrones de distribución de las cuatro especies que ellos analizaron.

Entre las especies que sí presentaron preferencia por determinado ámbito de salinidad (Fig. 4), se resalta el caso de *Callinectes toxotes*, que muestra una clara asociación con sitios de salinidades bajas, a diferencia de su congénere (*C. arcuatus*) que se presenta mayoritariamente en salinidades medias-altas. Esta separación ha sido corroborada por otro estudio realizado con estas dos especies en el mismo sistema (P. Zamora, com. pers.) e indica que podría existir una separación de nichos entre estas dos especies en el manglar.

Además de ésta, se presentan otras especies (*Clibanarius panamensis* y *Palaemonetes schmitti*) que se asociaron con salinidades altas y medias, respectivamente. Estas dos especies en particular, fueron bastante comunes en el manglar de Terraba, encontrándose en gran cantidad de muestreos, lo cual favoreció la exactitud del análisis estadístico. Podría esperarse que teniendo más datos para otras especies, en especial las nadadoras (que pueden desplazarse con mayor facilidad a través del manglar y tienen más oportunidad de escoger los sitios que presentan las condiciones más favorables para ellos), se encuentren más

asociaciones significativas con respecto a la salinidad, no así para el resto de los decápodos cuyo transporte dentro del manglar está más limitado.

5.2.c. Estacionalidad

Las únicas dos especies para las cuales se puede afirmar un comportamiento estacional son *Farfantepenaeus brevirostris* y *Litopenaeus occidentalis*. Ambas especies se encontraron en el manglar solamente durante la estación seca y se convirtieron en especies comunes (se recolectaron seis veces), al contrario de la estación lluviosa, durante la cual desaparecen por completo (Fig. 5).

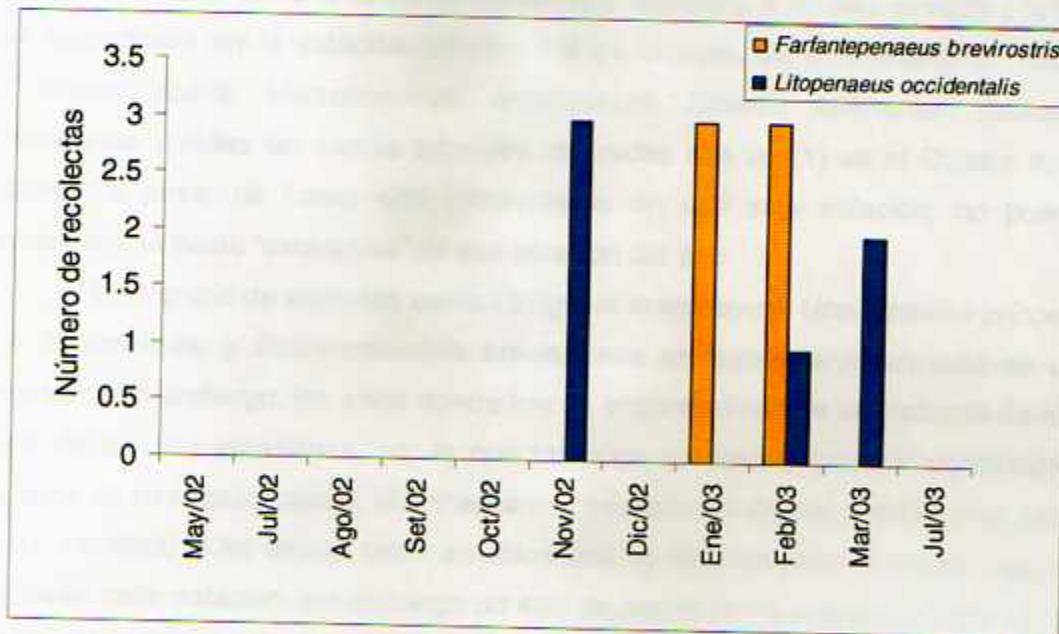


Figura 5. Número de recolectas de *F. brevirostris* y *L. occidentalis* durante el período de estudio. Comparación entre las estaciones lluviosa y seca.

