

Variación temporal ecológica de playas de arena según diferente nivel de conservación en la zona del Parque Nacional Manuel Antonio, Costa Rica.

Ubicación. Parque Nacional Manuel Antonio. Área de Conservación Pacífico Central

Investigador principal Dr. Jeffrey A. Sibaja-Cordero

Asistente Beatriz Antillón Obando, Kevin Soto Venegas, Vanessa Wohlhaupter, Randall Hidalgo Sánchez, Nathalie Goebel Otarola y Vanessa Riegel.

Institución académica vinculada: Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica.

Periodo en el cual se desarrollará la investigación

01 septiembre de 2021 a 31 de diciembre de 2021.

Resolución n°

SINAC-ACOPAC-D-RES-069-2021

Exp. M-PC-SINAC-PNI-ACOPAC-022-2019

Variación temporal ecológica de playas de arena según diferente nivel de conservación en la zona del Parque Nacional Manuel Antonio, Costa Rica (2021).

Sibaja-Cordero, J. A., Antillón Obando, B., Soto Venegas, K., Wohlhaupter, V., Hidalgo Sánchez, R., Goebel Otarola, N., y Riegel V.

Introducción y antecedentes

Las playas de arena son ambientes muy dinámicos en los cuales la marea, la incidencia de las olas y los granos del sustrato son los mayores factores que controlan las poblaciones de invertebrados (Rodil et al., 2007). Los organismos más comunes en estas playas son crustáceos, moluscos y poliquetos, los cuales se distribuyen dependiendo de la zona y las características del hábitat, i.e. zonas intermareales y supralitorales (Defeo & McLachlan, 2005).

Una de las variables ambientales con mayor efecto sobre la fauna bentónica es el tamaño del grano, el cual determina la presencia y abundancia de infauna en playas arenosas. Las modificaciones en el tamaño del grano de una playa arenosa pueden cambiar drásticamente la abundancia y riqueza de especies (McLachlan, 1996). El tamaño de grano del sedimento define la permeabilidad del sustrato, por lo que de este depende la disponibilidad de agua y de intersticios para el movimiento de los animales (Giere, 2009). Estudios como el de Dexter (1974) en el Pacífico de Costa Rica y Colombia, determinaron que los isópodos actualmente en el género *Excirrolana* son predominantes en todos los tamaños de grano de playa arenosa. Tanto la granulometría como la selección del sedimento, también afectan otros aspectos ecológicos como la deposición de materia orgánica (Hossain, Marshall, & Venkatramanan, 2010). Dicha materia orgánica total disponible en los sedimentos y el carbonato de calcio presentes pueden afectar junto a otras variables físicas como el largo y pendiente de la playa a las comunidades en las playas de arena (Brazeiro, 2001). La materia orgánica suele ser la que mantiene la productividad secundaria en playas de arena (Bally, 1987). Mientras que los sedimentos calcáreos presentes son aprovechados por todo tipo de fauna como hábitat, desde microfauna hasta macrofauna, y el calcio liberado por la erosión puede incidir en todas las etapas de mineralización de los organismos (Feely et al., 2004). La arena carbonatada puede ser también menos caliente que arena más terrígena en marea baja y suele ser más limpia con menor limo y arcillas (Alongi, 1989). Por lo tanto, estos factores tienen un efecto indirecto en las interacciones que ocurren en el ecosistema, tróficas y simbióticas.

Por otro lado, las mismas características de las playas de arena las han vuelto zonas con alto potencial y demanda turística. Las playas del Parque Nacional Manuel Antonio no son una excepción, este es el segundo parque más visitado por turistas en Costa Rica (SINAC, 2013). Pese a que esta es una zona protegida, su visitación es muy alta. En estudios como el de Mota Machado et al., (2017) se ha determinado que las comunidades bentónicas en las playas pueden verse afectadas por el flujo de turistas. La biodiversidad es relevante en este tipo de ambiente, y aunque baja en comparación con otros ambientes, resulta en una lista de especies especialistas de esta franja litoral. En el Parque Nacional Manuel Antonio Willis & Cortés (2001) reportaron 12 especies de moluscos que habitan en sustratos arenosos y la investigación presenten en el año 2020 encontró un total de 28 especies presentes en cuatro de las playas del Parque (Sibaja-Cordero & Antillón-Obando, 2020).

