



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



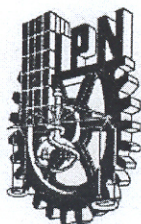
DESEMPEÑO DE INDICADORES DE ESPECIE CLAVE PARA EVALUAR PERTURBACIONES EN ECOSISTEMAS ARRECIFALES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA
ROCÍO RONZÓN RODRÍGUEZ

LA PAZ, B. C. S., JUNIO DE 2009



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 9 del mes de Junio del 2009 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

**"DESEMPEÑO DE INDICADORES DE ESPECIE CLAVE PARA EVALUAR
PERTURBACIONES EN ECOSISTEMAS ARRECIFALES"**

Presentada por el alumno:

RONZÓN

Apellido paterno

RODRÍGUEZ

materno

ROCÍO

nombre(s)

Con registro:

A	0	7	0	3	3	9
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DR. FRANCISCO ARREGUÍN SANCHEZ

PRESIDENTE

DR. MANUEL JESÚS ZETINA REJÓN

SECRETARIO

MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

SEGUNDO VOCAL

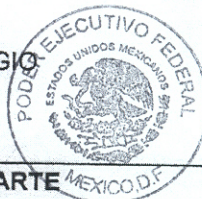
DR. PABLO DEL MONTE LUNA

TERCER VOCAL

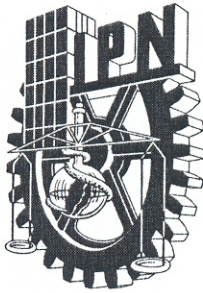
DR. VÍCTOR HUGO GALVÁN PIÑA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



**IPN
CICIMAR
DIRECCION**



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 11 del mes Junio del año 2009, el (la) que suscribe BIÓL. ROCÍO RONZÓN RODRÍGUEZ alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A070339 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ y cede los derechos del trabajo titulado: "DESEMPEÑO DE INDICADORES DE ESPECIE CLAVE PARA EVALUAR PERTURBACIONES EN ECOSISTEMAS ARRECIFALES" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: ronzon.rocio@gmail.com francisco.arreguinsanchez@gmail.com Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

BIOL. ROCÍO RONZÓN RODRÍGUEZ

nombre y firma

Dedicatoria

A mis padres:

Clementina Rodríguez M.

Para la mujer que desde siempre me ha enseñado a luchar por lo que se desea, éste esfuerzo está dedicado a ti con mucho entusiasmo, empeño y amor. "... Parte de tu vida se fue hacia el mar, deseando recorrer todos los océanos y el mundo entero..."

P. Raúl Ronzón C.

Para mi Pá, por darme la oportunidad de tener una bonita vida, encaminándome desde niña con tenacidad y fuerza, confiando en mí. Espero seguir siendo "tu triunfadora".

A ambos... los Amaré por Siempre.

A mi hermana:

Karina Ronzón Rodríguez

Para mi Ángel que me inspira a cada momento, eres un hermoso motivo de lucha. Gracias por tu pureza que es una Gran Bendición, que bueno que la vida nos escogió para estar Siempre Juntas.

A mi maravilloso artista:

Edgar I. Guzmán García

Para ti Edy. Mil gracias por enseñarme que la vida es un *picnic*. Te Amo Profunda e Infinitamente.

Agradecimientos

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN); en especial al Laboratorio de Dinámica y Manejo de Ecosistemas Acuáticos al que tuve el honor de pertenecer durante mi estancia de Maestría.

Al apoyo recibido a las becas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Programa de Formación de Investigadores (PIFI) de IPN. De manera particular, agradecimientos al apoyo a través de los proyectos de investigación denominados: "Impacto de la pesca de arrastre de camarón sobre el ecosistema bentónico frente a Nayarit, México (SAGARPA-CONACyT-12004)", "Hábitat, distribución espacial y manejo de pesquerías (SPI-IPN-20070767, 20080765 y 20090932)", "INCOFISH (03739)" y al proyecto "Vulnerabilidad y adaptación del Golfo de California ante la variabilidad y el cambio climático (SEMARNAT-CONACyT-0278)".

De manera particular agradezco al Dr. Francisco Arreguín Sánchez por su dirección en esta Tesis, por ser un excelente tutor académico, por enseñarme a mirar con gusto y entusiasmo la tarea científica, por tener tiempo y esfuerzo para ayudarme a concretar esta investigación, por darme tantas ideas creativas. Mil gracias por mostrarme la parte Humana de las situaciones y las cosas. Agradezco sus consejos y palabras de apoyo incondicional, no olvido que siempre confió en mí y tuvo paciencia, gracias por darme siempre la fuerza a través de una gran sonrisa, de una charla informal, de una anécdota divertida, de un gesto de tranquilidad, muchas gracias por ser un gran Amigo.

Agradezco a mi Comité Revisor:

Dr. Manuel Zetina Rejón, gracias por compartir tus puntos de vista y estar presente en los momentos importantes de mi tesis. Agradezco tu sincera amistad durante estos años y también las palabras de apoyo en todo momento, agradezco tu sencillez; obviamente también fueron esenciales las experiencias divertidas y alegres del quehacer científico y fuera de él. Gracias por ser un buen compañero y amigo.

