

ECOSISTEMOLOGÍA

DE LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE LA PLAYA CAMPO DE ANTENAS, ISLA GALETA, COLÓN, PANAMÁ

ECOSYSTEMOLOGY OF THE REEF PLATFORM OF CAMPO DE ANTENAS BEACH, GALETA ISLAND, COLON, PANAMÁ

Javier Hurtado-Yow¹

E-mail: javier.hurtado@up.ac.pa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2662-8608>

Francisco Farnum Castro^{2*}

E-mail: francisco.farnum@up.ac.pa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5879-2296>

¹Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Escuela de Biología. Panamá.

²Universidad de Panamá. Panamá.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Hurtado-Yow, J. & Farnum Castro, F. (2025). Ecosistemología de la plataforma arrecifal de la playa Campo de Antenas, Isla Galleta, Colón, Panamá. *Universidad y Sociedad*, 17(3). e5342.

RESUMEN

La Ecosistemología es el estudio transdisciplinario del ecosistema como un todo. Tiene un enfoque más profundo que la ecología, resultado de la coordinación entre las disciplinas y la conciliación de campos como ciencias naturales, ciencias exactas, ciencias sociales y humanidades. Los estudios de los ecosistemas cumplen con seis principios fundamentales: diversos, únicos, dinámicos, no lineales, irreversibles y acumulativos. El trabajo tiene como objetivo desarrollar una metodología de enseñanza sencilla para estudiantes de laboratorio del curso de ecología de ecosistemas en la Licenciatura de Biología de la Universidad de Panamá (Centro Regional Universitario de Colón). Se constataron dos principios de un ecosistema, por ser diverso y único. Para probar la hipótesis, se seleccionó como área de estudio la plataforma arrecifal de playa Campo de Antenas (Colón, Panamá). Como unidad muestral, se escogió el transecto lineal a lo largo de un perfil, para muestrear flora y fauna, junto con registros de parámetros ambientales físicos y químicos del sitio, los cuales ayudaron a relacionar los factores ambientales con el comportamiento de los organismos. Los resultados muestran que el ecosistema posee sus propias condiciones de variación. La experimentación respalda la idea de que los principios ecosistemológicos se mantienen en cualquier ecosistema. Se concluye que la plataforma arrecifal es un ecosistema diverso y único por sus problemas y atributos.

Palabras clave: Ecosistema marino, Ecología, Arrecife de coral, Metodología.

ABSTRACT

Ecosystemology is the transdisciplinary study of the ecosystem itself. It has a deeper focus than ecology itself, as a result of the coordination between the totality of the disciplines and the much-needed reconciliation of many fields such as natural sciences, exact sciences, social sciences, and humanities. The aim of the work was to develop a simple teaching methodology for laboratory students of the ecosystem ecology course in the Biology Degree at the University of Panama (Centro Regional Universitario de Colón). In this study, two principles of an ecosystem were tested, diverse and unique. The Campo de Antenas beach reef platform (Colón, Panama) was selected as the study area to test the hypothesis. As a sampling unit, the linear transect along a profile was chosen to sample flora and fauna, along with records of the site's physical and chemical environmental parameters, which helped to relate environmental factors to the behavior of organisms. The results show that the ecosystem has its own conditions of variation. Only in a line that passes along it were observed several species, which are only a part of the area's diversity. Experimentation supports



the idea that ecosystem principles hold in any ecosystem. It is concluded that the reef platform is a diverse and unique ecosystem due to its problems and attributes.

Keywords: Marine ecosystems, Ecology, Coral reefs, Methodology.

INTRODUCCIÓN

En América Latina y el Caribe, el cambio climático está afectando el diseño de infraestructuras hidráulicas debido a fenómenos como precipitaciones extremas, sequías y el derretimiento de glaciares. En particular, las zonas costeras y de alta montaña requieren una planificación resiliente para mitigar los impactos (Piguave-Rodríguez *et al.*, 2025).

El aprovechamiento de los recursos naturales en el mundo aumenta cada año, derivado de políticas expansivas enfocadas en atender necesidades básicas de la población y acrecentar el desarrollo económico (Kushawaha *et al.*, 2021).

El estudio de los ecosistemas es fundamental para la comprensión de procesos ecológicos que sostienen la vida en el planeta y para trazar tácticas de preservación y uso sostenible de los recursos naturales, principalmente en un contexto de cambio ambiental global.

El ecosistema es un conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico. A su vez, estas interacciones resultan en el flujo de materia y energía (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], 2020).