Tener un conocimiento del hábitat de playa de arena es relevante ya que muchos invertebrados alternan entre el movimiento activo en la superficie y que también se entierran en el sedimento (Lastra et al., 2010; McLachlan & Brown, 2006; Scapini, 2006). Por lo tanto, la actividad de los cangrejos se puede observar contando los agujeros o los cangrejos que se mueven en la superficie de los sedimentos. La ventaja aquí es que se puede hacer una estimación de la población más o menos precisa sin la necesidad real de recolectar y perturbar a los organismos de ninguna manera (Barros, 2001).

La generación de conocimiento base sobre la ecología de estas playas es importante para su conservación y su manejo, sobre todo en playas sujetas a la visitación turística. Por este motivo, el objetivo del presente estudio es presentar una nueva lista de especies y su abundancia para el año 2021 y determinar las variables ambientales que están afectando de mayor manera la distribución de la fauna bentónica en las playas de arena del Parque Nacional Manuel Antonio.

Materiales y métodos:

Área de estudio:

El Parque Nacional fue declarado como tal en 1972 (Alvarado et al. 2012) y cuenta con una extensión total de 56983 ha, incluyendo la parte marina y terrestre. El parque es una de las áreas protegidas más cotizadas por el turismo en el país (SINAC, 2013). Este Parque Nacional se ubica en la costa pacífica central de Costa Rica. Las playas de arena como Manuel Antonio se extiende por la costa en 450 m, mientras que Espadilla Sur alcanza los 800 m de línea de costa. Playa Las Gemelas tiene 100 m de largo. Ésta última se encuentra en una bahía por lo que presenta un oleaje más suave. La playa Espadilla (Espadilla Norte) afuera del Parque Nacional tiene 2.23 km de línea de costa (Fig. 1)

Playa Espadilla Norte presentó un largo de 94 m y 112 m en septiembre y noviembre, respectivamente con 2.6-2.8° de inclinación. Espadilla Sur tiene un largo de zona de playa de ~ 49 m e inclinación de 7 a 8°. Manuel Antonio presenta durante este estudio un largo de 33 m en septiembre y 44 m en noviembre, con inclinación de 8.3 a 7.0° en esos meses. Finalmente, playa Gemelas presentó de 48 a 30 m de largo de septiembre a noviembre, y una inclinación de 6.4°.



Figura 1. Ubicación de las playas que se visitaron en la zona del Parque Nacional Manuel Antonio en 2021.

La primera visita del estudio en 2021 se realizó el 11 de setiembre en las playas Manuel Antonio y Espadilla Sur. Otras dos, Playa Gemelas y Espadilla Norte fueron visitadas el 25 de setiembre. En el mes de noviembre se visitó las cuatro playas nuevamente. El 9 de noviembre se trabajó en Espadilla Norte, el 20 y 21 de noviembre se realizó el muestreo de Espadilla Sur, Manuel Antonio y playa Gemelas. Por lo que cada una de las cuatro playas fueron visitadas dos veces en la época lluviosa de 2021.

Las cuatro playas en ambas visitas se dividieron en cinco zonas a partir de la línea de marea baja (saturación, retención, zona de secado, berma e intermareal y línea de vegetación) en orden ascendente hasta llegar a la zona de berma o línea de vegetación.

En cada zona se extrajeron cinco núcleos de sedimento o corers de 20.2 cm². Los corers se introdujeron 15 cm dentro del sustrato y las muestras se tomaron con una separación de ~2 m entre cada toma de sustrato. Seguidamente, las muestras se conservaron en alcohol y Rosa de Bengala para la obtención de fauna, Para determinar la fauna, se separaron los organismos mayores a 500 µm y se identificaron hasta la categoría taxonómica posible.

