

Velarde-González, E., C. Carmona-Islas, A. Martínez-Villasis, J. Toto-Cobix & R. Diaz-Cervantes. 2025. Ornitofauna: Conectividad entre la Zona Marina del Sistema Arrecifal Veracruzano, sus Islas y Tres Tipos de Humedales Continentales Adyacentes, p. 347-370. In: A. Granados-Barba, L.D. Ortiz-Lozano & A.L. Gutiérrez-Velázquez (eds.). Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del suroeste del Golfo de México: Integrando los Ambientes Costeros. Universidad Autónoma de Campeche. 540 p. ISBN 978-607-8907-34-2. doi 10.26359/EPOMEX02202514.

Ornitofauna: Conectividad entre la Zona Marina del Sistema Arrecifal Veracruzano, sus Islas y Tres Tipos de Humedales Continetales Adyacentes

Enriqueta Velarde-González¹, Cynthia Carmona-Islas^{,2},
Agni Martínez-Villasis¹, Jordi Toto-Cobix²
& Rosalío Diaz-Cervantes²*

¹Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías,
Universidad Veracruzana

²Instituto Tecnológico de Boca del Río
Tecnológico Nacional de México,
Boca del Río, Veracruz

*Autor de correspondencia: *ccarmona@bdelrio.tecnm.mx*

Resumen

El presente trabajo tiene el objetivo de conocer la conectividad entre los diversos ambientes de una zona costera, la cual favorece su resiliencia debido al intercambio de materia y energía entre hábitats. Asimismo, es de interés conocer la diversidad de especies que los componen, y cuáles especies son compartidas entre sitios. Son pocos los estudios que abordan estos parámetros para las aves que ocupan el Sistema Arrecifal Veracruzano y los sitios adyacentes a él. Se describe el número de especies, entropía, riqueza específica, dominancia y diversidad beta de la comunidad ornitológica, así como las conexiones existentes entre los ambientes por compartir especies de aves de diferentes grupos taxonómicos y funcionales. Con base en muestreos de campo realizados en cinco sitios de estudio con diferentes características de hábitat, se obtuvieron listados de especies y sus frecuencias de ocurrencia. Se estimaron los parámetros ecológicos mencionados para cada uno de los sitios y se compararon para conocer la conectividad entre ellos. Las aves acuáticas y marinas son las que ofrecen mayor potencial en la conectividad entre los cinco sitios. La conservación y mantenimiento de amplias superficies de diversos hábitats ayudará a reforzar la resiliencia y proveerá protección contra los efectos negativos del cambio climático tanto a nivel regional como continental.

Palabras clave: resiliencia, intercambio energía/materia entre ecosistemas, aves y redes tróficas.

Abstract

Our objective is to learn about the connectivity between habitats in a coastal area since connectivity favors resilience through matter and energy transfer between them. We also wanted to estimate the diversity of species that occupy these habitats and the species that are shared between habitats. Few studies have considered these parameters in birds that use the Veracruz Reef System and adjacent habitats. Therefore, we were interested in measuring the values of parameters such as species number, entropy, species richness, dominance, and beta diversity in this ornithological community and the connections among sites that share bird species of different taxonomic and functional groups. Based on field surveys in five study sites with different habitat characteristics species lists were obtained and frequency of occurrence of each species. The mentioned parameters were estimated for each of the sites, and they were compared in order to estimate the connectivity among them. Conservation and maintenance of large areas of diverse habitats will help reinforce resilience and will provide protection against the negative effects of climate change at the regional and continental levels.

Keywords: resilience, energy/matter exchange between ecosystems, birds, and food webs.

Introducción

Las aves se mueven entre ambientes y ecosistemas, tanto a escala espacial como temporal. Realizan grandes migraciones estacionales para reproducirse, buscar condiciones ambientales favorables, o buscar recursos que presentan permanencia breve en el tiempo (Webster *et al.*, 2002; Sugden & Pennisi, 2006). Por su gran capacidad de desplazamiento, una misma especie puede ocupar diversos ambientes alejados entre sí, dependiendo de su desarrollo ontogenético, el ciclo anual y los ciclos diurnos.

El uso de diferentes ambientes a lo largo de su vida puede obedecer a factores como: a) requerimiento de diversos alimentos en sus diferentes etapas de vida (Werner & Gilliam, 1984; de la Moriniere *et al.*, 2003), b) diferente susceptibilidad ante depredadores (Velarde, 1992), c) diferente capacidad de movimiento, d) sus cambios de tamaño (Schulman, 1985; Laegsgaard & Johnson, 2001), o e) porque ciertos hábitats ofrecen mejores posibilidades de dispersión o sobrevivencia para las crías.

Es importante considerar que las funciones ecosistémicas, como la productividad, no son independientes de su contexto espacial en el paisaje; los ecosistemas conectados y cercanos pueden comportarse de forma diferente que los sistemas más aislados. Por ejemplo, entre el manglar, un tipo de vegetación que ha estado sujeto a altas tasas de deforestación (Valiela *et al.*, 2001; Alongi, 2008) y los arrecifes coralinos, que frecuentemente se encuentran en proximidad uno del otro, se ha observado una alta conectividad, ya que varias especies se desplazan entre ellos durante sus diferentes etapas de

desarrollo ontogenético (Aké-Castillo & Rodríguez-Gómez, 2019). Algunos peces arrecifales usan los manglares como sitios de criadero (Nagelkerken *et al.*, 2000), como también lo hacen algunas especies de aves.

Los resultados de estudios con peces sugieren que la conectividad entre ambientes incrementa la resiliencia de los corales ante perturbaciones generadas por cambios climáticos (Nagelkerken *et al.*, 2000; Valiela *et al.*, 2001; Mumby *et al.*, 2004); concluyen que la dispersión de individuos puede alterar las funciones de los ecosistemas. Mumby y Hastings (2008) encontraron que los manglares prestan protección tanto hacia la costa como hacia mar adentro, incrementando la resiliencia de los arrecifes coralinos cercanos y lejanos a la costa, debida al pastoreo por pez loro (*Scarus* spp. y *Sparisoma* spp.).

Las redes tróficas constituyen una forma de organización de los ecosistemas y hábitats cuyos componentes principales son los nutrientes, los detritus y los organismos que los mueven a través de fronteras espaciales. Así, los flujos entre hábitats son una fuerza clave en la dinámica de las redes tróficas locales (Polis *et al.*, 1997).

Las aves y la conectividad entre ambientes

Diversos estudios evidencian el papel de las aves en la conectividad y resiliencia de los ecosistemas. Los consumidores pueden desplazarse grandes distancias, o cambiar hábitats de alimentación durante sus diferentes etapas de vida (Polis *et al.*, 1996) y su selección de hábitat se basa, generalmente, en lo redituable del forrajeo (Charnov *et al.*,

1976; Velarde, 1992); sin embargo, algunos consumidores ocupan hábitats menos productivos, evitando las interacciones de interferencia, o depredación, con otras especies (Oksanen, 1990). Generalmente, consumidores como las aves marinas se agregan en regiones con alta productividad y densidad de alimento, como las zonas de surgencia y frentes oceánicos (Ainley & Demaster, 1990; Veit *et al.*, 1993). Así, la materia y energía se mueven de un hábitat a otro. Estos movimientos se pueden dividir en:

Transporte Tierra-Agua. Las aves que se alimentan en tierra, como ciertas garzas, aves playeras y gaviotas, llevan nutrientes a cuerpos de agua mediante sus deyecciones, al percharse o anidar en arbustos, o mangles, cuyas ramas penden sobre agua y pueden transportar un 36% del fósforo a lagos e incrementar la abundancia de plantas en la zona (McCull & Burger, 1976).

