

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DE LA ENSENADA DE SOSÚA, PUERTO PLATA: IMPACTOS A LOS ARRECIFES CORALINOS

Liliana Betancourt y Alejandro Herrera Moreno
Programa Ecomar

RESUMEN

Se realizó una descripción ambiental de la Ensenada de Sosúa considerando aspectos de hidrología, geomorfología, oceanografía física, contaminación y biodiversidad marina, haciendo énfasis en los arrecifes coralinos. La evaluación de la estructura ecológica de los corales, desde el pavimento rocoso al arrecife frontal arrojó un total de 22 especies con valores de diversidad entre 1.64 a 2.67, dominancia entre 0.08 a 0.27 y equitatividad entre 0.71 y 0.88. Las condiciones ambientales más favorables se observaron en el arrecife frontal y no se detectaron desbalances en la cobertura algal en detrimento de la cobertura coralina, ni signos de enfermedades de banda o bacterianas. Aunque estos resultados indican que no existen evidencias de contaminación orgánica crónica, los arrecifes someros están afectados por impactos antrópicos relacionados con la acumulación de desechos sólidos y el daño mecánico sobre las colonias causado por los bañistas, los buzos y las actividades náuticas. Estos impactos pueden tener consecuencias graves pues la barrera arrecifal es esencial para la protección de la playa, además de que constituye uno de los atractivos turísticos más importantes.

ABSTRACT

An environmental description of the Ensenada of Sosúa was carried out, including aspects of hydrology, geomorphology, physical oceanography, pollution and marine biodiversity, making emphasis on coral reefs. The assessment of the ecological structure of the corals, from the rocky pavement to the front reef showed a total of 22 species. Diversity values varied from 1.64 to 2.67, dominance from 0.08 to 0.27 and equitability from 0.71 to 0.88. The most favorable environmental conditions were observed in the front reef. In this area coral coverage was not affected by increases in the algae coverage. Band or bacteria diseases were not seen. These results indicate that there are not evidences of chronic organic pollution in the bay. However, the shallow reefs are affected by anthropogenic local impacts related with the accumulation of solid wastes and the mechanical damage on the colonies caused by the swimmers, divers and the nautical activities. The barrier reef constitutes one of the more important tourist attraction and it is essential for the protection of the beach, so these impacts could have serious consequences.

INTRODUCCIÓN

Dentro del sector turístico nacional, la costa norte del país y en particular la provincia de Puerto Plata ha estado tradicionalmente a la avanzada en el desarrollo del turismo. Este acelerado ritmo se traduce, según el Banco Central (2000), en una disponibilidad actual de 16,123 habitaciones hoteleras como parte de una oferta basada en el valor escénico de sus paisajes litorales y sublitorales, donde juegan un papel relevante los arrecifes coralinos.

En este contexto, corresponde a la Ensenada de Sosúa un lugar especial, pues en un estrecho entorno se conjugan imponentes farallones rocosos bordeando

una playa arenosa, para delimitar un espacio marino con aguas transparentes donde tiene lugar un elevado desarrollo arrecifal.

La influencia negativa que el rápido desarrollo turístico ha tenido sobre las formaciones arrecifales de la costa norte de la plataforma dominicana aparece documentada en algunos reportes (Geraldés, 1994; Álvarez *et al.*, 1998; Franco, 1998). Sin embargo, en estas y otras valoraciones prevalecen criterios cualitativos basados en posibles relaciones causa-efecto que se infieren de impactos potenciales, no siempre adecuadamente determinados.

Es imprescindible, por tanto, si queremos establecer con precisión los impactos reales sobre nuestros arrecifes, comenzar a aplicar criterios de bioindicación y evaluar cuantitativamente en qué medida su estructura ecológica se ha alejado de patrones conocidos, enfoque que hasta el presente nunca ha sido utilizado en el país.

Por su condición de organismos sésiles, sus largos ciclos de vida y su alta sensibilidad, los organismos arrecifales constituyen monitores naturales de la calidad ambiental pues las características de sus comunidades reflejan las condiciones ambientales que han tenido lugar durante todo su desarrollo (Herrera, 1991).