A juicio de Batista (2015a) la Ecosistemología no solo estudia el hábitat de los seres bióticos y abióticos y las interrelaciones entre ellos, sino también el funcionamiento del ecosistema en toda su complejidad. Por su parte, la Ecosistemología es la ciencia de las relaciones entre todas las formas de la materia inorgánica y orgánica, y la organización de la energía. Es la base de la idea realista de trabajar hacia un universo material saludable, y el desarrollo de métodos innovadores para el manejo de desechos tóxicos y no tóxicos, es decir, su transformación en todo tipo de productos saludables.

Constituye una nueva disciplina o subdisciplina científica que se presenta como una línea de pensamiento y actuación que defiende y promueve una visión plural y unificadora de entender la organización y el funcionamiento de la naturaleza (Senterre *et al.*, 2021).

Batista (2015a), expresa que el estudio de la Ecosistemología para la gestión ambiental marino-costera, se basa sobre la enseñanza de la Ecosistemología, enseña que los ecosistemas cumplen con seis principios fundamentales: diversos, únicos, dinámicos, no lineares,

irreversibles y acumulativos (Hurtado, 2020). Consideran Almeida y Carissimi (2023) de vital importancia la coordinación para integrar a los involucrados y así maximizar los beneficios de manera efectiva para el desarrollo, así considerar la implementación de lineamientos que consideren la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las comunidades locales. Sin embargo, para abordar eficazmente estos desafíos, es crucial desarrollar nuevas estrategias y enfoques que sean acordes con las realidades cambiantes del siglo XXI (González *et al.*, 2024).

Siendo de este modo, entonces, se puede plantear la hipótesis que cualquier sistema natural, como la plataforma arrecifal de la playa Campo de Antenas, debe cumplir con estos principios, aún con los impactos ambientales antropogénicos que le antecedan. Este estudio tiene como objetivo desarrollar una metodología de enseñanza sencilla para estudiantes de laboratorio del curso de ecología de ecosistemas en la Licenciatura de Biología de la Universidad de Panamá (Centro Regional Universitario de Colón), como entrenamiento para comprobar dos de los seis principios fundamentales de los ecosistemas, diversidad y unicidad, utilizando como ejemplo la plataforma arrecifal de la playa Campo de Antenas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló un método inductivo asociado a una investigación cualitativa de tipo exploratoria que culminó como descriptiva, donde se utilizó un abordaje epistemológico y metodológico para la generación de datos, así como para la validez externa de los mismos (Moreno *et al.*, 2018).

Esta investigación cualitativa recolectó registros descriptivos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación científica de las relaciones entre todas las formas de la materia inorgánica y orgánica y la organización de la energía, en un contexto estructural y situacional, para finalmente identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones y la estructura dinámica.

El área de estudio está ubicada en el mar Caribe, costa caribeña de la República de Panamá, específicamente en la provincia de Colón, distrito de Colón, corregimiento de Cristóbal Este, al noreste de Coco Solo, en la línea costera ubicada entre Bahía Manzanillo y Bahía Las Minas, sobre la ribera Este de la entrada atlántica del Canal de Panamá, colindando con el límite norte del Paisaje Protegido Isla Galeta, en la playa "Campo de Antenas", la cual es de 500 metros de línea costera aproximadamente.

Se encuentra en los 9°40'23" de latitud Norte y en los 79°87'21" de longitud Oeste (coordenadas 9.402333 N, -79.872167 W), que se localiza adyacente al Laboratorio Marino Punta Galeta del Instituto Smithsonian de

Investigaciones Tropicales. Según los puntos cardinales, el área limita al Norte con el mar Caribe, al Sur con el Paisaje Protegido Isla Galeta (Colón, Panamá), al Este con Bahía Las Minas y al Oeste con el acceso norte del Canal de Panamá como se expresa en la figura 1.

Fig 1: Playa “Campo de Antenas” en el Paisaje Protegido Isla Galeta, en la provincia de Colón, Panamá.



Nota. La figura muestra la localización que responde a las coordenadas 9.402333 N, -79.872167 W.

Fuente: Elaboración Propia.

Si cualquier ecosistema se caracteriza por ser diverso y único, entonces se plantea la hipótesis que, la plataforma arrecifal de playa Campo de Antenas debe cumplir con estos principios ecosistemológicos en toda su complejidad, con sus conexiones e interconexiones como una unidad funcional.

Este representa un estudio piloto de línea base sobre la determinación de los principios de la ecosistemología, los cuales se investigaron por primera vez en el área, entendiendo que son estudios que se emplean para identificar una problemática y familiarizarse con un problema desconocido desde la óptica ecosistemológica, por lo que representa una situación de estudio innovador en Panamá con un aporte nuevo en materia de investigación de taxonomía de ecosistemas (Senterre et al., 2021) en la provincia de Colón.