Estas variaciones temporales pueden estar relacionadas con las precipitaciones o con migraciones reproductivas (Macintosh 1988, Lavrado et al. 2000) ya que en ambas especies, todos los individuos recolectados fueron juveniles.

Este patrón concuerda con las migraciones que realizan los peneidos a través de su ciclo de vida, en el cual los adultos se reproducen y desovan en mar abierto (12-25 km de distancia a la costa), las larvas y postlarvas migran hacia los manglares donde encuentran refugio y alimento (permaneciendo allí por varios meses) saliendo posteriormente como juveniles y subadultos hacia el mar para un nuevo proceso reproductivo (Macintosh 1988).

En cuanto al resto de las especies, aunque algunas se recolectaron exclusivamente en una de las estaciones del año, ya sea la lluviosa o la seca, es difícil establecer un patrón, ya que no se visitaron los mismos sitios durante las dos estaciones. Por lo tanto, al haber sitios que se visitaron una sola vez, se imposibilita una comparación entre la fauna de decápodos encontrada en esa ocasión y la que se encontraría en la estación faltante. Tal es el caso de *U. stylifera*, *U. ornata*, *Potimirim glabra*, *Macrobrachium americanum*, *Emerita rathbunae*, *Arenaeus mexicanus* y todas las demás especies marcadas con un (1) en el Cuadro 4; las cuales, a pesar de haber sido recolectadas en una sola estación, no pueden considerarse como "exclusivas" de esa estación del año.

Otro grupo de especies como *Upogebia maccraryae*, *Uca princeps princeps*, *U. heteropleura* y *Trachysalambria brevisuturae* se recolectaron en más de una ocasión, sin embargo, los sitios donde fueron encontradas sólo se visitaron durante una de las dos estaciones, por lo que tampoco es posible generar conclusiones acerca de su estacionalidad. Mientras tanto, las especies *Alpheus tenuis*, *Uca zacae* y *U. oerstedii*, si se recolectaron en sitios que se muestrearon al menos una vez durante cada estación, sin embargo un solo muestreo no es suficiente para afirmar que estas especies se encuentren solamente en una u otra estación.

Probablemente, para poder llegar a conclusiones acertadas acerca de la estacionalidad de los decápodos del manglar Terraba – Sierpe, sería necesario realizar un estudio, donde se reduzca la cantidad de sitios a visitar y en cambio se realicen más muestreos en cada sitio (varios durante cada estación del año).

VI. CONCLUSIONES

Aún cuando el área de Térraba no puede ser considerada un sitio sin alteraciones, el presente estudio demuestra claramente que un sólo sistema de manglar puede servir como un importante reservorio de especies. Se propone en este estudio, que la relativa gran extensión del manglar, así como su complejidad favorecen la alta diversidad de especies de decápodos, ya que se ha observado que la diversidad de la carcinofauna está fuertemente relacionada con la geomorfología del sustrato (Ferreira y Sankarankutty 2002).

La diversidad de especies del Sistema de manglar Térraba podría ser aún mayor que la informada en el presente estudio al incrementarse los muestreos en la sección Sierpe del humedal.

Los resultados de esta investigación indican que el sustrato o hábitat, juega un importante rol en cuanto a la distribución de las especies de decápodos en el sistema estudiado.

La salinidad no puede considerarse como un factor determinante en la distribución de los organismos a través del manglar, ya que en su mayoría éstos están bien adaptados para tolerar los cambios que se presentan en la concentración de sales a través de los ciclos mareales y de las estaciones del año. Asimismo, estas variaciones cíclicas en la salinidad son también influyentes en cuáles especies pueden o no colonizar el manglar, ya que aquéllas que presenten límites de tolerancia muy reducidos, probablemente no podrán habitar allí.

Por este motivo, cualquier plan para modificar este sistema (como la posible construcción de una represa hidroeléctrica) debe ser estudiado con gran detenimiento para evitar efectos negativos en la comunidad de manglar y en la composición y diversidad de especies que se asocian y dependen de él. Especial atención debe prestarse a las especies de importancia comercial, como *Litopenaeus occidentalis* y *Farfantepenaeus brevisrostris*, que muestran variaciones de acuerdo a

la estación del año. Esto indica que una modificación en los ciclos hidrológicos naturales, podría tener consecuencias para las poblaciones de estas especies, que a su vez tienen importancia económica relacionada con la pesca.