El presente estudio constituye el primer intento de caracterizar desde el punto de vista ambiental la Ensenada de Sosúa, haciendo énfasis en la situación de los arrecifes coralinos, cuya estructura ecológica se presenta como bioindicador de las condiciones ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la zona de playa se realizaron mediciones del ancho de la franja de arena, la pendiente y la altura de las dunas, a intervalos aproximados de 50 m. Se consideró el ancho de la playa entre la línea de marea y la acumulación de arena indicativa de la duna. Con estos datos se elaboró un esquema general del perfil de la playa, complementado con la información de CESIGMA (1999). Se hicieron, además, observaciones sobre las características del sedimento, color, olor y textura y la presencia de desechos sólidos.

En la región sublitoral se realizaron recorridos de buceo para obtener una visión general de las características biológicas y geomorfológicas más relevantes. A intervalos aproximados de 5 m, se realizaron mediciones de la profundidad con la ayuda de un batímetro para elaborar un perfil batimétrico desde la zona de playa al arrecife frontal. Los datos obtenidos fueron confrontados con los resultados de CESIGMA (1999).

En colaboración con los buzos de la Escuela de Buceo del Sr. Peter, se realizaron muestreos en tres

zonas de los arrecifes, denominadas por ellos como Arrecife Marco Polo, Snorkel y Canyon. Estas tres zonas se corresponden, respectivamente, con el pavimento rocoso somero entre 1 a 2 m de profundidad frente al Hotel Marco Polo (estación 1), la meseta arrecifal entre 2 a 5 m hacia el centro oeste de la ensenada (estación 2) y el arrecife frontal somero que se desarrolla hacia el borde exterior oeste (estación 3) en profundidades entre 8 a 20 m (Fig. 1).

En cada estación se hicieron inventarios faunísticos y florísticos generales, se evaluó cualitativamente la relación de cobertura algas/corales y se obtuvo la composición cuantitativa y cualitativa de las comunidades coralinas, como método de bioindicación de las condiciones ambientales.

A partir de estos datos se calculó el índice de diversidad H' (Shannon y Weaver, 1963), el de equitatividad J' (Pielou, 1966) y el de dominancia C' (Simpson, 1949). Con fines comparativos se empleó

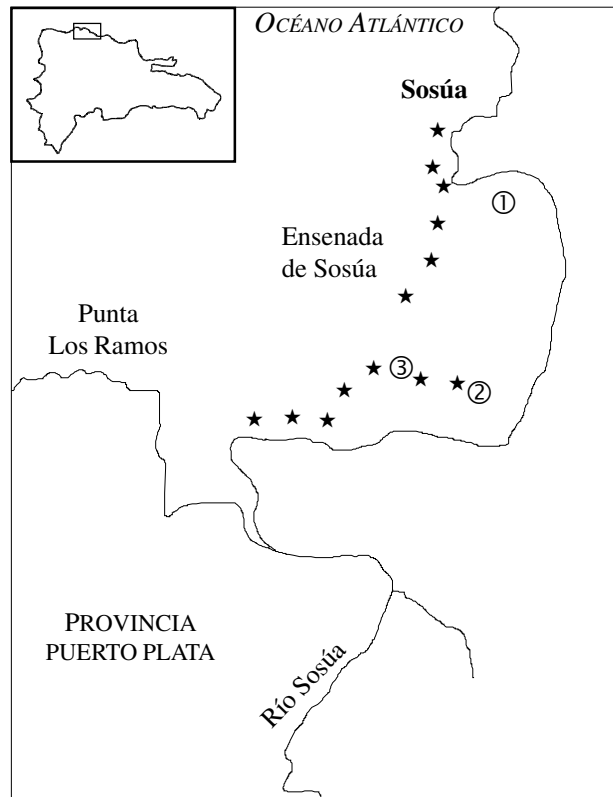


Figura 1. Mapa de la región de estudio. Los números en círculos indican las estaciones de muestreo. Las estrellas indican aproximadamente la distribución de los arrecifes coralinos.

también el método de rarefacción de Sanders (1968) con el objetivo de construir las curvas de número de especies contra número de individuos y hacer inferencias acerca del grado de impacto teniendo en cuenta la hipótesis estabilidad-tiempo que propone este autor. Aunque los tamaños de muestra obtenidos en cada estación no son demasiado elevados, consideramos que son representativos de las condiciones generales de cada región arrecifal.