En el diseño experimental para probar la hipótesis, se enfocó para desarrollar una metodología de enseñanza sencilla para estudiantes de laboratorio del curso de ecología de ecosistemas en la Licenciatura de Biología de la Universidad de Panamá (Centro Regional Universitario de Colón). Como unidad muestral, se escogió el transecto lineal a lo largo de un perfil, para muestrear fauna (animales) y flora (plantas y macroalgas) que se observaron a lo largo de la línea, junto con algunos registros de parámetros ambientales físicos y químicos que experimentase la plataforma arrecifal los cuales ayudaron a relacionar los factores meteorológicos y ambientales con el comportamiento de los organismos.

Sumado a esto, se elaboró desde la metodología de estudio, incluir aspectos ecosistemológicos entre la totalidad de las disciplinas que describen los elementos fundamentales de nuestro entorno, integrando conocimientos procedentes no sólo de la Ecología sino también de otras disciplinas en ciencias naturales, ciencias exactas, ciencias sociales y humanidades. En términos generales, se realizó un estudio preliminar del área; se escogió un sitio con una ubicación fácil de recordar; se prepararon los materiales necesarios para el muestreo de factores bióticos y abióticos; se procedió al monitoreo del área de estudio.

Para mayor comprensión del lector, la metodología empleada se ha fragmentado en dos partes. Aunque se debe señalar que, pese a esta explicación fragmentada, los procedimientos en campo para la toma de muestras en parámetros

ambientales y la determinación del principio de diversidad ecosistemológica fueron aplicados simultáneamente.

Para desarrollar el procedimiento experimental empleado para determinar los principios de diversidad ecosistemológica se analizó inicialmente la toma de parámetros físicos y químicos ambientales del ecosistema. Los datos fueron tomados semanalmente (un día a la semana) durante dos meses (agosto-septiembre) de temporada lluviosa, en horario de 4:00 a 5:00 p.m. Se consideró que es un buen horario porque muchos parámetros no fluctúan tanto.

Para tomar registro de parámetros físicos y químicos ambientales que experimenta la plataforma arrecifal, se escogió el transecto lineal a lo largo de un perfil, como unidad muestral. Se trazó el transecto lineal de 45 metros, a lo largo de la plataforma arrecifal, con ayuda de una brújula y cinta métrica. Este transecto se trazó perpendicularmente a la orilla de la playa, dirigiéndose hacia el norte.

Para la toma de los datos, se establecieron tres puntos específicos a lo largo del transecto lineal. Estos puntos fueron establecidos por cada 15 metros longitudinales del transecto. Así, los puntos para la toma de datos quedaron establecidos a los 15 metros, 30 metros y 45 metros, sucesivamente. Cada punto quedó señalado con ayuda de varas firmes delgadas y piedras pesadas encontradas a orillas de la playa, y cuerdas de nylon y botellas plásticas flotantes desechadas a orillas de la playa.

Se dedicaron 20 minutos para medir los parámetros físicos y químicos (por tres estaciones es igual a 1 hora) para cada punto de toma de datos, con ayuda del medidor portable YSI 85, el pH-metro GLP22 de Crison e instrumentos de medición ambiental del Caribe estacionados en Bahía Manzanillo, y en la vecina Bahía Limón.

Se tomaron los siguientes datos: Densidad de H_2O (mg/L), salinidad del H_2O (ppt), pH (potencial del hidrógeno), temperatura del H_2O ($^{\circ}C$), temperatura atmosférica ($^{\circ}C$), nivel de la marea (en pies), conductividad (μS), profundidad relativa (pie), precipitación (mm), nubosidad (de 4:00 pm a 5 p.m. del día) y tipo de sustrato.

Para demostrar el principio de “ecosistema diverso”, se registró la biota existente en el área durante dos meses (agosto-septiembre) de temporada lluviosa, se determinó la fuente a estudiar de la comunidad biológica observable en el ecosistema. Los datos fueron registrados semanalmente en horario de 4:00 a 6:00 p.m. y se observó preliminarmente como un rango de tiempo una alta actividad en la fauna marina.

Para tomar muestras la biota existente en la plataforma arrecifal, se escogió el transecto lineal a lo largo de un perfil, como unidad muestral. Se trazó el transecto lineal de 45 metros a lo largo de la plataforma arrecifal con ayuda de una brújula y cinta métrica. Este transecto se trazó

perpendicularmente a la orilla de la playa, dirigiéndose hacia el norte.

Para la toma de los datos, se establecieron tres zonas a lo largo del transecto lineal. Estas zonas fueron establecidas dentro de cada 15 metros longitudinales del transecto. De este modo, las zonas para la toma de datos quedaron establecidas del siguiente modo:

- Zona 1 (de los 0 m a los 15 m)
- Zona 2 (de los 15 m a los 30 m)
- Zona 3 (de los 30 m a los 45 m)

Cada zona quedó delimitada o separada la una de la otra por un punto establecido con ayuda de varas firmes delgadas y piedras pesadas encontradas a orillas de la playa, y cuerdas de nylon y botellas plásticas flotantes desechadas a orillas de la playa.