Es importante estudiar otras áreas de manglar en Costa Rica y mantener un monitoreo para obtener información con respecto a posibles cambios en la diversidad de especies, debidos a alteraciones de origen antropogénico y/o climático.

Para próximas investigaciones relacionadas con la fauna de invertebrados en manglares se recomienda tomar en cuenta también a las especies de decápodos no braquiuros, ya que éstos son un componente importante de la fauna, que en muchas ocasiones se pasan por alto.

- Río Cambalú, C.C. *Reservio de Biosfera y Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Marino Isla del Coco*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2004. 100 p.
- Camilleri, J. 1988. Local fidelity and dispersal in a mangrove forest in Queensland. *Mar. Biol.* 102: 483-492.
- Carnold, S., S. Frañes, R.K. Fisher & M. Varini. 1995. Trait fidelity and home fidelity in the tree crab *Scolecopagus opalium* (Decapoda: Grapsidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 196: 205-217.
- Carnold, S., S. Frañes & M. Varini. 1999. Site-fidelity homing in tree crabs (Decapoda: genus Uca) a homing mechanism not based on local visual landmarks. *Ethology* 105: 557-560.
- Chaves, F.A. 1995. Descripción, diversidad y dinámica poblacional de la comunidad animal de la Reserva Forestal Tenorio-Sarapiquí. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 103 p.
- Cheng, P.W. 1988. Propuesta de manejo forestal, pesquero y turismo integrado de los recursos de manglar en la Reserva Forestal Tenorio-Sarapiquí. Costa Rica. Programa de Cooperación Técnica FAO, Roma. 122 p.
- Cobo, V.J., A. Francisco, E.L.M. Mariluzo, M.A.A. Pizarro, G. Sáenz & L.A. de Góes. 1994. Composição das Brachiúras (Crustacea, Decapoda) no

VII. REFERENCIAS

- Abele, L.G. 1974. Species diversity of decapod crustaceans in marine habitats. *Coelb. Ecology* 55:156-161.
- Asch Q.C. & B.O. Solano. 1991. Clasificación y perspectivas de manejo de los humedales Térraba-Sierpe. Tesis Licenciado Geografía Física, Univ. Nacional, Heredia, Costa Rica. 230 p.
- Branco, J.O. 1990. Aspectos ecológicos dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) no manguezal do Itacorubi, SC – Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 7: 165-179.
- Branco, J.O., L. Clezar, M. Hostil Silva, A.M.T. Rodríguez, E.J. Rebelo & P.Z. Wegner. 1994. Levantamento da ictiofauna e carcinofauna do manguezal do Rio Camboriú, SC. *Anais III Simp. Ecosist. Costa Brasileira: subsídios a um gerenciamento ambiental. Publ. ACIESP* 1 (87): 297-304.
- Camilleri, J. 1989. Leaf choice by crustaceans in a mangrove forest in Queensland. *Mar. Biol.* 102: 453-459.
- Cannicci, S., S. Ritossa, R.K. Ruwa & M. Vannini. 1996. Tree fidelity and hole fidelity in the tree crab *Sesarma leptosoma* (Decapoda: Grapsidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 196: 299-311.
- Cannicci, S., S. Fratini & M. Vannini 1999. Short-range homing in fiddler crabs (Ocypodidae, genus *Uca*): a homing mechanism not based on local visual landmarks. *Ethology* 105: 867-880.
- Chicas, F.A. 1995. Distribución, diversidad y dinámica poblacional de la ictiofauna comercial de la Reserva Forestal Térraba-Sierpe, Punterenas, Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica. 115 p.
- Chong, P.W. 1988. Propuesta de manejo forestal, planeamiento y utilización integrada de los recursos de mangle en la Reserva Forestal Térraba-Sierpe, Costa Rica. Programa de Cooperación Técnica, FAO, Roma. 172 p.
- Cobo, V.J., A. Fransozo, F.L.M. Mantelatto, M.A.A. Pinheiro, S. Santos & J.M. de Góes. 1994. Composição dos braquiúros (Crustacea, Decapoda) no