Transporte Agua-Tierra. Las aves anidan o descansan en sitios específicos (Weir, 1969) hacia los cuales mueven grandes cantidades de biomasa. Las aves marinas, se alimentan en el mar y transportan nutrientes a tierra (McCull & Burger, 1976), principalmente de sus deyecciones y del alimento para sus polluelos, algo cae al suelo y queda sin consumirse; también por las deyecciones de sus polluelos y los cadáveres de éstos, si mueren antes de dejar la zona de anidación. Algo similar ocurre con algunos anátidos (patos y especies relacionadas), que se alimentan en cuerpos de agua dulce y defecan en tierra.

Casos de importancia se observan en aves marinas que se alimentan de cardúmenes masivos de peces pelágicos menores, que

depositan guano que llega a varias decenas de metros de profundidad en islas oceánicas, acumulando decenas de millones de toneladas que se ha explotado en todo el mundo (Holt, 1985; Shepard-Espinoza & Danemann, 2008). A nivel mundial se estima que las aves marinas transportan entre 10^4 y 10^5 toneladas de fósforo a tierra (Murphy, 1981).

En las regiones costeras, poblaciones grandes de aves terrestres como los zopilotes se alimentan de restos de especies marinas que han sido arrastrados a la costa (Burger, 1985). Grandes poblaciones de aves acuáticas y terrestres presentes en las márgenes de cuerpos de agua consumen muchos invertebrados acuáticos (Polis & Hurd, 1995, 1996a,b) y algunos peces migratorios anádromos, como las truchas, son especies clave como alimento de aves depredadoras a lo largo de toda la cuenca ocupada, formando enlaces ecológicos de gran importancia entre los ecosistemas acuáticos y terrestres de toda una región.

Transporte Tierra a Tierra. Las aves que se mueven entre parches de diferentes dimensiones (locales a continentales) durante su uso en distintos hábitats terrestres generan conectividad entre la región continental e insular, o bien, entre ambientes dentro del continente. El uso de recursos variables en espacio y tiempo, como insectos, néctar, polen o frutos, resultan en la alta movilidad de las aves para poder explorar el hábitat y permitir la detección de cambios en la abundancia de los recursos en diferentes escalas geográficas (Levey & Stiles, 1992). Las migraciones a grandes distancias, como sucede con las mariposas Monarca (*Danaus plexippus*) y otros insectos cuando llegan a México durante su

migración estival, es seguida de enormes poblaciones de aves que se alimentan de ellas y, posteriormente, por grandes poblaciones de rapaces que se alimentan de las aves pequeñas que siguen a los insectos (Calvert *et al.*, 1979). Otras aves se desplazan de un sitio a otro para consumir recursos que presentan explosiones poblacionales muy limitadas en tiempo y espacio, como los casos de langostas y cigarras (Brown & Gange, 1990).

Las consecuencias de la conectividad entre ambientes debida al desplazamiento de es-

pecies entre ellos, han sido poco estudiadas y apenas se han comenzado a comprender. Por ello, este trabajo se enfoca en la comparación de cinco diferentes tipos de ambientes de una sola región geográfica, con base en parámetros como la riqueza, entropía, dominancia de especies y diversidad beta, que darán la pauta de su conectividad, así como la comparación de la ocurrencia de las mismas especies en estos ambientes y la posible importancia de estas especies para la conectividad.

Metodos

Área de estudio

En la zona central del litoral veracruzano se presenta un angostamiento de las tierras bajas de la planicie costera del golfo de México debido a la cercanía de montañas del Eje Neovolcánico, lo que genera un paso obligado, o cuello de botella, para aves migratorias; en esta zona existen distintos humedales (Moreno-Casasola *et al.*, 2010) que constituyen sitios de alimentación, descanso o reproducción para diversas especies de aves que se desplazan entre ellos.

Ornitológicamente, ésta es una área importante debido a que: a) confluyen tres rutas migratorias de aves de Norteamérica (Velarde *et al.*, 2015); b) es zona de reproducción de especies residentes; c) en el DOR (2010), trece especies están clasificadas bajo alguna categoría de protección; d) se encuentra la Región Terrestre Prioritaria 123 de CONABIO, y el Área de Importancia para la Conservación de Aves 150; e) se han registrado 118 especies de aves de 13 órdenes

y 34 familias, las cuales representan el 11 % de las que ocurren en México; f) de acuerdo con Velarde *et al.* (2007) están los hábitats acuáticos más amenazados por la presión antropogénica (cambio de uso del suelo, contaminación, etc.), y las aves rapaces son el grupo con mayor número de especies bajo alguna categoría de protección.

Entre los humedales de esta región se encuentran: 1) Laguna de Lagartos, que forma parte del “Archipiélago de lagunas interdu-narias de los municipios de Veracruz y La Antigua”, decretada como Área Natural Protegida (ANP) con categoría de “Corredor biológico multifuncional” (Gobierno del Estado, 2016); es parte del sistema de dunas costeras y se forma por el afloramiento de agua dulce del manto freático, cuenta con 18.59 ha (RSIS, 2004). 2) Tembladeras-Laguna Olmeca, es un ANP estatal decretada en 2011 como Reserva Ecológica, su superficie es de 346.0820 ha (SEDEMA, 2014); se ubica en la región hidrológica del río Jamapa, y es

una zona de descarga local de flujo subterráneo, por lo que su suelo está sobresaturado (Gobierno del Estado, 2018). 3) El manglar “Arroyo Moreno”, declarado ANP estatal con la categoría de Reserva Ecológica (Gobierno del Estado 2008); se ubica entre los municipios Boca del Río y Medellín, abarca 331 ha de manglar (López-Portillo *et al.*, 2022). 4) El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) es un ANP con una extensión de ~65 516 ha (DOF, 2000; 2012). Consta de más de 60 elementos insulares coralinos, divididos por la pluma del río Jamapa y conformados por arrecifes, bajos de arena, cayos e islas, distribuidos frente a los municipios de Alvarado (localidad de Antón

Lizardo), Boca del Río y Veracruz; entre su superficie insular emergida se encuentran seis islas (Sacrificios, Isla Verde, Polo, Salmédina, Enmedio y Santiaguillo) en las cuales se pueden encontrar ecosistemas como dunas, lagunas, manglares y playas (SEMARNAT, 2017).

Para el presente trabajo utilizamos la información de censos de aves generada en estos cuatro humedales. En el caso del PNSAV, se utilizó información de censos en la parte marina y también en las islas, con lo cual se considerarían en total cinco áreas de estudio: 1) Laguna de Lagartos, 2) Tembladeras, 3) Arroyo Moreno, 4) islas del PNSAV y 5) región marina del PNSAV (figura 1).

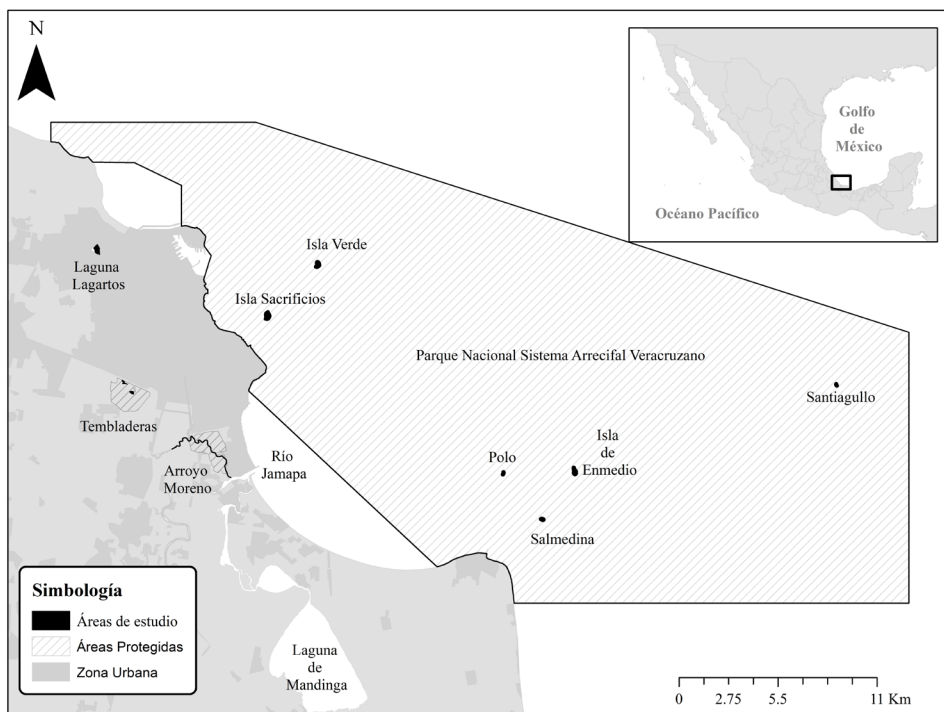


Figura 1. Mapa del área de estudio indicando los sitios censados. La línea continua dentro del sitio de Arroyo Moreno muestra el recorrido por donde se realizaron los censos. Los censos dentro del PNSAV cubrieron navegaciones a lo largo del polígono del parque, cuyo límite se muestra por una línea negra continua.