Se recolectó una muestra de sedimento para el análisis granulométrico por cada nivel en cada playa para cada visita. La muestra se secó en una estufa a 90°C. Posterior a esto, se pasaron 200g de sedimento por una torre de tamices de 4000, 2000, 1000, 850, 710, 500, 300, 250, 125, 63 µm y el remanente menor a 63 µm, con la ayuda de un agitador mecánico durante 15 minutos. Después se pesó el sedimento que quedó atrapado en cada nivel. Las fracciones de sedimento se procesaron con el software GRADISTAT (Blott & Pye, 2001). También se determinó con esta el porcentaje de carbonato de calcio y materia orgánica total, siguiendo el procedimiento de pérdida de peso por ignición de Dean (1974).

Durante la toma de datos en las antes de la zona de vegetación se revisaron un total de nueve parcelas de muestreo en cada playa. Las parcelas tenían las medidas 5 x 5 m. Dentro de los cuadrantes se contabilizó la actividad de los cangrejos. Se anotó si había cangrejos ermitaños, agujeros de estos, cangrejos fantasmas o sus agujeros (Tabla 3).

Informe de colecta científica

Tipo(s) de muestra(s), cantidad(es) y grupo taxonómico según lo descrito en metodología.

Se presenta la lista de playas de recolecta con la fecha respectiva (Tabla 1), así como las especies o taxones recolectados de cada filo estudiado (Tabla 2). El número de especímenes recolectados está en las celdas. El material se preservó con etanol al 95%. Los animales consistieron en invertebrados menores a 5 cm en su longitud. Se adjunta un documento en Excel de este mismo cuadro. El material de sedimento recolectado para estudio de la meiofauna se encuentra aún por ser procesado y está preservado en etanol. Este material no se ha logrado trabajar debido a la situación de pandemia por COVID19 y restricciones para el trabajo presencial en el laboratorio del CIMAR, UCR en 2021 y la carencia de horas asistente en 2022.

Del material recolectado, al menos un espécimen de cada especie se depositó en el museo de Zoología y en el CIMAR, donde están en proceso de catalogación.

TABLA 1

Descripción de la cantidad de muestras tomadas y especímenes por tipo de muestra en el año 2021.

Fecha de gira	Cantidad recolectada	Descripción de la muestra	Grupo taxonómico
<p>11 septiembre de 2021</p> <p>Participantes</p> <p>Jeffrey Sibaja , Beatriz Antillón, Nathalie Goebel, Vanessa Riegel, Vanessa Wohlhaupter, Kevin Soto y Randall Hidalgo</p>	<p>Espadilla Sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 muestras de sedimento para macrofauna (2 a 0.5 mm). • 15 muestras de sedimento para meiofauna (0.5 a 0.063 mm). • 5 muestras de sedimento para análisis granulométrico, materia orgánica y carbonatos. • 3 cuadrantes de 1m² en el nivel bajo de la playa para buscar invertebrados mayores a 2 cm (se recolecto dentro del cuadrante caracoles para identificación solo en Espadilla Sur) • 8 cuadrantes de 5 x 5 m para conteo de cangrejos (No se realizó colecta, solo observación) <p>Manuel Antonio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 muestras de sedimento para macrofauna (2 a 0.5 mm). • 15 muestras de sedimento para meiofauna (0.5 a 0.063 mm). • 5 muestras de sedimento para 	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimento (arena) para macrofauna es de 20.2 cm² y a 15 cm dentro del sedimento. Invertebrados marinos contenidos en la arena, fijados en etanol. • Sedimento (arena) para meiofauna son de 10 cm² a 8 cm en el sedimento. Invertebrados marinos microscópicos contenidos en la muestra, fijados en etanol con Rosa de Bengala • Muestra para granulometría es de 20.2 cm² y a 15 cm dentro del sedimento • Cuadrante de 1m² para invertebrados presentes en el sedimento primeros 10 cm 	<p>Para la macrofauna son invertebrados protostomados marinos como anélidos, moluscos, y crustáceos.</p> <p>Para la meiofauna son invertebrados protostomados marinos como nematodos, copépodos, anélidos.</p> <p>Cuadrantes para invertebrados pueden contener crustáceos como anfípodos o cangrejo topo o caracoles de la arena que se recolectan para su identificación.</p>