Se observaron durante 40 minutos la biota circundante en el área de estudio de la plataforma Arrecifal de la Playa Campo de Antenas atendiendo que son tres puntos de parada; igual a 2 horas. Se registró la biota observable existente en cada zona a lo largo de la línea de 45 m, mediante el método de transecto de presencia y ausencia a través de un croquis elaborado por los investigadores.

Para demostrar el principio de “ecosistema único”, se hizo una revisión de aspectos ecosistemológicos tomando en cuenta todos los niveles de la realidad, pero que tradicionalmente son objetivos de disciplinas académicas diferentes. Concibiendo pues la conciliación tan necesaria de muchos campos: ciencias naturales, ciencias exactas, ciencias sociales y humanidades. Derribando las barreras y diferencias entre las disciplinas y estudiando el tema desde el punto de vista integral (Max-Neef, 2005).

Se utilizó el concepto renovado de Ecosistemología, y como hilo conductor de su argumento la integración de conocimientos procedentes no sólo de la Ecología, sino también de otras disciplinas pertenecientes al campo de las ciencias de la naturaleza.

Además, se identificó el concepto “único” mediante el manejo histórico que se le ha dado al área de estudio, incluyendo al Campo de Antenas, como lugar único en el mundo, tomando en cuenta los antecedentes del área, y los problemas actuales por los cuales este está presentando, pues cada problema de un ecosistema es esencialmente único y es considerado como síntoma de un problema anterior (Batista, 2015b).

Por último, se revisó la bibliografía que se ha recolectado en el área que han dado a resaltar la importancia del ecosistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los parámetros físicos y químicos colectados en el mes de septiembre (temporada lluviosa), demuestran que, en

cuanto a la temperatura, cabe resaltar que hubo una intensidad creciente que concuerda con los reportes de calentamiento y magnitud regional del Caribe durante el mes de septiembre. Todos estos elementos se encuentran en la Tabla 1, que a continuación se presenta.

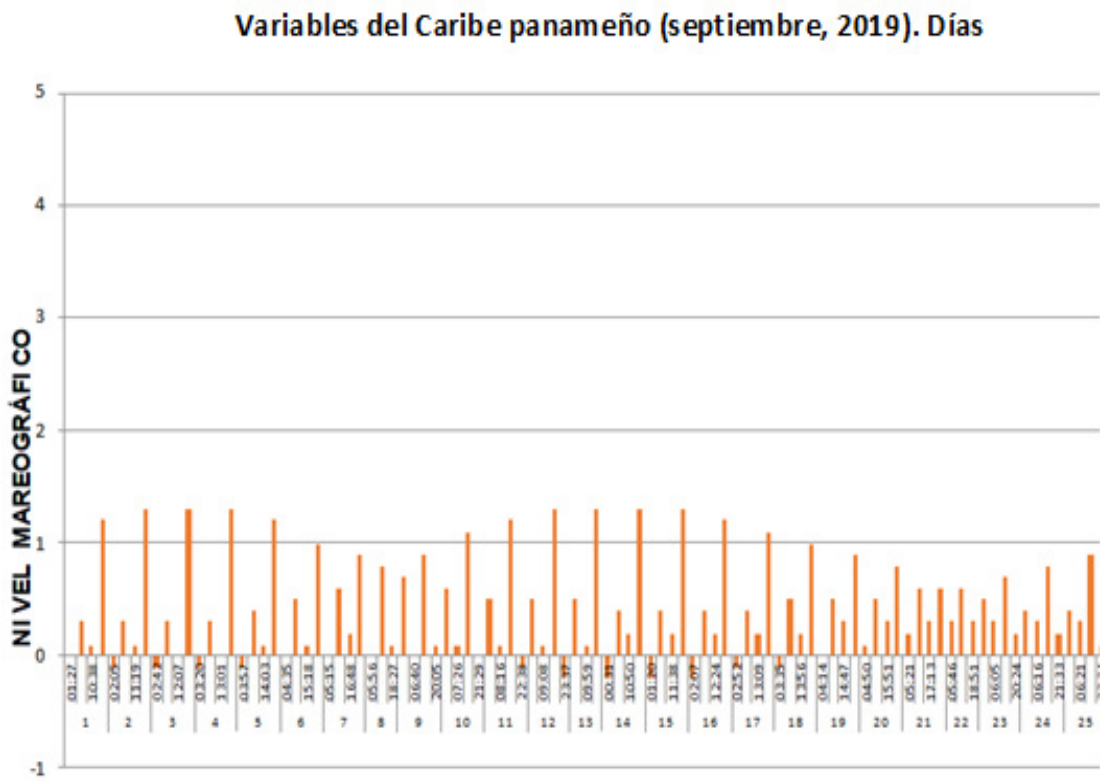
Tabla 1. Parámetros físicos y químicos colectados en el mes de septiembre (temporada lluviosa).