Métodos de campo

Laguna de Lagartos se visitó quincenalmente; de septiembre de 2015 a septiembre de 2016 se censaron las aves asociadas al agua recorriendo la periferia de la laguna y utilizando el método de trayectos de línea sin estimar distancias (González-García, 2011). Los censos se llevaron a cabo poco después del amanecer, con dos observadores, las observaciones se realizaron a una distancia entre 13 y 100 m. El tiempo de observación era variable, dependiendo de la cantidad de aves presentes, pero su duración fue de entre una y tres horas.

En Tembladeras se censaron las aves asociadas al medio acuático mensualmente, de marzo de 2016 a enero de 2017. Por ser un terreno fangoso de muy difícil acceso, los censos se realizaron en dos sitios ubicados dentro del polígono Tembladeras (El ANP Tembladeras-Laguna Olmeca está conformada por cuatro polígonos). Los conteos se realizaron por dos observadores mediante el método de puntos fijos (Bibby *et al.*, 1998). El primero de los sitios se censó desde la orilla de la carretera Federal 180 Xalapa-Veracruz, y el segundo desde una vereda de terracería que colinda con la Constructora del Sureste. Los conteos se realizaron directamente cuando las parvadas eran menores de 50 individuos (indiv), y mediante estimaciones cuando eran mayores, contando grupos de 10 indiv y extrapolando a la parvada completa. El tiempo de observación era variable, dependiendo del número de aves presentes, pero su duración fue de entre dos y tres horas.

Para Laguna Lagartos y Tembladeras se utilizaron binoculares (7x35 y 10x50) y telescopio (20-60 x60) y las guías de campo

de van Perlo (2006) y de Dunn y Alderfer (2011).

Las islas del PNSAV, se visitaron entre abril de 2021 y abril de 2022 realizando seis visitas a cada isla, espaciadas entre sí de uno a tres meses debido a factores climáticos o restricciones por la pandemia de COVID 19. Se contaron las aves de todos los grupos taxonómicos y funcionales. El conteo de aves se realizó mediante la técnica de trayectos de línea sin estimar distancias (González-García, 2011), durante el cual se recorrieron las veredas y caminos ya existentes y los bordes de los parches de vegetación. Para contar a las aves que se ubicaban en la playa o en la zona marina cercana a las islas, se recorrió el perímetro de la isla, contando a los individuos observados en la playa o en el mar a no más de 100 m de distancia. En el caso de isla Polo, debido a su pequeño tamaño, y para evitar la perturbación de las aves que se encontraban constantemente en la isla, los censos se realizaron desde la embarcación a una distancia aproximada de 100 m de la isla.

Para los censos se utilizaron binoculares *Vortex Crossfire* 10x42 y cámaras fotográficas Cannon *Eos Rebel* T7 y Sony Alpha 58, ambas con lentes de hasta 300 mm. Para las identificaciones se utilizaron las guías Kaufman (2005), Dunn & Alderfer (2011) y Sibley (2014).

Para Arroyo Moreno se contaron las aves de todos los grupos taxonómicos y funcionales, se siguió el recorrido del arroyo, el cual comprendía un hábitat acuático con pequeñas lagunas interiores, parches de tular y planicies lodosas que se forman en la temporada de secas. Las aves terrestres se monitorearon usando conteo por puntos (Ralph

et al., 1995; 1996) a partir del amanecer, por tres o cuatro horas, que es el periodo de mayor actividad y detectabilidad de aves. En cada punto se registraron todas las aves detectadas visual y auditivamente en un radio de 25 m durante un periodo de 10 min. Para el caso de las aves acuáticas se usó el método de transecto en línea, que consistió en la navegación en kayak en el arroyo, partiendo de la desembocadura del río Jamapa, se registraron todas las aves detectadas visual y auditivamente, tanto en el cuerpo de agua como en las planicies lodosas que surgen a lo largo de él y en sus márgenes.

Para los monitoreos en la zona marina del PNSAV se hicieron recorridos en lancha, siguiendo una ruta predeterminada y anotando todas las aves que se avistaran en una franja de 300 m al frente y a ambos lados de la embarcación; el ángulo de observación fue de 180° frente al observador (Tasker *et al.*, 1984; Gould & Forsell, 1989). De esta forma resulta un transecto de 600 m de ancho y del largo del recorrido realizado, el cual se estima mediante el uso de puntos determinados por medio de un GPS. Los recorridos iniciaban a las 07:00 h y duraban entre tres y cuatro horas dependiendo de las condiciones meteorológicas. Se realizaron recorridos mensuales entre febrero 2006 y julio 2008. Para los monitoreos de Arroyo Moreno y la región marina del PNSAV se utilizaron binoculares, Konus de (8-24 x 50). Para la determinación taxonómica se usaron las guías de campo de Peterson y Chalif (1989) y Howell y Webb (1995).

Análisis de datos

Se llevaron a cabo análisis de la comunidad en cuanto a: 1) Número de especies, 2)

Entropía (índice de Shannon), 3) Riqueza específica (índice de Margalef), 4) Dominancia (índice de Simpson), y 5) Diversidad beta (índice de Whittaker); todos estos índices se obtuvieron con el programa *Past* versión 3.16 (Hammer *et al.*, 2001). Para el caso de los índices de diversidad (entropía, riqueza específica y dominancia), el valor que se muestra es el promedio de los valores obtenidos para todos los censos realizados en cada lugar.

Dado que en los sitios Laguna de Lagartos y Tembladeras sólo se registraron aves asociadas al agua, el grupo de aves terrestres se omitió para estos análisis para todos los sitios, con el fin de trabajar con los mismos grupos de especies en todos los análisis. Únicamente se incluyeron tres especies consideradas terrestres dentro de estos análisis: la rapaz del género *Pandion* y las dos especies del género *Megaceryle* (martines pescadores) las cuales son estrictamente piscívoras.

También se hizo otro tipo de comparación entre los cinco sitios considerando todos los grupos taxonómicos y funcionales de las aves, o sea, incluyendo también a las aves terrestres. Para esta segunda comparación, que podríamos considerar cualitativa, se consideró qué especies comparten los diferentes sitios. Con base en esta característica, y la dieta de las especies compartidas, se hizo una descripción de las similitudes y diferencias entre especies compartidas, tipos de dietas y posible rol en la resiliencia de los sitios.

La dieta de las especies de aves se clasificó bajo las siguientes categorías y fue adaptada de (Velarde *et al.*, 2007; Martínez-Villasís, 2010; NatureServe, 2024): a) peces (de agua marina, salobre o dulce), b) vegetación acuática (plantas vasculares acuáticas), c) inverte-

brados (invertebrados marinos, acuáticos y terrestres, aunque no significa que una especie consuma toda clase de invertebrados), d) vertebrados (exclusivamente terrestres), e) frutas (de plantas terrestres), f) semillas (de plantas terrestres), g) néctar y savia (sólo de plantas terrestres), h) carroña (cualquier tipo de cadáver en diferentes grados de descomposición, de vertebrados terrestres y marinos).