De manera complementaria se tomaron muestras de agua para análisis, según las técnicas de la APHA (1992), de la presencia de coliformes fecales y *Pseudomonas aeruginosa* como indicadores potenciales de aportes locales de contaminación o del arribo de masas de aguas contaminadas. Se hizo, además, un inventario de impactos antrópicos sobre los ecosistemas costeros locales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Geomorfología litoral.- La región de Sosúa forma parte de la unidad físico-geográfica que se extiende de este a oeste a lo largo de 72 km de litoral Atlántico, integrando un mosaico de geosistemas compuesto por llanuras y humedales costeros, valles fluvio-marinos y fluviales, alturas y montañas bajas erosivas y erosivo-denudativas.

El último tramo de este sector abarca la Ensenada de Sosúa que se caracteriza por una notable elevación de la terraza que alcanza unos 10 m en los acantilados que bordean la playa de Sosúa y ha sido considerada

como un microsistema debido a su comportamiento dinámico independiente (CESIGMA, 1999).

Tales características favorecen naturalmente la estabilidad del perfil de la playa (Fig. 2), que muestra un importante proceso de acumulación particularmente hacia los extremos, donde la pendiente submarina está cubierta por arena, mientras que hacia el centro hay afloraciones de roca relacionadas con su posición respecto a la protección de la barrera arrecifal y presumiblemente a la acción antrópica.

El perfil de la costa es muy similar en toda su extensión, con una duna superior cuya altura relativa varía entre 1 a 2 m, una berma que puede alcanzar aproximadamente hasta 30 m y transita hacia la región sublitoral con una moderada pendiente submarina. Prácticamente en toda su extensión, la playa tiene vegetación en su parte trasera y hacia su extremo norte colinda con la costa acantilada.

La playa está formada por arena de color claro, con valores del diámetro medio de la partícula (Md) entre 0.43 a 0.47 mm, lo que la clasifica como arena media. Se observa un predominio de los sedimentos organógenos carbonatados sobre los sedimentos terrígenos (CESIGMA, 1999), lo que demuestra el papel de los arrecifes coralinos cercanos como fuente de alimentación de arena de la playa. La dominancia de sedimentos biogénicos revela, además, que esta playa se encuentra relativamente aislada de la influencia de otros aportes, en comparación con el resto de la zona costera de Sosúa.

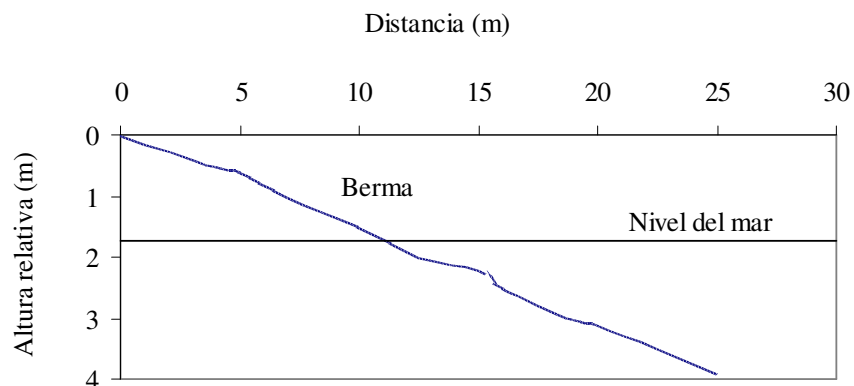


Figura 2. Perfil topográfico de Playa Sosúa en una de las zonas de acumulación de arena al oeste de la playa (modificado a partir de CESIGMA, 1999).

En esta región, las extracciones furtivas de la arena de la playa para construcciones constituyen un impacto importante por las modificaciones que esto provoca en el perfil de playa y las alteraciones que implican en su dinámica natural. Otro impacto de interés es la alteración de la vegetación trasera de la duna para instalaciones de servicios al turismo.

Geomorfología sublitoral.- La región sublitoral se caracteriza por una mezcla heterogénea de tipos de fondos. Hacia los extremos de la ensenada, al pie de los farallones, el fondo es somero y básicamente rocoso con variaciones en su relieve donde se acumulan sedimentos arenosos de diámetro de partículas similar al de la playa y se observan numerosas rocas sueltas de diferentes tamaños. Hacia la región central, la porción más cercana a la playa está formada por una cuenca arenosa con parches rocosos, con profundidades menores de 1 m, que es continuidad de la pendiente submarina de la playa y donde eventualmente pueden aparecer pequeños parches de *Thalassia testudinum*.