- manguezal formado pelos rios Comprido e Escuro, Ubatuba (SP). Anais III Simp. Ecosist. Costa Brasileira: subsídios a um gerenciamento ambiental. Publ. ACIESP 1 (87): 146-150.
- Coelho, P. 1965. Os crustáceos decápodos de alguns manguezais pernambucanos. Inst Oceanogr. Univ. Fed. Pernambuco, 7/8: 71-90.
- Conde, J.E. & H. Díaz. 1989. The mangrove tree crab *Aratus pisonii* in a tropical estuarine coastal lagoon. Estuar. Coast. Shelf Sci. 28: 639-650.
- Cordero, P. 2000. El manglar más grande de Costa Rica: experiencias de la UICN en el proyecto DANIDA-MANGLARES de Térraba-Sierpe. UICN, San José, Costa Rica. 40 p.
- D'Croz, L. & B. Kwiecinsky. 1980. Contribución de los manglares a las pesquerías de la Bahía de Panamá. Rev. Biol. Trop. 28: 13-29.
- Díaz, H. & E. Conde. 1988. On the food sources for the mangrove tree crab *Aratus pisonii* (Brachyura: Grapsidae). Biotropica 20: 348-350.
- Díaz-González, G. & L. Soto. 1988. Hábitos alimenticios de peces depredadores del sistema lagunar Huizache-Caimanero, Sinaloa, México. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nac. Autón. México, 15: 97-123.
- Diop, E.S., C. Gordon, A.K. Semesi, A. Soumaré, N. Diallo, A. Guissé, M. Diouf & J.S. Ayivor. 2001. Mangroves of Africa. Pp. 63-121. In: L.D. Lacerda (ed.). Mangrove Ecosystems: Function and Management. Springer-Verlag, Germany.
- Dittel, A.I., C.E. Epifanio & O. Lizano. 1991. Flux of crab larvae in a mangrove creek in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Estuar. Coast. Shelf Sci. 32: 129-140.
- Ferreira, A.C. & C. Sankarankutty. 2002. Estuarine carcinofauna (Decapoda) of Rio Grande do Norte, Brazil. Nauplius 10: 121-129.
- Frusher, S.D., R.L. Giddins & T.J. Smith III. 1994. Distribution and abundance of grapsid crabs (Grapsidae) in a mangrove estuary: effects of sediment characteristics, salinity tolerances, and osmoregulatory ability. Estuaries 17: 647-654.

- Hartnoll, R.G. 1975. The Grapsidae and Ocypodidae (Decapoda: Brachyura) of Tanzania. *J. Zool. Lond.* 177: 305-328.
- Hartnoll, R.G., S. Cannicci, W. D. Emmerson, S. Fratini, A. Macia, Y. Mgaya, F. Porri, R.K. Ruwa, J.P. Shunula, M.W. Skov & M. Vannini. 2002. Geographic trends in mangrove crab abundance in East Africa. *Wetlands Ecol. Manag.* 10: 203-213.
- Heard, R., O. Breedy & R. Vargas. En prensa. Tanaidaceans. *In*: I.S. Wehrtmann & J. Cortés (eds.). *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America*. Springer-Verlag, Berlin.
- Hendrickx, M.E. 1984. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa, Mexico. II. The decapod crustaceans of Estero El Verde. *An. Inst. Cien. Mar Limnol. Univ. Nac. Autón. Méx.* 11: 23-48.
- Jiménez, J. 1994. Los manglares del Pacífico de Centroamérica. Edit. Fund. UNA, Heredia, Costa Rica. 336 p.
- Jiménez, J. 1999. El manejo de los manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos tradicionales y potenciales. Pp. 275-290. *In*: A. Yáñez-Arancibia & A.L. Lara-Domínguez (eds.). *Ecosistemas de manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/NORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA.
- Jiménez, J. & R. Soto. 1985. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la costa Pacífica de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 33: 25-37.
- Jones, D.A. 1984. Crabs of the mangal ecosystem. Pp. 89-109. *In*: D. Por & I. Dor (eds.). *Hydrobiology of the Mangal*. Dr. W. Junk Publ., The Hague.
- Kathiresan, K. & B.L. Bingham. 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Adv. Mar. Biol.* 40: 81-251.
- Koch, V. & M. Wolff. 2002. Energy budget and ecological role of mangrove epibenthos in the Caeté estuary, North Brazil. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 228: 119-130.

- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper & Row, New York. 654 p.
- Lacerda, L.D., J.E. Conde, C. Alarcón, R. Álvarez-León, P.R. Bacón, L. D'Croz, B. Kjerfve, J. Polaina & M. Vannucci. 1993. Mangrove ecosystems of Latin America and the Caribbean: a summary. Pp. 1-41. *In*: L.D. Lacerda (Project coordinator) Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa regions. ITTO/ISME Project PD 114/90 (F), Part I. Okinawa, Japón.
- Lacerda, L.D., J.E. Conde, B. Kjerfve, R. Alvarez-León, C. Alarcón & J. Polanía. 2001. American Mangroves. Pp. 1-62. *In*: L.D. Lacerda (ed.). *Mangrove Ecosystems: Function and Management*. Springer-Verlag, Germany.
- Lahmann, E.J. 1999. La Reserva Forestal Térraba-Sierpe, Costa Rica: Un ejemplo de uso adecuado del manglar. Pp. 291-298. *In*: A. Yáñez-Arancibia & A.L. Lara-Domínguez (eds.). *Ecosistemas de manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología, A.C. México, UICN/NORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS Silver Spring MD USA.
- Lavrado, H.P., A.P.C. Falcão, P. Carvalho-Cunha & S.H.G. Silva. 2000. Composition and distribution of Decapoda from Guanabara Bay, RJ. *Nauplius* 8: 15-23.
- Levinton, J., C. Sturmbauer & J. Christy. 1996. Molecular data and biogeography: resolution of a controversy over evolutionary history of a pan-tropical group of invertebrates. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 203: 117-131.
- Macintosh, D.J. 1988. The ecology and physiology of decapods of mangrove swamps. *Symp. Zool. Soc. Lond.* 59: 315-341.
- Mainardi, V. 1996. El manglar de Térraba-Sierpe en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie Técnica, Informe Técnico No. 284. Turrialba, Costa Rica. 91 p.
- MINAE, Programa Nacional de Humedales de Costa Rica. 2001. Política de Humedales de Costa Rica. Colaboración del Consejo Nacional Asesor de Humedales de Costa Rica y UICN. Versión PDF 1.2. 25 p.

- Odum, W. & E. Heald. 1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bull. Mar. Sci.* 22: 671-738.
- Oshiro, L.M.Y., R. Silva & Z.S. Silva. 1998. Composição da fauna de braquiúros (Crustacea Decapada) dos manguezais da Baía de Sepetiba-RJ. *Nauplius* 6: 31-40.
- Pico, F., O.E. Olguín Quiñones, E. Campos & J. Salgado-Barragán. 2003. Cangrejos (Decapoda: Brachyura) de los sistemas lagunares con mangles de la costa oriental de Baja California Sur. Pp. 191-204. *In*: M.E. Hendrickx (ed.). *Contribuciones al estudio de los crustáceos del Pacífico Este*. Vol 2. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México.
- Pita, J.B., E.S. Rodríguez, R. da Graça Lopes & J.A. Coelho. 1985. Levantamento da família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no complexo Baía-Estuário de Santos, Sao Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Pesca* 12: 153-162.
- Polanía, J. 1993. Mangroves of Costa Rica. Pp. 129-137. *In*: L.D. Lacerda (Project coordinator) *Conservation and sustainable utilization of mangrove forests in Latin America and Africa regions*. ITTO/ISME Project PD 114/90 (F), Part I. Okinawa, Japón.
- Robertson, A.I. & N.C. Duke. 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Mar. Biol.* 96: 193-205.
- Rosenberg, M.S. 2001. The systematics and taxonomy of fiddler crabs: a phylogeny of the genus *Uca*. *J. Crust. Biol.* 21: 839-869.
- Salgado-Barragán, J. & M.E. Hendrickx. 2002. Panopeid crabs (Crustacea: Brachyura: Panopeidae) associated with prop roots of *Rhizophora mangle* L. in a tropical coastal lagoon of the SE Gulf of California, Mexico. Pp. 163-170. *In*: E. Escobar-Briones & F. Álvarez (eds.). *Modern Approaches to the Study of Crustacea*. Kluwer Acad./Plenum Publ., New York.
- Schubart, C.D., R. Diesel & S. Blair Hedges. 1998. Rapid evolution to terrestrial life in Jamaican crabs. *Nature* 393: 363-365.