Las especies de aves se dividieron con base en el número de sitios en donde ocurrían, entre cinco sitios hasta sólo un sitio. En cada grupo se tomó en consideración la dieta de cada una de las especies para, con base en ella, poder ponderar su papel como portador de materia y energía entre los diferentes ambientes.

Resultados

En la tabla 1 se muestra el listado taxonómico de las 156 especies registradas en los cinco sitios de estudio, indicando en cual sitio fue observada cada una de ellas.

Parámetros de número de especies y de diversidad (tabla 2)

Número de especies. El mayor valor se registró en la región marina del pnsav, seguido de Arroyo Moreno y Laguna de Lagartos; Tembladeras presentó el menor número de especies.

Entropía (índice de Shannon). El mayor valor se observó en Arroyo Moreno seguido del PNSAV, estos dos sitios fueron también los que presentaron el mayor número de especies; sin embargo, solo en Arroyo Moreno se obtuvo un valor mayor a 2, lo cual indica una diversidad de moderada a alta. Por otra parte, en las islas del PNSAV, y en Tembladeras, se obtuvieron los menores valores.

Riqueza específica (índice de Margalef). El mayor valor se observó también en Arroyo Moreno; los menores valores se

observaron en Tembladeras, seguido de las islas del PNSAV.

Dominancia. El mayor valor fue observado en Tembladeras, seguido de las islas del PNSAV, mientras que el menor valor se observó en Arroyo Moreno.

Diversidad beta. Los sitios con mayor similitud entre sus comunidades fueron Laguna de Lagartos y Tembladeras, seguidos del PNSAV y las islas del PNSAV, mientras que las comunidades que presentaron las mayores diferencias fueron islas de PNSAV con Tembladeras, seguida de Laguna de Lagartos y, posteriormente, Tembladeras con PNSAV. Las demás combinaciones dieron valores intermedios (tabla 3).

Especies compartidas entre sitios de estudio

Como se observa en la tabla 1 hay especies que únicamente ocurren en un sitio, otras ocurren en dos, tres, cuatro y hasta en los cinco sitios con ambientes diferentes. El total de especies se muestran en la figura 2.

Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México:
integrando los ambientes costeros

Tabla 1. Listado de especies de aves presentes en los cinco sitios de estudio. La X indica la presencia de la especie en cada sitio.

Orden	Familia	Especie	PNSAV	Islas PNSAV	A. Moreno	L. Lagartos	Tembladeras
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>				X	X
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna bicolor</i>	X				X
Anseriformes	Anatidae	<i>Cairina moschata</i>			X		
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i>	X		X	X	X
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula clypeata</i>				X	X
Anseriformes	Anatidae	<i>Mareca americana</i>	X				
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas crecca</i>				X	
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya americana</i>				X	X
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya collaris</i>				X	
Anseriformes	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>				X	X
Anseriformes	Anatidae	<i>Oxyura jamaicensis</i>				X	X
Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>			X		X
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>		X			
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>			X	X	X
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	X			X	X
Gruiformes	Rallidae	<i>Porphyrio martinicus</i>				X	X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>				X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	X	X	X	X	X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	X	X	X	X	X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	X			X	X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	X		X		X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	X	X	X	X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	X				
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	X	X	X	X	X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	X	X	X	X	X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>			X	X	
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	X	X	X		X
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>			X		
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	X		X		X
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	X				X
Acuáticas			15	7	14	19	20
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>			X	X	X
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>				X	
Charadriiformes	Stercorariidae	<i>Stercorarius parasiticus</i>	X				
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus atricilla</i>	X	X	X	X	
Charadriiformes	Laridae	<i>Leucophaeus pipixcan</i>	X	X	X	X	X
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus argentatus</i>	X	X			
Charadriiformes	Laridae	<i>Anous stolidus</i>		X			

Tabla 1. Listado de especies de aves presentes en los cinco sitios de estudio. La X indica la presencia de la especie en cada sitio.

Orden	Familia	Especie	PNSAV	Islas PNSAV	A. Moreno	L. Lagartos	Tembladeras
Charadriiformes	Laridae	<i>Onychoprion fuscatus</i>	X				
Charadriiformes	Laridae	<i>Sternula antillarum</i>	X	X		X	
Charadriiformes	Laridae	<i>Gelochelidon nilotica</i>	X	X	X	X	X
Charadriiformes	Laridae	<i>Hydroprogne caspia</i>	X				
Charadriiformes	Laridae	<i>Chlidonias niger</i>	X	X		X	
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna hirundo</i>	X	X			
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna forsteri</i>	X				
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus maximus</i>	X	X	X		
Charadriiformes	Laridae	<i>Thalasseus sandvicensis</i>	X	X	X		
Charadriiformes	Laridae	<i>Rynchops niger</i>	X	X		X	
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	X	X	X	X	
Suliformes	Sulidae	<i>Sula dactylatra</i>		X			
Suliformes	Sulidae	<i>Sula leucogaster</i>		X			
Suliformes	Sulidae	<i>Morus bassanus</i>	X				
Suliformes	Anhingiidae	<i>Anhinga anhinga</i>			X		
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum auritum</i>	X			X	
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianum</i>	X		X	X	
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	X				
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	X	X			
Marinas			20	15	9	11	3
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	X		X	X	X
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	X				
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>			X		
Charadriiformes	Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>			X	X	X
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	X				
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	X	X			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris melanotos</i>		X			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Limnodromus griseus</i>			X		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago gallinago</i>			X		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	X	X	X	X	
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>			X		
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa semipalmata</i>		X			
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>		X			
Playeras			5	5	7	3	2
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	X	X	X	X	X
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	X				
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Circus hudsonius</i>	X				
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	X		X		
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>			X		

Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México:
integrando los ambientes costeros

Tabla 1. Listado de especies de aves presentes en los cinco sitios de estudio. La X indica la presencia de la especie en cada sitio.

Orden	Familia	Especie	PNSAV	Islas PNSAV	A. Moreno	L. Lagartos	Tembladeras
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>			X		
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	X		X		
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco columbarius</i>	X	X			
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	X	X			
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	X	X			
Rapaces			8	4	5	1	1
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>			X		
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba livia</i>			X		
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>			X		
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>		X			
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>		X			
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>		X			
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>		X			
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>			X		
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Coccyzus americanus</i>		X			
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>		X			
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles minor</i>	X				
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>			X		
Apodiformes	Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>		X			
Apodiformes	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>		X			
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>		X			
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	X	X			
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>			X		
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megasceryle torquata</i>			X	X	
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megasceryle alcyon</i>	X	X	X		
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>			X		
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle aenea</i>			X		
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>			X		
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>			X		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>		X			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>		X			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>		X			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>		X			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>		X			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus forficatus</i>	X	X	X		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>		X	X		
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus sordidulus</i>		X			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>		X			
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax sp</i>		X			

Tabla 1. Listado de especies de aves presentes en los cinco sitios de estudio. La X indica la presencia de la especie en cada sitio.

Orden	Familia	Especie	PNSAV	Islas PNSAV	A. Moreno	L. Lagartos	Tembladeras
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>		X			
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>		X			
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>		X			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Riparia riparia</i>	X	X			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta albilinea</i>	X	X	X		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	X	X			
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	X				
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	X	X	X		
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Petrochelidon pyrrhonota</i>	X	X			
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>		X			
Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>		X			
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>		X			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Ammodramus savannarum</i>		X			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Pooecetes gramineus</i>		X			
Passeriformes	Passerellidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>		X			
Passeriformes	Icteridae	<i>Icteria virens</i>		X			
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus spurius</i>		X			
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>		X			
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus galbula</i>		X			
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>			X		
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	X	X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Seiurus aurocapilla</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Protonotaria citrea</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis peregrina</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga citrina</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>		X	X		
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>		X			
Passeriformes	Parulidae	<i>Cardellina pusilla</i>	X	X			
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>		X			

Nuevo Conocimiento sobre el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México:
integrando los ambientes costeros

Tabla 1. Listado de especies de aves presentes en los cinco sitios de estudio. La X indica la presencia de la especie en cada sitio.