	<p>análisis granulométrico, materia orgánica y carbonatos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 cuadrantes de 1m² en el nivel bajo de la playa para buscar invertebrados mayores a 2 cm (No se realizó colecta, solo observación) • 8 cuadrantes de 5 x 5 m para conteo de cangrejos ((No se realizó colecta, solo observación). 		
<p>25 septiembre de 2021 Jeffrey Sibaja</p>	<p>Playa Gemelas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 muestras de sedimento para macrofauna (2 a 0.5 mm). • 15 muestras de sedimento para meiofauna (0.5 a 0.063 mm). • 5 muestras de sedimento para análisis granulométrico, materia orgánica y carbonatos. • 3 cuadrantes de 1m² en el nivel bajo de la playa para buscar invertebrados mayores a 2 cm (No se realizó colecta, solo observación) • 8 cuadrantes de 5 x 5 m para conteo de cangrejos (No se 	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimento (arena) para macrofauna es de 20.2 cm² y a 15 cm dentro del sedimento. Invertebrados marinos contenidos en la arena, fijados en etanol. • Sedimento (arena) para meiofauna son de 10 cm² a 8 cm en el sedimento. Invertebrados marinos microscópicos contenidos en la muestra, fijados en etanol con Rosa de Bengala 	<p>Para la macrofauna son invertebrados protostomados marinos como anélidos, moluscos, y crustáceos. Para la meiofauna son invertebrados protostomados marinos como nematodos, copépodos, anélidos. Cuadrantes para invertebrados pueden contener crustáceos como anfípodos o cangrejo topo o caracoles de la arena.</p>

	<p>realizó colecta, solo observación).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Playa Espadilla Norte (afuera del parque): • 25 muestras de sedimento para macrofauna (2 a 0.5 mm). • 15 muestras de sedimento para meiofauna (0.5 a 0.063 mm). • 5 muestras de sedimento para análisis granulométrico, materia orgánica y carbonatos. • 3 cuadrantes de 1m² en el nivel bajo de la playa para buscar invertebrados mayores a 2 cm (No se recolectó, solo observación) • 8 cuadrantes de 5 x 5 m para conteo de cangrejos (No se realizó colecta, solo observación). 	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra para granulometría es de 20.2 cm² y a 15 cm dentro del sedimento • Cuadrante de 1m² para invertebrados presentes en el sedimento primeros 10 cm 	
<p>9 de noviembre de 2021</p> <p>Participantes</p> <p>Jeffrey Sibaja, Beatriz Antillón</p>	<p>Playa Espadilla Norte (afuera del parque):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 muestras de sedimento para macrofauna (2 a 0.5 mm). • 15 muestras de sedimento para 	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimento (arena) para macrofauna es de 20.2 cm² y a 15 cm dentro del sedimento. <p>Invertebrados marinos</p>	<p>Para la macrofauna son invertebrados protostomados marinos como anélidos, moluscos, y crustáceos.</p> <p>Para la meiofauna son invertebrados</p>

	<p>meiofauna (0.5 a 0.063 mm).</p> <ul style="list-style-type: none"> • 5 muestras de sedimento para análisis granulométrico, materia orgánica y carbonatos. • 3 cuadrantes de 1m² en el nivel bajo de la playa para buscar invertebrados mayores a 2 cm (se recolectó caracoles para su identificación). • 8 cuadrantes de 5 x 5 m para conteo de cangrejos (No se recolectó, solo observación). 	<p>contenidos en la arena, fijados en etanol.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sedimento (arena) para meiofauna son de 10 cm² a 8 cm en el sedimento. <p>Invertebrados marinos microscópicos contenidos en la muestra, fijados en etanol con Rosa de Bengala</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muestra para granulometría es de 20.2 cm² y a 15 cm dentro del sedimento • Cuadrante de 1m² para invertebrados presentes en el sedimento primeros 10 cm 	<p>protostomados marinos como nematodos, copépodos, anélidos. Cuadrantes para invertebrados pueden contener crustáceos como anfipodos o cangrejo topo o caracoles de la arena.</p>
<p>20 – 21 de noviembre</p> <p>Participantes Jeffrey Sibaja, Kevin Soto</p>	<p>Espadilla Sur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 muestras de sedimento para macrofauna (2 a 0.5 mm). • 15 muestras de sedimento para meiofauna (0.5 a 0.063 mm). • 5 muestras de sedimento para análisis granulométrico, 	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimento (arena) para macrofauna es de 20.2 cm² y a 15 cm dentro del sedimento. <p>Invertebrados marinos contenidos en la arena, fijados en etanol.</p>	<p>Para la macrofauna son invertebrados protostomados marinos como anélidos, moluscos, y crustáceos. Para la meiofauna son invertebrados protostomados marinos como nematodos, copépodos, anélidos.</p>