M.C. Gustavo de la Cruz Agüero, por sus valiosas aportaciones a mi trabajo, que sin duda alguna me hicieron pensar mucho más en el enfoque de la tesis. Por ser siempre un excelente maestro y asesor, por su tiempo y valioso esfuerzo en estos últimos meses que fueron esenciales para mí. También gracias por su agradable sentido del humor y las anécdotas contadas.

Dr. Pablo del Monte Luna, por tu valiosa disposición y empeño para apoyarme y sacarme de dudas en varias de las etapas de mi trabajo de tesis. Por tener esa agilidad y pedagogía de comunicar y compartir los conocimientos. Por aceptar ser parte de mi Comité Revisor.

Dr. Hugo Galván Piña, por la gran disposición que has mostrado hacia conmigo en todo momento, gracias por aceptar este reto y ofrecerme tus valiosos comentarios y observaciones, todo esto ha sido de gran ayuda.

A mis grandes Familias: Rodríguez Martínez, Ronzón Cortés y Guzmán García por ser pilares de amor, cariño, apoyo y comprensión en todo momento. Gracias por confiar en mí y por los ánimos infinitos en este viaje que soñé por mucho tiempo.

A Edgar ("Chino") por ser mi más valioso compañero de vida. Tú sabes que gracias a nuestros esfuerzos estamos aquí, luchando y dando frutos como siempre. Gracias por no soltar mi mano en ningún momento, por tu amor, comprensión, por tu lucha día a día, por tu compañía, por escucharme, por orientarme, por tu madurez, por enseñarme la naturaleza y el mar que tanto queremos, por todo lo que me das a cada segundo, por ser como eres. Me fascina caminar junto contigo.

A mis queridas "fichas de colores":

Yona, por ser junto conmigo mujeres fuertes y aunque algunas veces también fuimos vulnerables a muchas situaciones, lo que verdaderamente importa al final del camino es la valentía y tenacidad con la que concretamos nuestro sueños y metas. Agradezco mucho encontrarte aquí y llevarte conmigo ahora. Gracias por tu compañía que es muy valiosa.

Alicia, gracias querida mujer por ser un fuerte apoyo en este tiempo, por escucharme siempre, por ser la parte madura que a veces olvido, gracias por tus consejos y por el tiempo que nunca me negaste. Todo esto y más que siento y te escribí hace tiempo debo agradecerte de corazón.

Gaby, por ser tan buena amiga y mostrarte siempre contenta y alegre. Recuerdo la vez que llegaste por primera vez a mi casa, ese día comenzó otro sueño ligado al mío, me da gusto compartirlo. Gracias por las cosas que pasamos juntas, las reuniones, las

clases de baile, la sencillez de tu persona y la amabilidad con la que siempre me trataste. Gracias por compartir tus recetas y cocinar ricos platillos que me hicieron sonreír muchas veces.

A mi gran amigo Memo (Arq. Guillermo Rodríguez) por brindarme tanta solidaridad y amistad sincera desde el inicio de mi andar por estos rumbos. Fue divertido molestarte de muchas maneras; gracias por tus anécdotas, por los tips y la seguridad que me brindaste para sobrellevar la vida de este lado del charco.

A Trini por ser tan buen amigo, gran hombre y dedicado a su familia y profesión. Siempre hay mucho que aprender de ti. Gracias por tu apoyo desde que llegamos aquí.

Agradezco a cada uno de mis Compañeros y Amigos estudiantes del CICIMAR, con su presencia la experiencia fue mucho mejor. Sin orden en especial: Itzel, Nat, Shelley, Luis A., Ale Chávez, Mirtha, Luis B., Manuel B., Maggi, Irán, Jimena, Mónica, Mauricio, Ruth, Ricardo, Ale R., Magda, Agustín y Marcela, Toño B., Jaime C. De manera especial a Beky y Luis por ofrecerme su hogar, excelentes momentos que llevaré siempre en mi memoria, me gusta su valentía, sencillez y madurez. Gracias por ser tan buenos amigos en todo momento y hacerme compañía siempre. Gracias por las mañanas de pesca, por los platillos deliciosos, por las charlas sobre temas diversos, por los tips para muchas cosas o situaciones, por su sencillez y alegría. Son parte fundamental en la gran familia que logré formar aquí.

A mis compañeros (investigadores, técnicos, estudiantes) de Laboratorio por brindarme una grata, interesante y enriquecedora estancia. Muchas experiencias de conocimiento y situaciones positivas llevo conmigo.

Al Contador Humberto por ser paciente, por atender dudas, quejas, solicitudes, trámites escolares, experiencias, etc. Gracias por su rico café y los dulces, por la gran disposición que muestra día a día en su trabajo. Realmente pocas personas son tan eficientes como Usted.

A Armando Hernández por ser tan buen amigo en este tiempo, fue muy bueno escuchar tus consejos y gracias por ser de las personas que comparten mucho y están atentas.