Una peculiaridad geomorfológica de la región (Fig. 3) es la aparición de una barrera coralina típica a unos 200 m de la orilla (Arrecife Snorkel) que se desarrolla en profundidades de hasta 3 m formando un conglomerado rocoso coralino. Esta estructura natural, unida a la orientación de la costa representan

una protección para el desarrollo de la playa, particularmente ante el oleaje generado por los vientos predominantes.

A esta barrera le siguen fondos areno-rocosos que van cambiando en dirección hacia al océano, donde con el incremento de la profundidad el fondo se torna básicamente rocoso en una gran extensión aunque aún se observan pequeñas cuencas acumulativas de sedimentos con parches de *Syringodium filiforme*.

Esta explanada rocosa forma el llamado Arrecife Canyon que se extiende aproximadamente a unos 500 m de la costa y presenta un talud entre 8 y 10 m de profundidad, donde desciende abruptamente hasta 20 o 22 m de profundidad. Aunque no se tienen datos de los perfiles batimétricos a mayor profundidad, la carta indica una isobata de 38 a 40 m, donde parece tener lugar un segundo talud aproximadamente a unos 2 km de la costa. Otras formaciones arrecifales de la ensenada incluyen los arrecifes La Puntilla/Westfall, Miniwall y Larimar al noroeste, aunque mar afuera también existe un importante desarrollo arrecifal.

Dinámica costera.- La dinámica del área está regida por la presencia del sistema de vientos con componente predominante del este y el noreste, que promueven el movimiento de las masas de agua hacia el oeste; y las corrientes de marea que tienen su origen

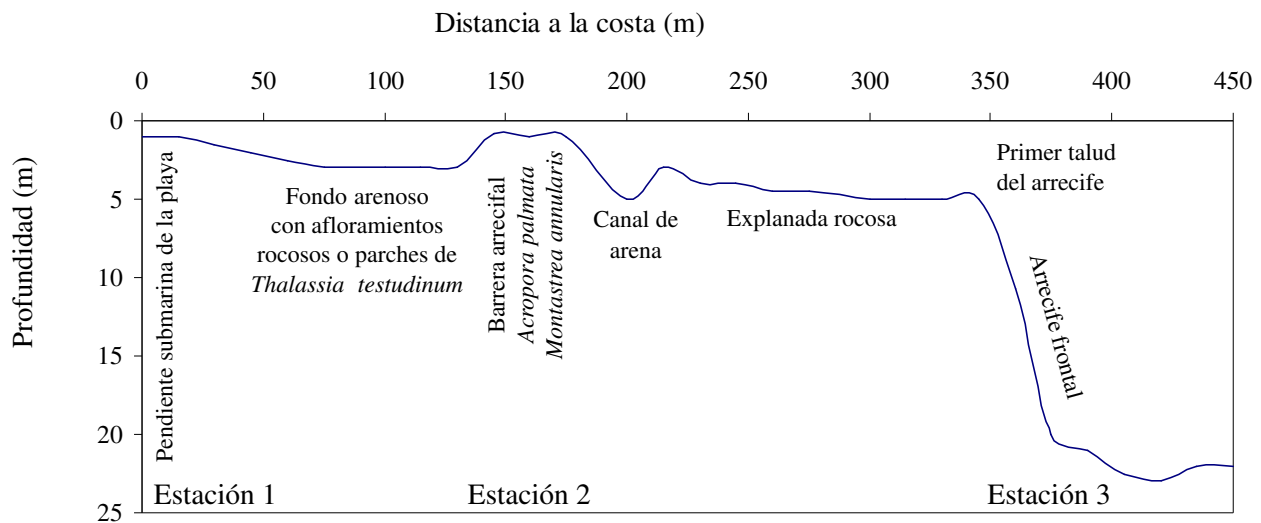


Figura 3. Perfil batimétrico desde la orilla de Playa Sosúa hasta la zona frontal del Arrecife Canyon en 22 m de profundidad (modificado a partir de CESIGMA, 1999).

en los cambios que se producen en el nivel del mar y cambian su dirección y muchas veces su velocidad, de forma continua.

Ante estas condiciones, la Ensenada de Sosúa, constituye una región con un alto grado de protección debido a sus características geográficas que en cierta forma la aíslan de los efectos derivados de estos procesos dinámicos, que actúan con fuerza en regiones totalmente expuestas, como por ejemplo en Cabarete. Por ello, dicha ensenada ha sido considerada por CESIGMA (1999) como un microsistema debido a su comportamiento dinámico independiente.