Orden	Familia	Especie	PNSAV	Islas PNSAV	A. Moreno	L. Lagartos	Tembladeras
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga olivacea</i>		X			
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>		X	X		
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>		X			
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>		X			
Terrestres			12	62	19	1	0
Número total de especies de aves por sitio			60	93	54	35	26

Tabla 2. Sitios de estudio mostrando número de especies, órdenes y familias de cada uno de ellos, considerados en estos análisis, y los valores de los índices ecológicos obtenidos para cada sitio.

Sitios	No. de Especies	No. de Ordenes	No. de Familias	Entropía (H, Shannon)	Riqueza específica (Margalef)	Dominancia (Simpson)
Islas PNSAV	28	5	8	1.27	1.52	0.39
PNSAV (marino)	43	7	15	1.50	1.75	0.30
Arroyo Moreno	36	7	15	2.47	4.26	0.13
Laguna Lagartos	35	8	12	1.47	2.05	0.36
Tembladeras	26	6	8	1.26	1.66	0.43

Tabla 3. Resultados del análisis de diversidad beta, de acuerdo con los valores obtenidos del índice de Whittaker para los cinco sitios de estudio.

Sitios	PNSAV	Islas PNSAV	A. Moreno	Lagartos	Tembladeras
PNSAV	0	0.38028	0.48718	0.48052	0.52941
Islas PNSAV		0	0.53846	0.5625	0.70909
A. Moreno			0	0.46479	0.48387
Lagartos				0	0.34426
Tembladeras					0

El número de ambientes que una especie utiliza da una pauta del valor de ésta para generar resiliencia en diversos ecosistemas. El número de especies presentes en cada sitio de estudio por tipo de hábitat se muestra en la figura 3.

Las siete especies que se registraron en los cinco ambientes fueron principalmente

piscívoras, y pertenecientes a garzas de la familia Ardeidae (Pelecaniformes; 4 spp), una gaviota, un charrán (Charadriiformes; 2 spp) y el Águila Pescadora *Pandion haliaetus* (Accipitriformes). La mayoría de estas especies también se alimentan de vertebrados terrestres, e invertebrados terrestres y acuáticos, dándoles una amplia dieta. Otras siete

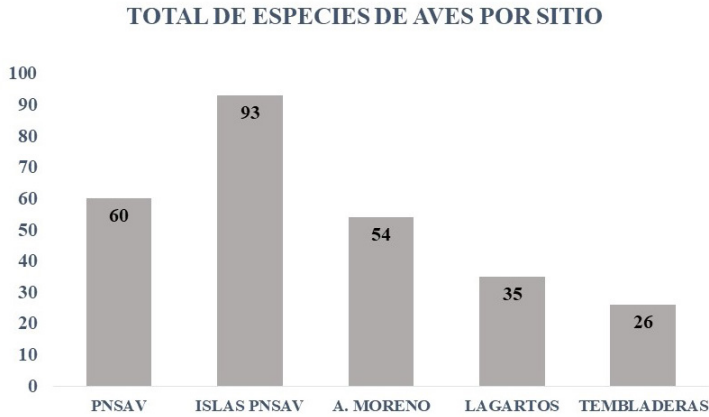


Figura 2. Número total de especies de aves por sitio de estudio.

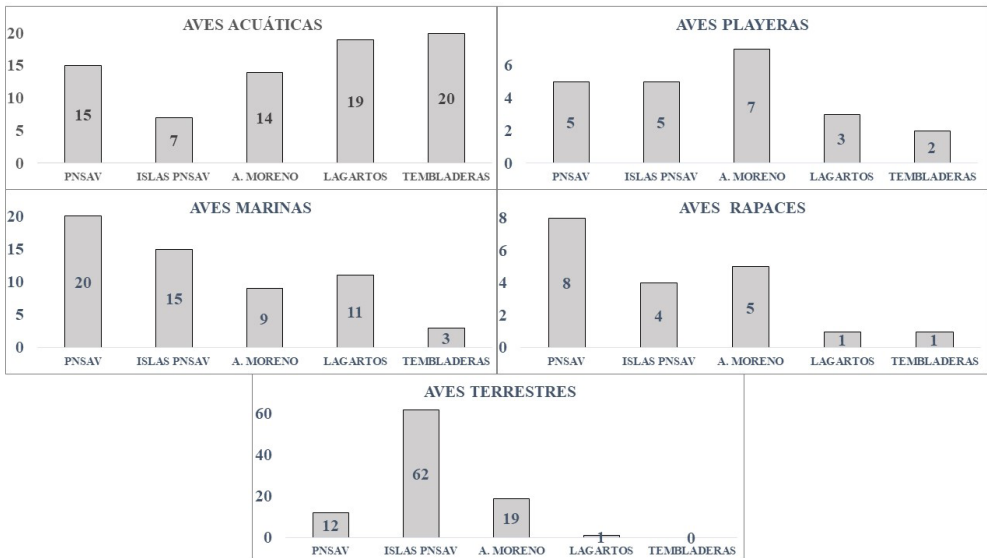


Figura 3. Número de especies de aves acuáticas, marinas, playeras, rapaces y terrestres que se registraron en cada sitio de estudio.

especies fueron registradas en cuatro de los cinco sitios de estudio, nuevamente con un predominio de especies del orden Charadriiformes (marinas y costeras) (3 spp) y Ardeidae (2 spp), un pato Anseriiforme (*Spatula discors*) y la Fragata Tijereta (Suliforme, *Fra-*

gata magnificens), la cual es exclusivamente piscívora. Seis de estas siete especies se alimentan de invertebrados acuáticos y cuatro de ellas también de peces.

Las especies que comparten tres ambientes son 17, continúa predominando Cha-

radiiformes, principalmente charranes, el Rayador Americano y la Jacana Norteña (6 spp.), seguidas por Pelecaniformes (3 spp. de garzas), y tres especies de aves terrestres (Passeriformes) principalmente insectívoras: dos golondrinas y un tirano. Las cinco especies restantes pertenecen a cuatro órdenes diferentes. Más de la mitad (10 de 17) de las especies que comparten tres ambientes se alimentan de peces: todas las especies de los órdenes Charadriiformes, Pelecaniformes Suliformes y Coraciiformes, y 14 de estas 17 especies, se alimentan también de invertebrados marinos, acuáticos o terrestres.

Treinta especies se encontraron en sólo dos ambientes, de los cuales el 50 % está conformado por especies terrestres. En orden decreciente tenemos el orden Passeriformes (8 spp.) de diversas familias; especies acuáticas

como patos (Anseriformes; 6 spp.); Falconiformes, que depredan principalmente otras aves al vuelo (familia Falconidae, 4 spp.).

Las especies pertenecientes a los órdenes Charadriiformes y Pelecaniformes se reducen en porcentaje a tres especies cada uno, incluyendo al Pelicano Café que es piscívoro, y golondrinas (familia Hirundinidae; 3 spp.) que se alimentan de insectos al vuelo, y otras especies que se alimentan de invertebrados acuáticos y terrestres como rascones, gallinetas, garzas e íbices y diversas especies de aves terrestres.

Finalmente, 95 especies se registraron únicamente en uno de los ambientes, aunque esto no significa que de manera esporádica no pudieran encontrarse en otros hábitats, a pesar de que no fueron registradas durante nuestras observaciones.

Discusión

Con relación al cálculo de los índices de diversidad, se consideraron únicamente a las especies de aves asociadas al medio acuático, por lo cual, esta sección se refiere únicamente a ellas. En el PNSAV se registró un mayor número de especies debido a que es un medio marino y en él se registraron especies marinas que no se observaron en los otros sitios, aparte de presentar aves acuáticas y playeras.