	<p>materia orgánica y carbonatos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3 cuadrantes de 1m² en el nivel bajo de la playa para buscar invertebrados mayores a 2 cm (Se recolectó un caracol para su identificación). • 8 cuadrantes de 5 x 5 m para conteo de cangrejos (Se recolectó 2 cangrejos ermitaños pequeños para identificación). <p>Manuel Antonio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 muestras de sedimento para macrofauna (2 a 0.5 mm). • 15 muestras de sedimento para meiofauna (0.5 a 0.063 mm). • 5 muestras de sedimento para análisis granulométrico, materia orgánica y carbonatos. • 3 cuadrantes de 1m² en el nivel bajo de la playa para buscar invertebrados mayores a 2 cm (No se recolectó, solo observación). • 8 cuadrantes de 5 x 5 m para conteo de cangrejos (Se recolectó un cangrejo para su 	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimento (arena) para meiofauna son de 10 cm² a 8 cm en el sedimento. Invertebrados marinos microscópicos contenidos en la muestra, fijados en etanol con Rosa de Bengala • Muestra para granulometría es de 20.2 cm² y a 15 cm dentro del sedimento • Cuadrante de 1m² para invertebrados presentes en el sedimento primeros 10 cm 	<p>Cuadrantes para invertebrados pueden contener crustáceos como anfípodos o cangrejo topo o caracoles de la arena. Se recolectó un caracol del género <i>Olivella</i>.</p> <p>Se recolectó 1 cangrejo Ocypodidae en Manuel Antonio y 2 cangrejos ermitaño en Espadilla Sur dentro del cuadrante de 5x5 m para su identificación.</p>
--	--	---	---

	<p>identificación).</p> <p>Playa Gemelas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 25 muestras de sedimento para macrofauna (2 a 0.5 mm). • 15 muestras de sedimento para meiofauna (0.5 a 0.063 mm). • 5 muestras de sedimento para análisis granulométrico, materia orgánica y carbonatos. • 3 cuadrantes de 1m² en el nivel bajo de la playa para buscar invertebrados mayores a 2 cm (No se recolectó, solo observación) • 8 cuadrantes de 5 x 5 m para conteo de cangrejos (No se recolectó, solo observación). 		
--	---	--	--

- Solo se recolectó en los cuadrantes si la especie no ha sido identificada antes, o si es muy pequeña para ver los detalles en el campo. Por lo que para las especies que se van conociendo y se pueden ver en el campo en las visitas subsiguientes no hizo falta recolectar, solo bastó con observación y una fotografía.
- En los corer, y como indica la metodología de la resolución solo es posible analizar los pequeños animales contenidos con la ayuda de estereoscopio y microscopio.

En total en 2021 se recolectó 171 especímenes de macrofauna pertenecientes a 24 especies de invertebrados de 5 filos. El número de especies según playa, para estos muestreos fue 5 en cada visita afuera del Parque, 8 y 4 en septiembre y noviembre, respectivamente para Espadilla Sur, solo 3 en Manuel Antonio en ambos meses. Finalmente se encontró 6 y 10 en septiembre y noviembre, respectivamente para playa Gemelas.

TABLA 2

marca en el sedimento, indicando su actividad. En áreas sombreadas pueden continuar su actividad durante el día en la zona de la berma (Ball, 1972; Hewes & Chaves-Champos, 2018). Tienden a agregarse cerca de troncos, rocas y otras cubiertas durante el día, y se reporta que tienen actividad nocturna (Ball, 1972). Destaca que afuera del Parque Nacional en playa Espadilla Norte la densidad de ermitaños y fantasma es muy reducida.

Tabla 3. Cantidad de hoyos realizados y número de individuos avistados por 10m² de cangrejos ermitaños y cangrejos fantasma en la zona alta de las playas del Parque Nacional Manuel Antonio. Septiembre y noviembre de 2021.