Durante la bajamar las aguas se desplazan como promedio en sentido oeste, en el mismo sentido de los vientos, pero durante la pleamar puede ocurrir una deriva litoral hacia el este con corrientes de cierta magnitud. Ello implica que bajo determinadas circunstancias meteorológicas y oceanográficas la región puede recibir la influencia de las aguas del Río Sosúa.

La cuenca de este río es la más relevante de la región de estudio y ocupa un área de 92 km², desembocando en el mar, en la Bahía del mismo nombre, a una distancia aproximadamente de 10 km al oeste de la ensenada (Fig. 1). La longitud de la corriente principal de este curso fluvial es de 12 km y su cota de origen alcanza los 326 m. El escurrimiento medio anual se calcula en unos 65 m³/segundo en una región donde la precipitación media es de 1900 mm.

Contaminación costera.- A lo largo de todo el sistema fluvial del Río Sosúa se ubican caseríos y otras instalaciones donde tienen lugar diversas actividades económicas, principalmente agrícolas, que generan una gran cantidad de desechos. La vegetación boscosa que debió caracterizar las riberas de este río ha sido prácticamente eliminada.

La deforestación y el vertimiento de residuales líquidos y sólidos hacia las aguas del río, desde donde llegan al mar, son serios problemas que afectan la calidad ambiental del sistema. Ello es obvio en los valores de coliformes fecales de 24,000 NMP/100 ml en sus aguas interiores, que alcanzan valores tan elevados de 1,100,000 NMP/100 ml en su desembocadura (CESIGMA, 1999).

Sin embargo, la Ensenada de Sosúa se encuentra relativamente aislada de estos procesos aunque esporádicamente pueden registrarse en la masa de agua valores ligeramente altos de coliformes fecales. Por ejemplo, CESIGMA (1999) registró valores en Playa Sosúa de 2100 NMP/100 ml, mientras que en nuestro estudio los valores de coliformes en dicha playa estuvieron en el orden de 16 NMP/100 ml y no se detectó la presencia de *Pseudomonas aeruginosa*, indicando la ausencia de contaminación por albañales durante el momento del muestreo. La presencia esporádica de coliformes fecales en la ensenada puede guardar relación con el mencionado aporte fluvial aunque no se descartan posibles focos de contaminación locales provenientes del desarrollo hotelero.

Otro problema de contaminación local es el relacionado con el vertimiento de basura a la zona costera, cuyo impacto se manifiesta particularmente sobre la biodiversidad. Esta situación ha sido reportada también para la Bahía de Sosúa, donde los vertimientos de desechos sólidos al mar, por más de dos décadas han contribuido a la pérdida de gran parte del componente coralino original (Franco, 1998).

Biodiversidad marina.- La región posee una biodiversidad marina importante, de la cual se conocen más de 200 especies a partir de nuestras observaciones y considerando algunos datos de la literatura para la plataforma noroeste. Este conocimiento comprende unas 25 especies de algas, 23 de esponjas, 22 de corales pétreos, 10 octocorales, 81 moluscos y 63 especies de peces (Almodóvar y Alvarez, 1978; Díaz y Bonnelly, 1978; Terrero 1981; 1982 y Geraldés, 1994). La diversidad marina está sustentada por varios ecosistemas que comprenden: fondos arenosos con y sin cobertura de macrovegetación, principalmente fanerógamas marinas, fondos rocosos y arrecifes coralinos con diferente grado de desarrollo.

En los fondos someros rocosos al pie de los farallones (estación 1) la fauna sésil y la flora son escasas por tratarse de ambientes muy expuestos a las variaciones de temperatura y salinidad, al efecto del oleaje y la resuspensión del sedimento. Algunas formas del coral *Siderastrea radians* dominan con un 46.7% incrustadas en el sustrato rocoso, mientras

que las formas masivas de *Diploria clivosa* (10.4%) ocupan las regiones más arenosas. En algunos sectores crece el coral de fuego *Millepora complanata*. Las microformas del relieve rellenas de arena permiten la colonización de varias especies de anémonas como *Phymanthus crucifer*, mientras que en la matriz rocosa se desarrollan, horadando la roca, las especies de *Echinometra*; y la roca libre es ocupada por *Diadema antillarum*.

Esta fauna es similar a la observada en la cuenca arenosa con parches rocosos más cercana a la playa con profundidades menores de 1 m, que es continuidad de la pendiente submarina de la playa y donde eventualmente pueden aparecer pequeños parches de *Thalassia testudinum*.