Parámetros	Estudio Preliminar 3:54 p.m.			Semana 2 3:56 p.m.			Semana 3 3:50 p.m.			Semana 4 4:06 p.m.		
DISTANCIAS	15 m	30 m	45 m	15 m	30 m	45 m	15 m	30 m	45 m	15 m	30 m	45 m
Densidad de H2O (mg/L)	EVALUACIÓN PREVIA DEL AREA DE ESTU- DIO			07.5	07.7	06.7	08.3	08.0	07.4	08.1	06.7	06.3
Salinidad del H2O (ppt)		31.9	32.2	32.5	31.9	31.9	31.9	31.6	31.7	31.8		
Temperatura superf. del mar (°C)		30.6	30.6	30.2	32.7	31.7	31.6	29.9	29.4	29.5		
Temperatura atmosférica (°C)		27.1	25.7	27.1	28.7	28.7	28.7	26.5	26.5	26.5		
pH		08.4	08.4	08.4	--	--	--	--	--	--		
Nivel de marea (pie)		0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3		
Precipitación (mm)		355.5	355.5	355.5	355.5	355.5	355.5	355.5	355.5	355.5		
Conductividad (µS)		54.7	54.9	54.8	56.6	55.6	55.2	53.3	52.9	53.1		
Profundidad relativa (pie)		1.00	1.29	2.44	1.01	1.30	2.45	1.02	1.31	2.46		
Nubosidad		Nb	Nb	Nb	Nb	Nb	Nb	Nb	Nb	Nb		
Tipo de sustrato		Arenoso-fangoso			Arenoso-fangoso			Fangoso				

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la tabla anterior se denota que las aguas muestran un calentamiento anormal de hasta 32°C y la temperatura de las últimas 10 semanas se mantiene en una mediana de 30°C, cuando la temperatura caribeña normal es de 28°C. La temperatura, profundidad, estimar la salinidad, pH, entre otros factores ambientales de la tabla anterior, se observa que estas condiciones son más extremas cerca del nivel superior del litoral, o sea, a orillas de la playa, en los primeros 15 metros. Para ello, las autoridades del canal de Panamá, al realizar un análisis del comportamiento del nivel mareográfico, estudian las variables de comportamiento por días en el mes de septiembre desde 2019. Análisis que se demuestra en la figura 2.

Fig 2: Nivel mareográfico del mar (en pies) el caribe panameño según la autoridad del canal de Panamá (septiembre).



Fuente: Elaboración propia.

Los organismos vivos y observables del ecosistema de la plataforma arrecifal se encuentran zonificados a lo largo de los 45 metros del transecto lineal.

Generalmente, el número de especies por unidad de área dentro del mar fue ligeramente mínimo en la zona 1 (hacia la orilla) y aumenta hacia la zona 2 y la zona 3, reflejando ligeramente una constante o estabilidad de condiciones abióticas en esta última zona, como se puede observar en la Tabla 2-10 que a continuación se presenta.

Tabla 2. Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema, relacionadas con PORIFERA Y CNIDARIA.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTE-NAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
↓ ESPÉCIMEN									
ANIMALES									
PORIFERA									
Esponja de mar									
Demospongiae									
CNIDARIA									
Coral dedo									
Porites sp. (Anthozoa)									
Coral lechuga									

Agaricia sp. (Anthozoa)	
Coral fuego	
Millepora sp. (Hidrozoa)	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3: Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema relacionado con ECHINODERMATA.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTENAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
↓ ESPÉCIMEN									
ANIMALES									
ECHINODERMATA									
Erizo negro									
Echinometra sp. (Echinoidea)									
Erizo de espinas largas									
Diadema antillarum (Echinoidea)									
Pepino de mar									
Holhoturia mexicana (Holhoturioidea)									
Erizo huevo de india									
Tripneustes ventricosus (Echinoidea)									

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4: Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema relacionado con MOLLUSCA y ANELLIDA.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTENAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
↓ ESPÉCIMEN									
ANIMALES									
MOLLUSCA									
Caracol Nerita									
Nerita sp. (Gastropoda)									
Caracol Negro									
Batillaria minima (Gastropoda)									
ANELLIDA									
Gusano plumero									
Sabellastarte sp. (Polichaeta)									
Gusano fuego									
Nereis sp. (Polichaeta)									