En cuanto a la Entropía, en Arroyo Moreno se presentó un alto valor ya que se registraron varias especies de aves sin que se presente una elevada abundancia de alguna de ellas en particular. En el caso de las islas del PNSAV, su bajo valor se debió a que la comunidad de aves presentó grupos relativamente

numerosos (entre 31 y 173 indiv.) de ciertas especies que se reunían para alimentarse en aguas cercanas a las islas (dentro de la laguna arrecifal), como el Pelicano Café (*Pelecanus occidentalis*) o el Charrán Real (*Thalasseus maximus*). En Tembladeras se registraron grupos numerosos (entre 239 y 665 indiv.) de Pato Pijije (*Dendrocygna autumnalis*); en ambos casos, estos grupos numerosos de algunas especies provocan que el valor de entropía disminuya.

La Riqueza Específica presentó valores que disminuyen con la presencia de grupos numerosos de algunas especies. El valor más alto, observado en Arroyo Moreno, indica que no hubo grupos numerosos de alguna especie. Los valores más bajos, observados en

las islas del PNSAV y Tembladeras, se deben al registro de grupos numerosos de algunas especies; en el caso de las islas del PNSAV éstos fueron recurrentes en prácticamente todos los censos debido a los grupos de alimentación mencionados anteriormente, mientras que en Tembladeras grupos numerosos de pato Pijije se registraron en dos ocasiones; tomando en consideración que los valores presentados son un promedio, esto explicaría porqué en las islas del PNSAV el valor promedio para este parámetro es menor.

La Dominancia presentó un mayor valor en Tembladeras debido a la elevada abundancia de una especie (el Pato Pijije), seguido de las islas del PNSAV, en cuyo caso hubo una elevada abundancia de Pelicano Café y Charrán Real.

La diversidad beta presenta los menores valores del índice de Whittaker entre Laguna de Lagartos, Tembladeras y Arroyo Moreno, seguramente se debe a que son humedales interiores con presencia de varias especies de aves en común, lo cual es reflejo de similitudes entre estos ambientes debido a que comparten especies de aves en sus comunidades. En contraparte, los mayores valores del índice que se observan entre ecosistemas como Tembladeras y el PNSAV, tanto en su parte insular como marina, indican diferencias en las especies de sus comunidades de aves y resaltan la relevancia de la existencia de distintos tipos de humedales en la región, al ser hábitat de mayor número de especies de aves.

Con relación a las especies compartidas entre hábitats, se observa que las especies que se registran en cinco, o incluso cuatro, de los sitios de estudio son especies que predominantemente se alimentan de peces, lo

cual no sorprende dado que son hábitats en gran parte dominados por ecosistemas marinos y acuáticos. Casi la totalidad del PNSAV está conformado en proporción de superficie marina y algunas zonas de costa; asimismo, las islas de esta zona, al ser pequeñas, tienen predominio de zonas de costa y, por tanto, presencia importante de aves marinas y costeras.

En Arroyo Moreno, Laguna de Lagartos y Tembladeras, al tener ambientes de agua salobre o dulce, se fomenta la presencia de especies con un fuerte vínculo trófico a recursos de estos ambientes. Tampoco sorprende la presencia de *Pandion haliaetus*, especie cosmopolita ligada estrechamente al agua por su dieta estrictamente piscívora. Esta especie, así como las garzas, gaviota y charrán que comparten los cinco ambientes estudiados, constituyen claros ejemplos de la liga *agua-tierra* y *agua-agua*, que fomenta una fuerte resiliencia entre estos ambientes, ya que estas especies obtienen su alimento en el agua y sus deyecciones, restos de su alimento, y sus cadáveres al morir, pueden llegar a la zona terrestre y acuática de todos estos ambientes, fomentando y reforzando los ciclos biogeoquímicos y la regeneración de su propio alimento, y la del alimento de otras muchas especies con quienes comparten estos hábitats.

Los mismos argumentos aplican para las especies que se comparten en cuatro de los cinco sitios de estudio, dado que se trata en su totalidad de especies que obtienen su alimento del ambiente marino y acuático, y la materia orgánica generada por ellas puede acabar depositada en el ambiente marino, acuático o terrestre. Para el caso de especies que se comparten entre tres de los cinco am-

bientes, se observa un componente similar a los dos casos anteriores, pero ya se comienzan a encontrar especies de aves terrestres como el Martín Pescador Norteño que es estrictamente piscívoro, y cubre una función similar a las especies de aves descritas previamente.

Sin embargo, también aparecen dos especies de golondrinas, y la Tijereta Rosada, que se alimentan de invertebrados terrestres, las cuales toman su alimento de fuentes de tierra, pero pueden depositar detritus en el mar, agua dulce y tierra, cubriendo la ruta *tierra-agua* de manera adicional.

Las 31 especies que conforman los grupos que comparten entre tres y cinco de los sitios estudiados, realizan un fuerte aporte de materia y energía, desde el medio acuático (ma-

rino, salobre y dulceacuícola), de vuelta a esos mismos medios acuáticos, pero también al medio terrestre, mostrando la importancia de la transferencia de materia y energía entre estos medios, principalmente durante sus actividades de alimentación, anidación y descanso. De esta forma, el movimiento de individuos de todas estas especies entre hábitats puede fomentar la resiliencia de éstos, manteniendo la alta diversidad y riqueza de especies de estos sitios.

Para el caso de ambientes con un mayor componente terrestre, como Laguna de Lagartos y Tembladeras, se encuentran especies compartidas principalmente entre los patos y algunas garzas (órdenes Anseriformes y Gruiformes), que son predominantemente de hábito acuático.

Conclusiones

En este trabajo se registraron 156 especies para todos los sitios estudiados. El mayor número se registró en las islas del PNSAV con 93 especies, seguido por la zona marina del PNSAV con 60 especies, Arroyo Moreno con 54 especies, laguna Lagartos con 35 especies, y Tembladeras con 26 especies.

Las especies de aves ligadas fuertemente al medio acuático, ya sea marino, salobre o dulceacuícola, son las que utilizan una mayor diversidad de hábitats, por lo cual son las que representan los grupos más importantes en la conectividad de ambientes.

Siete especies se registraron en los cinco ambientes; son especies principalmente piscívoras: cuatro garzas (familia Ardeidae, orden Pelecaniformes), una gaviota, un charrán (Charadriiformes; 2 spp) y el Águila Pescadora *Pandion haliaetus* (Accipitriformes). La mayoría de estas especies tienen una dieta amplia ya que también se alimentan de vertebrados terrestres, e invertebrados terrestres y acuáticos.

Consideraciones finales

La región donde se encuentra el SAV representa para las aves un punto de confluencia y movimiento intracontinental e interhemisférico, dado que en ésta confluyen tres de las cuatro rutas migratorias de Norteamérica que unen las poblaciones de cientos de especies de aves migratorias, terrestres y costeras, que se desplazan entre el norte y sur del continente. Debido a esta confluencia de aves en la zona de estudio se encuentran decenas de especies de aves terrestres y acuáticas residentes y migratorias, así como aves marinas que usan el golfo de México, y su región costera, de forma estacional, o durante todo el año.

La presencia de una alta diversidad de hábitats con una fuerte componente acuática (sea marina, salobre o de agua dulce) representa una oportunidad para sustentar muchas especies clave que refuerzan la conectividad y resiliencia de estos sitios, tanto para ellas mismas, como para muchas otras especies de diversos grupos taxonómicos y reinos biológicos.

La conservación y mantenimiento de amplias superficies de estos hábitats diversos ayudará a reforzar la resiliencia en el territorio veracruzano, y proveerá protección contra los efectos negativos del cambio climático en el ámbito regional, nacional y continental, dado que algunas especies se mueven de regiones árticas a antárticas.

Agradecimientos

La colecta de datos en el PNSAV fue realizada con el apoyo de CONACYT al proyecto P-45468-Q, Análisis de la comunidad de aves marinas y costeras del estado de Veracruz coordinado por EVG. Agradecemos al Dr Jacobo Santander Monsalvo y al Colectivo Interdisciplinario de Ciencia Aplicada y De-

recho Ambiental A.C., por el apoyo para la obtención de datos en las islas del PNSAV; al entonces director M.C. Christopher González Baca y personal del PNSAV por el permiso y apoyo otorgados, y a Dorado Buceo por la amabilidad y el apoyo en el traslado y en el campo.