- Silva M. En prensa. Mangroves. *In*: I.S. Wehrtmann & J. Cortés (eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Springer-Verlag, Berlin.
- Skov, M.W., M. Vannini, J.P. Shunula, R.G. Hartnoll & S. Cannicci. 2002. Quantifying the density of mangrove crabs: Ocypodidae and Grapsidae. *Mar. Biol.* 141: 725-732.
- Smith III, T.J., K.G. Boto, S.T. Frusher & R.L. Giddins. 1991. Keystone species and mangrove forest dynamics: the influence of burrowing by crabs on soil nutrient status and forest productivity. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 33: 419-432.
- Twilley, R. 1988. Coupling of mangroves to the productivity of estuarine and coastal waters. Pp. 155-180. *In*: B.O. Jansson (ed.). Coastal-Offshore Ecosystem: Interactions., Vol 22. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- UNESCO. 1978. Estudio científico de impacto humano en el ecosistema de manglares. Cali, Colombia. Oficina Regional de Ciencias y Tecnología de la UNESCO para América Latina y el Caribe, Casilla 859, Montevideo, Uruguay.
- Vannucci, M. 2001. Indo-West Pacific Mangroves. Pp. 123-215. *In*: L.D. Lacerda (ed.). Mangrove Ecosystems: Function and Management. Springer-Verlag, Germany.
- Vargas, R. & I.S. Wehrtmann. En prensa. Decapods. *In*: I.S. Wehrtmann & J. Cortés (eds.). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Springer-Verlag, Berlin.
- Vega, A.J. 1994. Estructura de población, rendimiento y épocas reproductivas de *Anadara* spp. (Bivalvia: Arcidae) en la Reserva Forestal Térraba-Sierpe, Puntarenas, Costa Rica. Con recomendaciones para su manejo. Tesis Maestría, Univ. Costa Rica, San Pedro. 119 p.
- Vergara Filho, W.L. & J.R.P. Alves. 1994. Composição e distribuição dos caranguejos (Crustacea, Decapoda, Brachyura) em manguezais impactados da Baía de Guanabara. II. Manguezal do Rio Iguaçu, Duque de Caixas, Rio de Janeiro. *Anais III Simp. Ecosist. Costa Brasileira: subsídios a um gerenciamento ambiental.* Publ. ACIESP 1 (87): 151-156.

Villalobos, C. 1982. Animales y plantas comunes de las costas de Costa Rica. EUNED. San José, Costa Rica. Pp. 67-76.

von Prael, H., J.R. Cantera & R. Contreras. 1990. manglares y hombres del Pacífico Colombiano. Folio Ltd., Colombia, 193 p.

Wafar, S., A.G. Untawale & M. Wafar. 1997. Litter fall and energy flux in a mangrove ecosystem. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 44: 111-124.

ID			
1	Asociación de manglares	947000 63709	947000 63709
2	Bosque de manglares	947000 63709	947000 63709
3	Wolcott D. & N. O'Connor. 1992. Herbivory in crabs: adaptations and ecological considerations. <i>Amer. Zool.</i> 32: 370-381.		
4	Caño	947000 63709	947000 63709
5	Caño - Isla de Colónchón	947000 63709	947000 63709
6	Entrada del Caño hacia la laguna	947000 63709	947000 63709
7	Canal frente a Sector 1, Tronque 2	947000 63709	947000 63709
8	Canal de conexión de cañales	947000 63709	947000 63709
9	Estación de camaronés, sector interno, Sector 3	947000 63709	947000 63709
10	El Zucuto	947000 63709	947000 63709
11	El Roca	947000 63709	947000 63709
12	Embalsadero Coupemange	947000 63709	947000 63709
13	Estero Moya Vieja	947000 63709	947000 63709
14	Entrada Caño - Madre Vieja	947000 63709	947000 63709
15	Playón entre entrada y boca de Moya Vieja - Caño	947000 63709	947000 63709
16	Playón de Jesús García	947000 63709	947000 63709
17	Estero entre playón de Jesús García y la Caño	947000 63709	947000 63709
18	Estero Bocón o la prista	947000 63709	947000 63709
20	Isla Loro	947000 63709	947000 63709
21	La Griza	947000 63709	947000 63709
22	Mata de cónano (Scaevola)	947000 63709	947000 63709