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5: Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema relacionado con ARTHROPODA.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTENAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
↓ E S P É C I M E N									
ANIMALES									
ARTHROPODA									
Chitra (sobre el mar)									
Culicoides sp. (Insecta)									
Cangrejo araña									
Mithrax sculptus (Crustácea)									
Cangrejo Ermitaño									
Paguridae (Crustacea)									
Cangrejo fantasma									
Ocypode sp. (Crustacea)									
Percebe									
Cirripedia (Crustacea)									

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6: Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema relacionado con CORDADOS.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTENAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
↓ E S P É C I M E N									
ANIMALES									
CORDADOS									
Sargento de mar									
Maestro lugjanido									
Lutjanus apodus (Osteichthyes)									
Pargo lunar negro									
Barracuda									
Sphyraena sp. (Osteichthyes)									
Sardinas									
Damisela									
Microspathodon chrysurus (Osteichthyes)									
Pez lora									
Scarus sp. (Osteichthyes)									
Garza grande									
Casmerodius albus (Aves)									
Cara cara									

Milvago chimachima (Aves)	
Gallinazo	
Coragyps atratus (Aves)	
Humano	
Homo sapiens (Mamalia)	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7: Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema relacionado con CORDADOS.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTENAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
↓ E S P É C I M E N									
ANIMALES									
CORDADOS									
Sargento de mar									
Maestro lugjanido									
Lutjanus apodus (Osteichthyes)									
Pargo lunar negro									
Barracuda									
Sphyraena sp. (Osteichthyes)									
Sardinas									
Damisela									
Microspathodon chrysurus (Osteichthyes)									
Pez lora									
Scarus sp. (Osteichthyes)									
Garza grande									
Casmerodius albus (Aves)									
Cara cara									
Milvago chimachima (Aves)									
Gallinazo									
Coragyps atratus (Aves)									
Humano									
Homo sapiens (Mamalia)									

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8: Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema relacionado con plantas marinas.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTENAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
PLANTAS									
PLANTAS MARINAS									

Syringodium sp.									
Cymodoceaceae									
Pasto marino									
Thalassia testudinum									
MANGLES									
Propágulo de mangle rojo									
Rizophora mangle (Rhizophoraceae)									

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9: Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema relacionado con plantas terrestres.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTENAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
PLANTAS									
PLANTAS TERRESTRES									
Mangle gris o torcido									
Conocarpus erectus (Combretaceae)									
Almendra									
Terminalia catappa (Combretaceae)									
Palmera									
Cocos nucifera (Arecaceae)									
Paja Canalera									
Saccharum spontaneum (Poaceae)									
Noni									
Morinda citrifolia (Rubioidae)									
Batatilla									
Ipomoea pes-caprae (Convolvulaceae)									

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10: Resultados para determinar la comunidad biológica observable del ecosistema relacionado con plantas terrestres.

TRANSECTO DE PRESENCIA Y AUSENCIA EN LA PLATAFORMA ARRECIFAL DE PLAYA CAMPO DE ANTENAS, COLON, PANAMA. Septiembre-octubre.									
TRANSECTO LINEAL →	ZONA 1			ZONA 2			ZONA 3		
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m
PROTISTAS									
MACROALGAS									
Alga brochita									
Penicillus capitatus									
Alga Hojuelas de Avena									
Halimeda sp.									

Sargazo	
Sargassum (Phaeophyceae)	
Turbinaria	
(Phaeophyceae)	
Morphoespecie alga parda	
(Phaeophyceae)	

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se describen los resultados de unicidad, criterios dados por investigadores del tema y un resumen de sus hallazgos, las razones por las cuales es único el ecosistema de la plataforma arrecifal en playa Campo de Antenas, como se aprecia en la tabla 11.

Tabla 11: Resultados para unicidad.