Literatura citada

- Ainley, D. & D. Demaster, 1990. The upper trophic levels in polar ecosystems. pp. 599-630. In: W. Smith (ed.). Polar Oceanography. Academic Press. Orlando, FL. 406 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780126530315/polar-oceanography>
- Aké-Castillo, J. & C. Rodríguez-Gómez, 2019. El corredor arrecifal del suroeste del Golfo de México y los sistemas de manglar de Veracruz. pp. 301-316. In: A. Granados-Barba, L. Ortiz-Lozano, C. González-Gándara & D. Salas-Monreal (eds.). Estudios científicos

- cos en el Corredor Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. México. 376 pp. <https://www.sciencedirect.com/book/9780126530315/polar-oceanography>
- Alongi, D.M., 2008. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76:1-13.
- Bibby, C., M. Jones & S. Marsden, 1998. Expedition Field Techniques. Bird Surveys. Expedition Advisory Centre, Kensington Gore, London. 137 pp. <https://biology.kenyon.edu/courses/biol229/fieldmanual%20birds.pdf>
- Brown, V. & A. Gange, 1990. Insect herbivory below ground. *Advances in Ecological Research*, 20:1-58. <https://www.sciencedirect.com/bookseries/advances-in-ecological-research/vol/20/suppl/C>
- Burger, A., 1985. Terrestrial food webs in the sub-Antarctic: island effects. pp. 582-591. In: Siegfried, W., P. Condy & R. Laws (eds.). Antarctic Nutrient Cycles and Food Webs. Springer Verlag, New York, U.S.A. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-82275-9>
- Calvert, W., L. Hedrick & L. Brower, 1979. Mortality of the monarch butterfly (*Danaus plexippus* L.): avian predation at five overwintering sites in Mexico. *Science*, 204:847-851. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.204.4395.847>
- Charnov, E., G. Orians & K. Hyatt, 1976. Ecological implications of resource depression. *The American Naturalist*, 110: 247-259. <https://www.jstor.org/action/doBasicSearch?Query=1975+vol+110+Ecological+implications+of+resource+depression&so=rel>
- De la Moriniere, E., B. Pollux, I. Nagelkerken, M. Hemminga, A. Huiskes & G. van der Velde, 2003. Ontogenetic dietary changes of coral reef fishes in the mangrove-seagrass-reef continuum: stable isotopes and gut-content analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 246:279-289. <https://www.int-res.com/articles/meps2003/246/m246p279.pdf>
- https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4683791&fecha=25/08/1992&print=true
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2000. Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal. Miércoles 7 de junio de 2000. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2055674&fecha=07/06/2000#gsc.tab=0
- DOF (Diario Oficial de la Federación) 2010, Norma Oficial Mexicana NOM-059-SE-MARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 30 de diciembre de 2010. https://www.profepa.gob.mx/inovaportal/file/435/1/nom_059_semarnat_2010.pdf
- DOF (Diario Oficial de la Federación), 2012. Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992. Jueves 29 de noviembre de 2012. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280548&fecha=29/11/2012#gsc.tab=0
- Dunn, J. & J. Alderfer, 2011. Field guide to the birds of North America. 6ª ed. National Geographic Society, USA. 574 pp. <https://www.natgeomaps.com/bk-field-guide-to-the-birds-of-north-america-6th-edition>
- Gobierno del Estado de Veracruz, 2008. Decreto que reforma el diverso de fecha 25 de noviembre de 1999 por el que se declara Área

- Natural Protegida, como zona sujeta a conservación ecológica, el lugar conocido como Arroyo Moreno, municipio de Boca del Río, Veracruz. Folio 1426, No ext, 274, Gaceta Oficial. 22/agosto/2008. Xalapa, Veracruz, México. <https://www.segobver.gob.mx/juridico/decretos/Gaceta51.pdf>
- Gobierno del Estado de Veracruz, 2016. Decreto por el que se declara Área Natural Protegida en la categoría de Corredor Biológico Multifuncional la superficie denominada “Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua del Estado de Veracruz”. Gaceta oficial. 07/noviembre/2016, folio 1289, Núm. Ext. 444. Secretaría del medio ambiente. Xalapa, Veracruz. <https://www.segobver.gob.mx/juridico/decretos/Gaceta252.pdf>
- Gobierno del Estado de Veracruz, 2018. Resumen del Programa de Manejo del Área natural protegida Reserva ecológica Tembladeras-Laguna Olmeca, Veracruz. Gaceta Oficial. 30/noviembre/2018, Folio 2700. Núm. Ext. 480. Gobierno del Estado. Secretaría del medio ambiente. Xalapa-Enríquez, Ver. <https://www.segobver.gob.mx/juridico/decretos/Reforma101.pdf>
- González-García, F., 2011. Métodos para contar aves terrestres. Cap. 4. pp. 86-123. In: S. Gallina-Tessaro & A. López-González (eds.) Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Vol. I, Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología A.C., Querétaro, México. 377 pp. https://inecol.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1005/138/1/2004_2011-10763.pdf
- Gould, P. & D. Forsell, 1989. Techniques for Shipboard Census of Marine Birds. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. USA. 22 pp. <https://pubs.usgs.gov/publication/70187531>
- Hammer, Ø., D. Harper & P. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica*, 4(1):1-9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Holt, R., 1985. Population dynamics of two patch environments: some anomalous consequences of an optimal habitat distribution. *Theoretical Population Biology*, 28:181-208. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0040580985900279>
- Howell, S. & S. Webb, 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press Inc. U.S.A. 851 pp. <https://global.oup.com/academic/product/a-guide-to-the-birds-of-mexico-and-northern-central-america-9780198540120?cc=pl&lang=en&>
- Kaufman, K., 2005. Guía de campo de las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin Harcourt, USA. 379 pp. <http://www.kaufmanfieldguides.com/guiacutea-de-campo-kaufman-a-las-aves-de-norteamerica.html>
- Laegdsgaard, P. & C. Johnson, 2001. Why do juvenile fish utilize mangrove habitats? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 257:229-253. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022098100003312>
- Levey, D. & F. Stiles, 1992. Evolutionary precursors of long-distance migration: resource availability and movement patterns in neotropical landbirds. *The American Naturalist*, 140:447-476. <https://www.jstor.org/stable/2462776>
- López-Portillo, J., L. Gómez, A. Lara-Domínguez, A. Ávila-Ángeles, A. Vázquez-Lule, J. Alcántara-Maya, E. Villeda-Chávez & T. Rodríguez-Zúñiga, 2022. Caracterización del sitio de manglar GM30 Arroyo Moreno. In: CONABIO. Actualización con datos a 2020. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidad de rehabilitación ecológica. CONABIO. México. <https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15045.pdf>
- Martínez-Villasís, A., 2010. Estudio de la Avifauna de Arroyo Moreno, Ver. y áreas adyacentes. Tesis profesional, Instituto Tecnológico de México, Boca del Río, Ver. México. 71 pp.