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Nombre y coordenadas planas (CRTM) de la mayoría de los sitios muestreados para la recolecta de decápodos. manglar Terraba. 2002-2003. Los números en la columna de la izquierda corresponden a los que se encuentran en el mapa de la Figura 1.

ID	NOMBRE DEL SITIO	Coordenadas_X	Coordenadas_Y
1	Ajuntaderas	545451.47986	989658.16778
2	Boca Brava	541393.60759	989583.71141
3	Boca Guarumal	544163.38463	978839.65694
4	Caite	542600.63109	990250.50188
5	Caite - Isla de Colonchos	542779.65681	990517.47007
6	Entrada del Caite hacia la izquierda	542481.28061	990602.27172
7	Canal frente a Sector 1, Tranque 2	541149.26307	995364.95737
8	Cerca de estación de camarón	545684.30242	987121.56928
9	Estación de camarón, esterito interno, Sector3.	545131.50482	987018.56276
10	El Encanto	543431.08446	994315.27288
11	El Ñeco	539711.99938	999876.43601
12	Embarcadero Coopemangle	543111.87063	998455.62322
13	Esterio Madre Vieja	541708.16576	999207.06311
14	Entrada Ceiba - Madre Vieja	541256.71674	999311.44439
15	Playón entre entrada y poza de Madre Vieja – Ceiba	541512.53691	999316.22596
16	Playones de Justo García	541568.88924	999463.10676
17	Esterito entre playón de Justo García y la Ceiba	541682.90722	999368.98244
18	Esterio Bocón o la pluma	542193.81817	997473.07191
20	Isla Loros	547573.48646	983217.69161
21	La Garza	540519.50757	998304.07166
22	Mata de plátano (Soledad)	543935.83986	994703.07277

ID	NOMBRE DEL SITIO	Coordenadas_X	Coordenadas_Y
23	Parcelas de Ojo de Agua	546918.27039	994051.09372
24	Sector 1, Tranque 1	541353.49749	999060.35173
25	Playón de Andrés, abajito de San Buenas	541346.22012	998507.12136
26	Playón entre Santa Marta y el Plato	545473.27738	985131.29757
27	Playón Estero El Plato	545290.53438	984054.07567
29	Playa Boca Coronado	539163.83488	1000202.78599
30	Playón del río Coronado	540596.92471	1000068.13325
32	Sector 2, estación de camarón	542899.44376	991607.33153
33	Sector 2 Entrada Levin - la viuda	544126.75002	991392.64981
34	Estación de hidrología (levin)	544953.90254	991863.93438
35	Salida de el Levin, en zacate que se sale de la tierra	543689.15861	991220.64503
36	San Buenas tripa de pollo	542443.59081	996653.72458
37	Tripa de pollo	542914.87539	996345.94690
38	Sector 1, tranque 2	541399.02756	995319.89984
39	Sector 2, 4 bocas	541728.76156	993869.18052
41	Sector 2, tranque 1	543182.13251	990812.25695
42	Sector 2, tranque 2	542891.45832	989431.55455
44	Sector 3, Barrido 2, estero de la entrada de la camaronera	546500.49710	983175.03712
45	Sector 3, Boca Zacate, frente al tranque 2	545299.61245	983092.52338
47	Sector 3, frente a tranque 1. Playón de Daniel	543601.23279	985179.41873
48	Sector 3, frente al tranque 2, playón	545988.57596	983239.89706
49	Sector 3, tranque 1	543906.92486	985094.45896