	Espadilla Norte	Espadilla Sur	Manuel Antonio	Gemelas
Septiembre				
Cangrejo fantasma	0	0	0	1
Hoyos de cangrejo fantasma	1	0	0	2
Cangrejo ermitaño	0	2	3	6
Hoyo de cangrejo ermitaño	1	5	1	28
Noviembre				
Cangrejo fantasma	0	0	1	0
Hoyos de cangrejo fantasma	2	0	0	3
Cangrejo ermitaño	0	6	12	2
Hoyo de cangrejo ermitaño	5	4	3	6

El ambiente de playa

En la tabla 4 se observa el detalle de los resultados granulométricos. En septiembre 2021 todos los niveles de la playa en Espadilla Norte y Sur presentaron un tamaño medio de grano de 281 y 349 μm , respectivamente, y de menor promedio en noviembre con 237 y 334 μm , respectivamente. Mientras que en Manuel Antonio se encontró un promedio de 256 μm en septiembre y 283 μm en noviembre. El promedio de grano para playa Gemelas fue en septiembre de 799.5 μm y en noviembre de 924 μm .

En general se puede notar que en noviembre la contribución de material grueso en la arena de las playas se incrementó levemente en comparación a septiembre, salvo en Espadilla Norte que el material grueso era más frecuente en septiembre (Fig. 2).

Espadilla Norte tuvo un grano más grueso a media playa en septiembre (495 μm) y en noviembre esto fue en la zona baja de la playa (323 μm) y la zona media fue la más fina (186 μm). Mientras Espadilla Sur suele ser gruesa en la mitad alta de la playa en ambas fechas (>350 μm). En Manuel Antonio solo la parte baja tiene un grano mayor a 270 μm en ambas fechas, pero la parte alta fue también gruesa en noviembre (342 μm).

Para playa Gemelas la zona gruesa de la playa en la mitad inferior con granos sobre 900 μm en septiembre y 1200 μm en noviembre.

También las playas siguen el patrón de ser la más fina y compacta Manuel Antonio, seguida por Espadilla Norte que acumula material fino antes que Espadilla Sur. La playa que cuenta con la arena más gruesa y heterogénea es Gemelas, lo que se nota en la figura 2, al tener su curva de acumulación por debajo del resto de playas.