En esta estación se registró el menor número de especies, con dominancia de aquellas resistentes a los tensores típicos de los pavimentos rocosos someros. Por ello, los valores de diversidad H' fueron los más bajos (1.64) con una elevada dominancia C' (0.27). No obstante, los valores ligeramente elevados de la equitatividad J' (0.71) indican que las condiciones desfavorables que promueven la baja diversidad tienen un carácter constante.

En la estación 2, un elemento peculiar de la biodiversidad local la constituye una barrera arrecifal donde a pocos metros de la orilla se eleva desde la arena una construcción de casi 3 m dominada por *Acropora palmata* (31.4%) y *Montastrea annularis*, (28.6%), aunque otras nueve especies de corales comparten esta armazón arrecifal (Tabla 1). Salvo algunas especies incrustantes no se observan esponjas y no existe desarrollo de octocoralios indicando la falta de un sustrato adecuado y la extrema severidad del oleaje.

En esta estación se registraron 11 especies, con dominancia de *A. palmata*, especie que por su resistencia al hidrodinamismo severo tipifica las zonas de rompiente. El valor de la diversidad H' fue ligeramente superior al de la estación 1 (1.85) al igual que el de la equitatividad J' (0.77) y la dominancia C' fue elevada (0.20). Aunque en esta zona la diversidad suele ser baja debido a los tensores propios de la meseta arrecifal (particularmente el oleaje), que favorecen la dominancia de especies resistentes como

A. palmata, también hay que considerar que en esta zona fue donde se observó la mayor influencia antrópica sobre el arrecife, relacionada con tres aspectos básicos.

En primer lugar, debido a la negligencia de los bañistas y la ausencia de controles, existe una seria acumulación de desechos sólidos en los fondos arenosos y rocosos más cercanos a la orilla. En segundo lugar, es evidente el daño físico que los bañistas y los buzos causan a los corales al caminar sobre la barrera arrecifal de *Acropora palmata* que se levanta cerca de la superficie, o nadar y bucear cerca de los corales removiendo el sedimento arenoso que se resuspende y cae sobre éstos. Finalmente, el anclaje de las embarcaciones sobre o en las propias colonias coralinas (no existen boyas de señalización y amarre), también provoca daños mecánicos que alteran la estructura del arrecife, a lo cual se une la expulsión de desechos sólidos y los escapes eventuales de combustible.

Estos daños pueden tener consecuencias graves para la región pues la actual barrera que se ubica hacia el centro de la Ensenada de Sosúa es esencial para la protección de la playa, además de que constituye un área importante dentro de los atractivos turísticos del buceo local.

Con el incremento del sustrato rocoso en dirección hacia al océano (estación 3) aumenta la densidad de corales, se observan los primeros octocoralios y comienzan a aparecer formas erectas de esponjas. Las comunidades de gorgonáceos en esta zona la dominan especies de *Plexaura flexuosa* y *Gorgonia flabellum* indicando aún un fuerte efecto del batimiento. En algunas partes se observan pequeñas cuencas acumulativas de arena donde aparecen parches de *Syringodium filiforme*.

Entre 8 a 10 m de profundidad la explanada forma un talud donde tiene lugar un marcado incremento de la densidad y la diversidad de la fauna sésil motivado por el efecto de sombreado y la pendiente que ayuda al escurrimiento de los sedimentos. Entre las especies de octocoralios se observaron las formas arborescentes de *Eunicea mammosa*, *Plexaura flexuosa* y el abanico *Gorgonia flabellum*.

Tabla 1. Composición cualitativa y cuantitativa de corales escleractíneos de la Ensenada de Sosúa. Las letras indican: PRS: Pavimento rocoso somero, MA: Meseta arrecifal y AF: Arrecife frontal.