RAZÓN DE UNICIDAD	CRITERIO	RESUMEN
Cada problema de un ecosistema es esencialmente único.	Schultz, 1983.	La plataforma arrecifal de la playa Campo de Antenas es un sistema natural que posee sus problemas específicos, ello lo hace única.
Existencia de especies hermanas con el Pacífico panameño.	Jackson y D'Croz, 2003.	Único lugar del mundo que mantiene especies hermanas con el Pacífico panameño, porque forma parte del Istmo que cierra la corriente ecuatorial del Atlántico.
Especiación alopátrica	Robertson, 2001.	Científicos de todo el mundo vienen a comprobar la especiación alopátrica, pues es el istmo que termina de cerrar el contacto entre Pacífico Oriental Tropical y Atlántico Occidental Tropical.
Factores oceanográficos y biota	Robertson, 2001.	Donde se pueden hacer comparaciones de factores oceanográficos costeros con efectividad. En el mundo sólo es posible encontrar dos grandes regiones marinas que pueden equipararse.
Daño y recuperación por petróleo del ecosistema.	Jackson, 2007.	Único por su problema de derrame en ese punto (Cada problema es esencialmente único). Modelo de daño y recuperación por petróleo.
Por el momento las pistas indican que: se está conociendo un ecosistema único en el mundo, el cual es parte de la ciudad de Colón.	Batista, 2010.	Este es el ecosistema más extenso de manglares y arrecifes de coral localizados en el centro del Caribe panameño. También es, posiblemente, el único sitio en todo el continente donde se puede encontrar restos de fortificaciones militares de diferentes siglos. Donde están edificios campos de antenas y bases militares.
Único por el manejo que se le ha dado al área.	Hurtado, 2020.	Ha permitido el desarrollo de múltiples disciplinas dentro de sí mismo: Ingeniería Electrónica, Naval y Militar: U.S. Naval Security Group; Arte: Instituto Nacional de Cultura; Biología: Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales; Biotecnología: Seaweed Ecofriendly Aquaculture, SEApanamá; Política: antigua Autoridad de la Región Interoceánica y Autoridad Nacional del Ambiente; Educación: Universidad de Panamá y Ministerio de Educación; Turismo: Autoridad del Turismo de Panamá; entre otras.

Fuente: elaboración propia.

Al sistematizar los criterios en materia de resultados obtenidos por el estudio se aprecia que este ecosistema es una masa de agua salada compuesta por factores bióticos y abióticos establecidos sobre una plataforma arrecifal de un arrecife coralino (Robertson, 2001), de tipo franja. Posee un sustrato tapizado con praderas de pastos marinos entremezclados con algas coralinas, los cuales vienen representando la vegetación macroscópica del ecosistema.

La fauna observable a simple vista de la plataforma arrecifal va desde esponjas marinas hasta peces óseos y aves. Este sistema natural se desarrolla a orillas de una pequeña playa de arena coralina. Dicha playa se conoce con el nombre de playa "Campo de Antenas".

Se sugiere la playa Campo de Antenas como un sitio turístico, pues esta área es altamente potencial para realizar tours y explotar su flora, fauna e historia militar. Sobre la plataforma arrecifal se encuentran algunas zonas desprovistas de corales vivos que están altamente sedimentadas, ya que este ecosistema ha estado sometido a contaminación por petróleo y sedimento (Guzmán y Holst, 2007).

Además, el sedimento es probablemente aportado por la constante y creciente actividad antropogénica que se desarrolla en los alrededores de este ecosistema. Con todo, es importante resaltar que la plataforma arrecifal de la playa “Campo de Antenas” no deja de ser un ecosistema como tal. Por ende, de acuerdo a la Ecosistemología, cumple con los principios de un ecosistema.

A fin de considerar en este estudio realizado, este calentamiento afecta toda la costa Caribe de Panamá, desde Kuna-Yala, Isla Grande, Portobelo y Galeta, hasta Bocas del Toro. Por lo que se debe implementar la Ecosistemología, como un curso académico dentro del plan de estudio de las carreras universitarias de la Universidad de Panamá.

El mar Caribe es un área muy vulnerable ya que la circulación del agua es lenta y las temperaturas tienden a subir fácilmente y se mantienen altas por días y hasta semanas (STRI, 2020). El ecosistema de la plataforma arrecifal en playa campo de antenas posee sus propias condiciones de variación que lo hacen único. Tan sólo en una línea que pasa a lo largo del mismo se observan grandes cantidades de especies distintas, las cuales se considera que son sólo una parte de la gran diversidad del área las cuales hay que continuar investigando y monitoreando desde investigaciones científicas.

CONCLUSIONES

El estudio evidencia que la Ecosistemología, como enfoque transdisciplinario, permite comprender los ecosistemas como sistemas integrales, donde la interacción entre disciplinas científicas y humanísticas es esencial para analizar su complejidad. La investigación confirma dos principios fundamentales en el ecosistema arrecifal estudiado: diversidad y unicidad.

La alta variedad de especies observadas en un solo transecto lineal, junto a las condiciones ambientales específicas, respaldan la idea de que cada ecosistema posee atributos irrepetibles, incluso en escalas espaciales reducidas.

La metodología aplicada, basada en transectos lineales y registros ambientales, demuestra ser efectiva para enseñar ecología de ecosistemas en contextos universitarios. Al vincular teoría y práctica, los estudiantes lograron internalizar conceptos como la no linealidad y la irreversibilidad de los procesos ecológicos, principios clave en la

Ecosistemología. Sin embargo, el estudio también revela limitaciones: la evaluación de solo dos principios (diversidad y unicidad) sugiere la necesidad de ampliar futuras investigaciones a otros aspectos, como la dinámica temporal o la acumulación de impactos antropogénicos, tal como señala el Enfoque Ecosistémico.