- McCull, J. & J. Burger, 1976. Chemical input by a colony of Franklin Gulls nesting in cattails. *The American Midland Naturalist*, 96(2):270-280. <https://www.jstor.org/stable/2424068>
- Moreno-Casasola, P. & D. Infante-Mata, 2010. Veracruz, tierra de ciénagas y pantanos. Gobierno del Estado Veracruz, Xalapa, Veracruz, México. 412 pp. https://www.sev.gob.mx/servicios/publicaciones/colec_veracruz-sigloXXI/VeracruzTierraCienagas/Capitulo01.pdf
- Mumby, P., A. Edwards, E. Arias-González, K. Lindeman, P. Blackwell, A. Gall, M. Gorczyńska, A. Harborne, C. Pescod, H. Renken, C. Wabnitz, & G. Llewellyn, 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature*, 427:533-536. <https://eprints.whiterose.ac.uk/105/1/blackwellpg1.pdf>
- Mumby, P. & A. Hastings, 2008. The impact of ecosystem connectivity on coral reef resilience. *Journal of Applied Ecology*, 45:854-862. <https://www.jstor.org/stable/20144039>
- Murphy, G., 1981. Guano and the anchoveta fishery. pp. 81-106. In: Glantz M. & J. Thompson (eds.). Resource Management and Environmental Uncertainty: Lessons from Coastal Upwelling Fisheries, John Wiley & Sons. USA. 491 pp.
- Nagelkerken, I., M. Dorenbosch, W. Verberk, E. de la Moriniere & G. van der Velde, 2000. Importance of shallow-water biotopes of a Caribbean Bay for juvenile coral reef fishes: patterns in biotope association, community structure, and spatial distribution. *Marine Ecology Progress Series*, 202:175-192. <https://www.int-res.com/abstracts/meps/v202/>
- NatureServe, 2024. NatureServe Network Biodiversity Location Data accessed through NatureServe Explorer [web application]. NatureServe, Arlington, Virginia. <https://explorer.natureserve.org/> (consultado el 20 Marzo 2024).
- Oksanen, T., 1990. Exploitative ecosystems in heterogeneous habitat complexes. *Evolutionary Ecology*, 4:220-234. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02214331>
- Peterson, T. & E. Chalif, 1989. Aves de México, guía de campo identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y El Salvador. 1a Ed. Edit. Diana. México. 463 pp.
- Polis, G. & S. Hurd, 1995. Extraordinarily high spider densities on islands: flow of energy from the marine to terrestrial food webs and the absence of predation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA 92:4382-4386. http://www.pelagicos.net/BIOL3010/readings/Polis&Hurd_1995.pdf
- Polis, G., R. Holt, B. Menge & K. Winemiller, 1996. Time, space and life history: influences on food webs. pp. 435-460. In: Polis G. & K. Winemiller (eds.). Food Webs: Integration of Patterns and Dynamics. Chapman & Hall, London. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4615-7007-3>
- Polis, G. & S. Hurd, 1996a. Linking marine and terrestrial food webs: allochthonous input from the ocean supports high secondary productivity on small islands and coastal land communities. *The American Naturalist*, 147:396-423. <https://www.jstor.org/stable/2463215>
- Polis, G. & S. Hurd, 1996b. Allochthonous input across habitats, subsidized consumers, and apparent trophic cascades: examples from the ocean-land interface. Pp. 275-285. In: Polis G. & K. Winemiller (eds.). Food Webs: Integration of Patterns and Dynamics. London. Chapman & Hall. New York, U.S.A. 464 pp. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-7007-3_27
- Polis, G., W. Anderson & R. Holt, 1997. Toward an integration of landscape and food web ecology: The dynamics of spatially subsidized food webs. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28:289-316. <https://www.jstor.org/stable/2952495>

- Ralph, C., S. Droege & J. Sauer, 1995. Managing and monitoring birds using point counts: Standards and applications. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR 149:161-169. <https://research.fs.usda.gov/treearch/31755>
- Ralph, C., R. Geupel, P. Pyle, E. Martín & B. De Sante, 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. USDA. Forest Service. USA. 64 pp. <https://research.fs.usda.gov/treearch/31462>
- RSIS, 2004. Ficha informativa de los humedales de Ramsar (FIR). Sistema de Lagunas Interdunarias de la ciudad de Veracruz. Universidad Veracruzana. Facultad de Veterinaria y Zootecnia. Veracruz, Ver. México. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1450RIS.pdf>
- SEDEMA, 2014. Áreas Naturales Protegidas. Decreto Tembladeras-Laguna Olmeca. 16/08/2018. Consultado el 20 marzo 2024. <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/espacios-naturales-protegidas/>
- SEMARNAT, 2017. Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Semarnat/Conanp. Ciudad de México. 347 pp. https://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGCD/PN_Sistema_Arrecifal_Veracruzano.pdf
- Schulman, M., 1985. Recruitment of coral reef fishes: effects of distribution of predators and shelter. *Ecology*, 66:1056-1066. <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf-direct/10.2307/1940565>
- Shepard-Espinoza, C. & G. Danemann, 2008. Reseña histórica. Pp: 147-180. In: G. Danemann & E. Ezcurra (eds.). Bahía de Los Ángeles: recursos naturales y comunidad, Línea base 2007. SEMARNAT/INE/Pronatura NW/San Diego Natural History Museum. México. 740 pp. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD002095.pdf>
- Sibley, D.A., 2014. The Sibley guide to birds. 2nd ed. Knopf Publishing Group, USA. 583 pp. <https://www.sibleyguides.com/product/the-sibley-guide-to-birds-2/>
- Sugden, A. & E. Pennisi, 2006. When to go, where to stop. *Science*, 313(5788):775. <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.313.5788.775>
- Tasker, M., P. Hope Jones, T. Dixon & B. Blake, 1984. Counting birds at sea from ships: a review of methods employed and suggestion for a standardized approach. *The Auk*, 101:567-577. <https://sora.unm.edu/node/24002>
- Valiela, I., J. Bowen & J. York, 2001. Mangrove forests: one of the World's threatened major tropical environments. *Bioscience*, 51:807-815. [https://www.jstor.org/stable/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0807:mfootw\]2.0.co;2](https://www.jstor.org/stable/10.1641/0006-3568(2001)051[0807:mfootw]2.0.co;2)
- Van Perlo, B., 2006. Birds of Mexico and Central America. Princeton University Press, USA. 336 pp. <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691120706/birds-of-mexico-and-central-america>
- Velarde, E., 1992. Predation of Heermann's Gull (*Larus heermanni*) chicks by Yellow-footed Gulls (*Larus livens*) in dense and scattered nesting sites. *Colonial Waterbirds*, 15(1):8-13. <https://www.jstor.org/stable/1521349>
- Velarde, E., A. Martínez Villasis & J.C. Gallardo del Ángel, 2007. Las aves del Sistema Arrecifal Veracruzano. pp. 27-50. In: Granados-Barba, A., L. Abarca-Arenas & J.M. Vargas Hernández (eds.). Investigaciones Científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. México. 304 pp. <http://etzna.uacam.mx/epomex/pdf/SAV.pdf>
- Velarde-González, E., R. Sanay-González, H. Perales-Valdivia, M. Rojas-Espinoza, F. Ruz-Rosado & O. Gutiérrez-Benítez, 2015. Distribución y abundancia de aves marinas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. pp. 219-234. In: Granados-Barba, A., L. Ortiz-Lozano, D. Salas-Monreal & C. González-Gándara (eds.). Aportes al conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el Corredor

- Arrecifal del Suroeste del Golfo de México. Universidad Veracruzana. México. 346 pp. http://ww.uco.mx/content/publicaciones-enlinea/adjuntos/InvMarinas_493.pdf
- Veit R, E. Silverman & I. Everson, 1993. Aggregation patterns of pelagic predators and their principal prey, Antarctic krill, near South Georgia. *Ecology*, 62:551-64. <https://www.jstor.org/stable/5204>
- Webster, M.S., P. Marra, S. Haig, S. Bensch & R. Holmes, 2002. Links between worlds: unraveling migratory connectivity. *Trends in Ecology and Evolution*, 17:76-83. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169534701023801>
- Weir, J.S., 1969. Importation of nutrients into woodlands by rooks. *Nature* 221:487-488. <https://www.nature.com/articles/221487a0>
- Werner, E. & J. Gilliam, 1984. The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. *Annual Review of Ecology & Systematics*, 15:393-425. <https://www.jstor.org/stable/2096954>
- Whittaker, R.H., 1977. Evolution of species diversity in land communities. Pp. 1-67. *In*: Hecht, M. & B. Wallace (eds.). *Evolutionary Biology*. Plenum Press. USA. 486 pp.