Familia	Especies	Estaciones	1	2	3
		Zona del arrecife	PRS	MA	AF
		Profundidad (m)	1-2	2-5	8-20
Acroporidae	<i>Acropora palmata</i> (Lamarck, 1816)		0	33	0
Poecilloporidae	<i>Madracis decactis</i> (Lyman, 1859)		5	0	4
Astrocoeniidae	<i>Stephanocoenia intersepta</i> (Esper, 1795)		1	0	3
Faviidae	<i>Colpophyllia natans</i> (Houttuyn, 1772)		1	0	2
	<i>Diploria clivosa</i> (Ellis y Solander, 1786)		11	10	2
	<i>Diploria labyrinthiformis</i> (Linnaeus, 1758)		1	1	11
	<i>Diploria strigosa</i> (Dana, 1846)		0	10	4
	<i>Favia fragum</i> (Esper, 1788)		0	1	1
	<i>Montastraea annularis</i> (Ellis y Solander, 1786)		1	30	14
	<i>Montastraea cavernosa</i> (Linnaeus, 1766)		0	2	4
Meandrinidae	<i>Dichocoenia stokesii</i> Milne Edwards y Haime, 1848		0	0	5
	<i>Meandrina meandrites</i> (Linnaeus, 1758)		0	0	3
Musiidae	<i>Mycetophyllia danaana</i> Milne Edwards y Haime, 1849		0	0	1
	<i>Mycetophyllia lamarckiana</i> Milne Edwards y Haime, 1848		0	0	2
Caryophyllidae	<i>Eusmilia fastigiata</i> (Pallas, 1766)		0	0	4
Agariciidae	<i>Agaricia fragilis</i> Dana, 1846		0	0	1
	<i>Undaria agaricites</i> (Linnaeus, 1758)		7	2	6
Siderastreaeidae	<i>Siderastraea radians</i> (Pallas, 1766)		49	8	10
Poritiidae	<i>Porites astreoides</i> Lamarck, 1816		16	5	6
	<i>Porites divaricata</i> Lesueur, 1820		0	0	20
	<i>Porites furcata</i> Lamarck, 1816		0	0	1
	<i>Porites porites</i> (Pallas, 1766)		13	3	1
		Número de individuos	105	105	105
		Diversidad H' (nativos)	1.64	1.85	2.67
		Equitatividad J'	0.71	0.77	0.88
		Dominancia C'	0.27	0.20	0.08
		Número de especies	10	11	21

Hacia mayor profundidad aparecen otras especies de aspecto arbustivo como *Plexaura homomalla*, *Plexaurella nuttans*, *Pseudoplexaura crucis* y *Eunicea succinea*; y especies incrustantes como *Briareum asbestinum* y *Erythropodium caribaeum*.

Las especies de corales dominantes en esta zona fueron *Porites divaricata* (19%), *Montastraea annularis* (13.3%) y *Diploria labyrinthiformis* (10.5%), aunque en esta estación se obtuvo el mayor valor del índice de diversidad H' (2.67), de la equitatividad J' (0.88) y el menor valor de la dominancia C' (0.08). Estos valores reflejan condiciones favorables constantes para esta región del arrecife.

La comparación de las curvas de rarefacción (Fig. 4) para las tres regiones arrecifales descritas y su interpretación a través de la hipótesis estabilidad-tiempo (Sanders, 1968) permite inferir que en las estaciones 1 y 2, cuyas curvas están más cercanas al eje de las abscisas, se desarrollan comunidades sometidas a un elevado control físico, en estos casos debido a los tensores que caracterizan el pavimento rocoso y la rompiente arrecifal.

Por otra parte, las comunidades en la estación 3 muestran un mayor acomodo biológico relacionado con el incremento de la profundidad y la pendiente del arrecife donde existen condiciones más favorables para el desarrollo

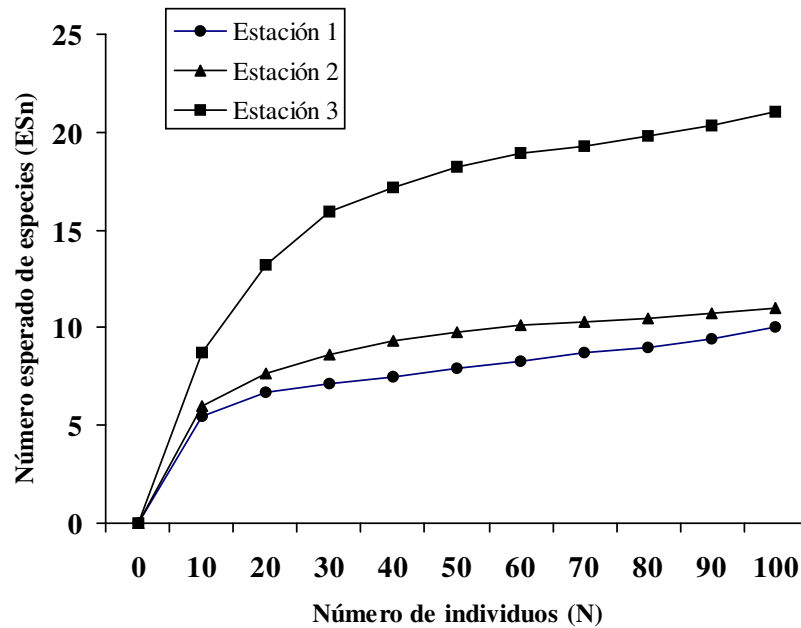


Figura 4. Curvas de rarefacción de Sanders (1968) para tres regiones arrecifales de la Ensenada de Sosúa.

coralino. Ello coincide con las tendencias de los valores de los índices ecológicos.