Este trabajo subraya la urgencia de integrar perspectivas transdisciplinarias en la gestión ambiental, especialmente en ecosistemas críticos como los arrecifes, que enfrentan presiones como el cambio climático y la contaminación. La combinación de herramientas pedagógicas prácticas y marcos teóricos holísticos, como los propuestos por la ecología profunda, podría fortalecer la formación de biólogos comprometidos con la conservación de sistemas únicos y biodiversos, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los servicios ecosistémicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L. P., y Carissimi, F. S. (2023). Políticas públicas, territorialidad y transformaciones societarias: un análisis a partir del Corredor Vial Bioceánico. *Interações (Campo Grande)*. <https://doi.org/10.20435/inter.v24i4.4275>
- Batista, G. (2010). *Un vistazo a un ecosistema único en el mundo. Curso de BIO, 331*.
- Batista, G. (2015a). Buscando armonía en los ecosistemas acuáticos. *Curso de Limnología - BIO 330*. Escuela de Biología. Universidad de Panamá. Panamá. <https://gracilarias.org/wp-content/uploads/2021/05/Curso-LIMNOLOGIA-2015.pdf>
- Batista, G. (2015b). Defendamos Isla Margarita “patrimonio natural e histórico de Colón, Panamá”. *Revista Colón Ciencias, Tecnología Y Negocios*, 2(1), 45–81. https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/1822
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020) ¿Qué es un ecosistema? *Biodiversidad mexicana*. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees>
- González, R., Vidal, M. M., Jiménez, M. A. y Villamarín, D. (2024). Gestión de áreas protegidas en el Ecuador: estrategias y conservación. *Universidad y Sociedad*, 16(4), 160-169. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4535>
- Guzmán, H. y Holst, I. (2007). Efectos de la contaminación crónica por petróleo crudo en la reproducción del coral *Siderastrea siderea* en el Caribe. En: *Ecología y Evolución de los Trópicos*. Leigh, E. G., Herre, E. A., Jackson, J. B. y Santos-Granero, F., editores (pp. 645–653). Editora Nova Art.
- Hurtado, J. A. (2020). Un vistazo a un ecosistema único en el mundo. *Curso de BIO 331*. Escuela de Biología. *Scientia. Revista de Investigación de la Universidad de Panamá*, (30)2, 1-28. <https://www.redalyc.org/journal/6517/651769122001/html/>

- Jackson, J. (2007). Los arrecifes desde Colón. En *Ecología y evolución en los trópicos*. Leigh, Egbert Giles, Jr., Herre, Edward Allen, Jackson, Jeremy BC y Santos-Granero, Fernando, editores (pp. 631–644). Editora Nova Art.
- Jackson, J. y D'Croz, L. (2003). El océano se divide. En *Paseo pantera: una historia de la naturaleza y cultura de Centroamérica*, de Anthony G. Coates. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. (pp. 41-79).
- Kushawaha, J., Borra, S., Kushawaha, A. K., Singh, G., & Singh, P. (2021). Climate change and its impact on natural resources. In *Water conservation in the era of global climate change*, (pp. 333-346). Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-12-820200-5.00002-6
- Max-Neef, M. (2005). Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*, 53(1), 5-16. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800905000273>
- Moreno, M., Colombo, G., Rossi, D., Pombo, G., Aguilar, M. y Rico, M. (2018). Plan de estudios 5962/12: Metodología de la investigación II. Universidad de Buenos Aires. <https://trabajosocial.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/13/2018/05/7801-Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n-II-Moreno-2018-1.pdf>
- Piguave-Rodríguez, C. A., Parrales-Tumbaco, J. F., Pichucho-Morales, X. L., Velásquez-Zambrano, H. R., & Carvajal-Rivadeneira, D. D. (2025). Impacto del cambio climático en el diseño de infraestructuras hidráulicas: un análisis textual discursivo de artículos de investigación. *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 6(1), 1459–1475. <https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/479/485>
- Robertson, R. (2001). Arrecifes y peces de la costa pacífica panameña: una región biológica única. En: Panamá: Puente Biológico de Stanley Heckadon Moreno. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. <https://research.si.edu/publication-details/?id=50539>
- Schulz, H. D. (1983): *Zur Lage holozäner Küsten in den Mündungsgebieten des Río de Vélez und des Río Algarrobo (Málaga)*. Vorbericht, Madrider Mitteilungen.
- Senterre, B., Lowry, P., Bidault, E. & Stévant, T. (2021). Ecosystemology: a new approach toward a taxonomy of ecosystems. *Ecological Complexity*, (47). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1476945X21000386>