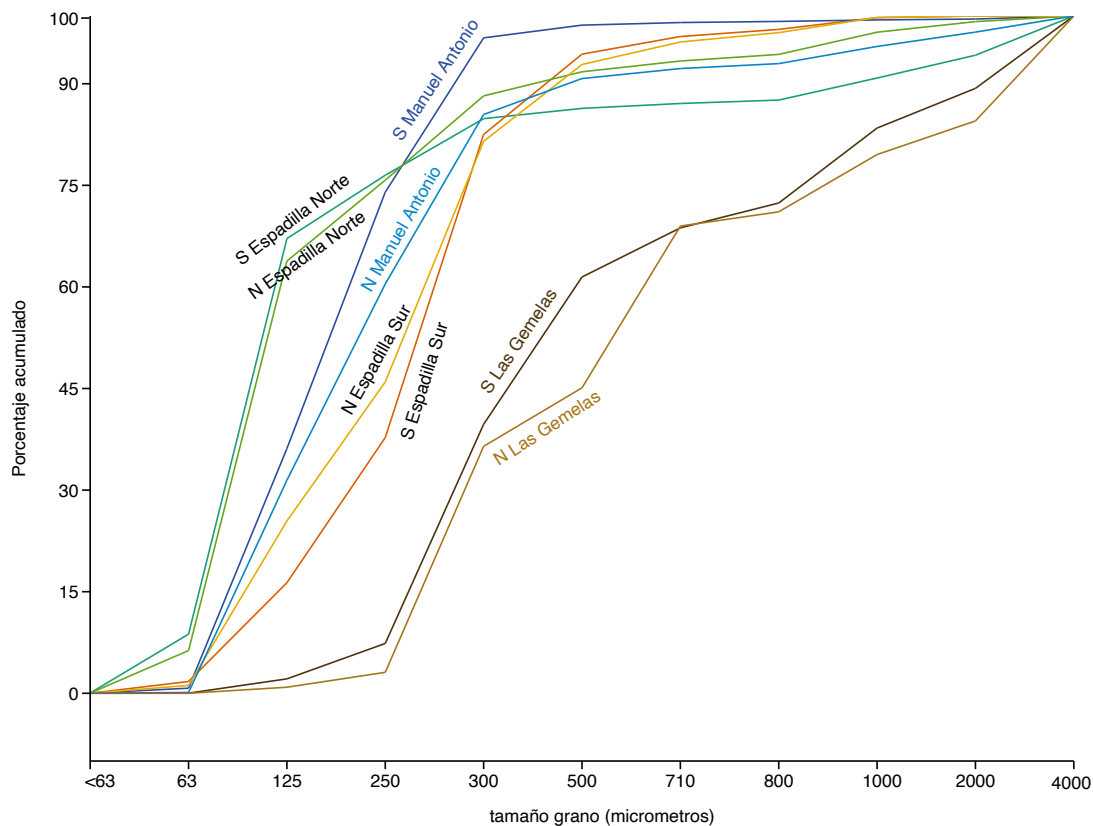


Fig. 2. Curvas de acumulación de sedimento por su fracción de tamaño de grano, para cuatro playas del Parque Nacional Manuel Antonio en Septiembre y Noviembre de 2021.

En cuanto a las variables ambientales, se determinó que los porcentajes promedio de materia orgánica total fueron mayores en septiembre que en noviembre para playa Espadilla Norte; similares en ambos meses en Espadilla Sur y se incrementaron en Manuel Antonio y Gemelas para el mes de noviembre. Los valores varían entre 1.8 a 3.3 %, esperable para playas arenosas expuestas al océano (Tabla 4).

Mientras que los carbonatos promedio en cada playa fueron y 31-37 % en Espadilla Norte con el mayor aporte terrígeno, 40-44 % para Espadilla Sur. Incrementando a ~52 %

en Manuel Antonio y >56% en playa Gemelas, donde los fragmentos y erosión de las formaciones coralinas y cascajo contribuyen aportan a la arena de dichas playas (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentajes de materia orgánica y carbonato de calcio contenido en la arena de las playas en la zona del Parque Nacional Manuel Antonio.

Playa	2021	Promedio de % MOT	Promedio de % CaCO ₃
Espadilla Norte	Septiembre	3.1	37.6
	Noviembre	2.8	31.4
Espadilla Sur	Septiembre	1.9	40.6
	Noviembre	1.8	44.0
Manuel Antonio	Septiembre	1.5	51.6
	Noviembre	2.4	51.9
Gemelas	Septiembre	3.1	56.5
	Noviembre	3.3	57.0

La mayor cantidad de especies en playa Gemelas se puede deber a menos presencia de turistas, grano de arena heterogéneo con más espacios para crear microhábitat.

Recomendaciones de manejo:

Se presenta información de diversidad para la arena de las playas visitadas, sumando 24 especies en este periodo que tiene su hábitat en estos sedimentos.

Se recomienda seguir con las restricciones de ingreso de fauna doméstica, ajena a la silvestre. Se recomienda seguir prohibiendo dentro del Parque sillas, sombrillas, tiendas, vehículos que puedan provocar perturbación mecánica de los sedimentos.

En este caso las playas Manuel Antonio y Gemelas presentan poblaciones de isópodos en la zona alta de la playa y Espadilla Sur poblaciones importantes de cangrejos ermitaños y cangrejos fantasma.

El efecto de la perturbación por turismo se puede deducir de los datos de este informe, al notar que playa Espadilla Norte presentó valores bajos de cantidad de especies con 5. Esto por diversas actividades y no contar con un control de capacidad de carga de turistas. Sin embargo, playa Manuel Antonio solo presentó en este periodo tres especies. Mucho debido a la compactación del sedimento, por su tamaño de grano, pero no se puede descartar el efecto mecánico de los turistas sobre el sedimento.

Como se mencionó la playa Gemelas pese a su corta distancia presentó hasta 10 especies, en las visitas del año 2020 presentó hasta 12, por lo que debe ser también tomada en cuenta para regulación de la cantidad de turistas en esa playa en específico.