Aunque eventualmente los indicadores microbiológicos pueden resultar elevados, nuestros resultados revelan que la Ensenada de Sosúa, donde está enclavada la playa del mismo nombre, no parece presentar síntomas de contaminación crónica por residuos domésticos o industriales. La principal consecuencia de estas categorías contaminantes, que es el incremento de la cobertura algal en detrimento de la cobertura coralina, no se observa en la zona.

CONCLUSIONES

Los resultados del análisis ambiental a través de los datos de la estructura ecológica de los corales escleractíneos indican que no existen evidencias de contaminación orgánica crónica en la Ensenada de Sosúa. No obstante, los arrecifes someros sí están afectados por impactos antrópicos locales relacionados con el uso de la playa, las actividades de buceo y el uso de embarcaciones.

Los arrecifes profundos se encuentran saludables y su estructura es similar a la de otras formaciones arrecifales costeras no sometidos a procesos de

contaminación. No se observaron síntomas de blanqueamiento coralino, ni de enfermedades de banda negra o banda blanca, ni infecciones bacterianas.

BIBLIOGRAFÍA

Almodóvar, L. R. y V. Alvarez 1978. Adiciones a la flora marina bentónica macroscópica de la República Dominicana. Contribuciones del Centro de Investigaciones de Biología Marina (CIBIMA), 8: 141-147.

APHA 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association.

Alvarez, V., F. Galdes, D. V. Rivas, G. Rosado y C. Mateo 1998. Caracterización de los ambientes costeros dominicanos: Bahía de Puerto Plata. Investigación para el Desarrollo, Año 2, No. 2, pp. 101-110.

Banco Central 2000. Cifras de establecimiento de alojamiento turístico en la República Dominicana. Departamento de cuentas nacionales y estadísticas económicas. Banco Central de la República Dominicana / Asociación Nacional de Hoteles y Restaurantes, ASONAHORES/Secretaría de Estado de Turismo.

CESIGMA 1999. Estudio de prefactibilidad para la regeneración de las Playas Sosúa y Cabarete, República Dominicana, 35 pp.

Díaz, C. C. e I. Bonnelly de Calventi 1978. Estudio malacológico en 17 playas de la República Dominicana. En: Conservación y Ecodesarrollo, Centro de Investigaciones de Biología Marina, CIBIMA, Universidad Autónoma de Santo Domingo, pp. 195–306.

Franco, E. 1998. ¡Salvemos el mar! La Costa, ONG Fundato, Puerto Plata, p. 14.

Geraldes, F. X. 1994. Iniciativa para la conservación de los arrecifes coralinos del Caribe, República Dominicana. Informe Final del Proyecto 1993-1994, Centro de Investigaciones de Biología Marina, Universidad Autónoma de Santo Domingo, 74 pp.

Herrera, A. 1991. Efectos de la contaminación sobre la estructura ecológica de los arrecifes coralinos en el litoral habanero. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Academia de Ciencias, La Habana, Cuba, 110 pp.

Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.*, 13: 131-144.

Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *Amer. Nat.*, 102(920): 243-282.

Shannon, C.E. y Weaver, W. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, 117 pp.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 668.

Terrero, N. 1981. Adiciones a la colección ictiológica del Centro de Investigaciones de Biología Marina de la Universidad Autónoma de Santo Domingo. *Contribuciones del Centro de Investigaciones de Biología Marina (CIBIMA)*, 22: 1-12.

Terrero, N. 1982. Resumen de la colección de peces donados por IDECOOP. *Contribuciones del Centro de Investigaciones de Biología Marina (CIBIMA)*, 34: 1-13.

RECONOCIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Sr. Peter y su equipo de buzos de la Escuela de Buceo del Coralillo, por las facilidades logísticas brindadas para la realización de este trabajo y por transmitirnos su experiencia sobre los arrecifes locales.