La playa Espadilla Norte afuera del parque se nota el efecto negativo de ausencia de bosque en la región trasera y la cantidad de turismo, especialmente sobre las poblaciones de cangrejos.

Estrategia de comunicación y seguimiento de resultados

Esta investigación es parte de un proyecto del CIMAR de la Universidad de Costa Rica. Dentro de la Universidad se debe preparar un informe parcial y uno final. Además, se plantea volver a solicitar permiso de investigación para realizar más muestreos en estación seca de 2022 y en 2023 para tener un mayor panorama de la diversidad de esta zona. Con esto se realizaría publicaciones en revistas científicas locales e internacionales.

Bibliografía

- Alvarado, J. J., Cortés, J., Esquivel, M. F., & Salas, E. (2012). Costa Rica's Marine Protected Areas: status and perspectives. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 129–142.
- Alongi, D. M. (1989). Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. *Revista de Biología Tropical*, 37, 85–100.
- Bally, R. (1987). The ecology of sandy beaches of the Benguela ecosystem. In *The Benguela and Comparable Ecosystems*, 1986, 759–770.
- Barros, F. (2001). Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. *Biological Conservation*, 97(3), 399–404.
- Blott, S. J. & Pye, K. (2001). GRADISTAT, A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 1237–1248.
- Brazeiro, A. (2001). Relationship between species richness and morphodynamics in sandy beaches: What are the underlying factors? *Marine Ecology Progress Series*, 224, 35–44. <https://doi.org/10.3354/meps224035>
- Defeo, O., & McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: A multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 295, 1–20. <https://doi.org/10.3354/meps295001>
- Dexter, D. M. (1974). Sandy-beach fauna of the Pacific and Atlantic coasts of Costa Rica and Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 22(1), 51–66.
- Feely, R. A., Sabine, C. L., Lee, K., Berelson, W., Kleypas, J., Fabry, V. J., & Millero, F. J. (2004). Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans. *Science*, 305(5682), 362–366.
- Giere, O. (2009). *Meiobenthology* (2nd ed.). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-68661-3>
- Hossain, B., Marshall, D., & Venkatramanan, S. (2010). Sediment Granulometry and Organic Matter Content in the Intertidal Zone of the Sungai Brunei Estuarine System, Northwest Coast of Borneo. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 9(2), 231–239.
- Lastra, M., Schlacher, T.A., & Olabarria, C. (2010). "Niche segregation in sandy beach animals: an analysis with surface-active peracarid crustaceans on the Atlantic coast of Spain." *Marine Biology*, 157(3) 613–625.
- McLachlan, A. (1996). Physical factors in benthic ecology: Effects of changing sand particle size on beach fauna. *Marine Ecology Progress Series*, 131(1–3), 205–217. <https://doi.org/10.3354/meps131205>

- McLachlan, A., & A. C. Brown. (2006). "Chapter 6. Adaptations to sandy-beach life." In A. McLachlan (ed.). *The Ecology of Sandy Shores* (pp. 91-123). Academic Press.
- Mota Machado, P., Cremonez Suci, M., Lopes Costa, L., Castro Tavares, D., & Rosental Zalmon, I. (2017). Tourism impacts on benthic communities of sandy beaches. *Marine Ecology*, 38(4), 1–11. <https://doi.org/10.1111/maec.12440>
- Rodil, I. F., Lastra, M., & López, J. (2007). Macroinfauna community structure and biochemical composition of sedimentary organic matter along a gradient of wave exposure in sandy beaches (NW Spain). *Hydrobiologia*, 579(1), 301–316. <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0443-2>
- Scapini, F. (2006). "Keynote papers on sandhopper orientation and navigation." *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 39(1), 73–85.
- Sibaja Cordero, J. A., & Antillón Obando, B. (2021). *Variación temporal ecológica de playas de arena según diferente nivel de conservación en la zona del Parque Nacional Manuel Antonio, Costa Rica* [Informe]. Kerwa. <https://hdl.handle.net/10669/85495>
- Willis, S., & Cortés, J. (2001). Mollusks of Manuel Antonio National Park, Pacific Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49(S2), 25–36. <https://doi.org/10.15517/rbt.v49i2.26291>