A todos mis amigos de antaño que aún en la distancia y en el tiempo siguen formando parte de mi, entre ellos Mely, Abi, Brenda, Julio, etc.

Gracias a La Paz - "Puerto de Ilusión"- por brindarme un espacio tranquilo para vivir y desarrollarme, agradezco los hermosos recursos naturales que tiene, infunden pasión y gozo; sin duda alguna uno de ellos y el más importante para, el Mar, gran fuente de inspiración.

Por último, recordando lo mucho que aprendí en el Laboratorio "toilet", muchas gracias a Luis Abarca... tenías razón al recomendarme esta experiencia que se ha convertido en uno de mis importantes logros en la vida, este Mundo enREDdado vale mucho la pena vivirlo.

RELACIÓN DE FIGURAS.....	iii
RELACIÓN DE TABLAS.....	iii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. HIPÓTESIS.....	8
5. OBJETIVO GENERAL.....	8
5.1 OBJETIVOS PARTICULARES.....	8
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
6.1 Selección de modelos tróficos.....	9
6.2 Desarrollo y aplicación de índices estructurales (topológicos) y funcionales...	13
6.2.1 Centralidad local: índice de grado.....	13
6.2.2 Centralidad global: índice de cercanía e intermediación.....	14
6.2.3 Índice de especie clave.....	16
6.3 Criterio de selección para los grupos funcionales clave.....	18
6.4 Identificación de desempeño de indicadores.....	19
6.4.1 Escenarios de simulación: incorporación de factores forzantes.....	19
7. RESULTADOS.....	23
7.1 Estandarización de los modelos tróficos arrecifales.....	23
7.2 Análisis de redes tróficas.....	25
7.2.1 Índices de centralidad.....	25
7.2.2 Atributos funcionales de los modelos de arrecifes: índice de especie clave	36
7.3 Caracterización de desempeño de indicadores.....	42
7.3.1 Escenarios de simulación: incorporación de factores forzantes como	42
fuente de perturbación.....	42

7.3.1.1 Atributos estructurales de los modelos tróficos arrecifales: índices de centralidad bajo escenarios de perturbación.....	42
7.3.1.2 Desempeño de índice de especie clave bajo escenarios de perturbación.....	50
7.3.2 Comparación de desempeño de los indicadores de grupos funcionales clave bajo perturbación.....	54
8. DISCUSIÓN.....	57
8.1 Análisis de redes tróficas.....	57
8.1.1 Especies o grupos funcionales clave.....	59
8.2 Los índices de centralidad.....	60
8.3 El índice de especie clave.....	63
8.4 Desempeño de indicadores bajo perturbación.....	65
9. CONCLUSIONES.....	70
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
11. ANEXOS.....	81

RELACIÓN DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Ubicación geográfica de los ocho modelos tróficos de arrecife de coral seleccionados para el análisis.....24

Figura 2. Identificación de especies clave de acuerdo al índice Lks para los grupos tróficos de modelos de arrecife de coral. Señalados con líneas punteadas están los grupos clave bajo el criterio del percentil superior de 90% para cada modelo. A. Barrera Arrecifal de Tiahura y B. Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media).....37

Figura 3. Diagrama de la estructura trófica del Atolón Uvea, Islas Loyalty mostrando como el grupo “corales/zooxantelas” aparece desconectado del resto de la red trófica una vez perturbado.....43

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Modelos tróficos de ecosistemas de arrecife de coral utilizados para probar el desempeño de índices de ecosistemas.....11

Tabla 2. Grupos funcionales como referencia para determinar los escenarios de mínima (Emin) y máxima (Emax) variación de biomasa para cada modelo trófico.....22

Tabla 3. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica del modelo del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.....25

Tabla 4. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumo de la red trófica del modelo Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.....26

Tabla 5. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica del modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.....27

Tabla 6. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla

Moorea,	Polinesia	Francesa
.....		29

Tabla 7. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo de Bolinao, Pangasinan, Filipinas.....	29
---	----

Tabla 8. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de Bolinao, Pangasinan, Filipinas.....	30
---	----

Tabla 9. G Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo del Caribe Mexicano.....	30
---	----

Tabla 10. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo del Caribe Mexicano.....	31
--	----

Tabla 11. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo del arrecife Cayos Looe.....	31
--	----

Tabla 12. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo del arrecife Cayos Looe.....	32
--	----

Tabla 13. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.....	32
---	----

Tabla 14. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.....	33
---	----

Tabla 15. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria	
--	--

de la red trófica del modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).....	33
---	----

Tabla 16. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).....	34
--	----

Tabla 17. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).....	34
--	----

Tabla 18. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).....	35
--	----

Tabla 19. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.....	38
--	----

Tabla 20. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.....	38
--	----

Tabla 21. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico del arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas.....	39
--	----

Tabla 22. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico del Caribe Mexicano.....	39
--	----

Tabla 23. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico del arrecife Cayos Looe.....	39
--	----

Tabla 24. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.....	40
---	----

Tabla 25. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).....	40
--	----

Tabla 26. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media).....	41
Tabla 27. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.....	42
Tabla 28. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.....	43
Tabla 29. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea.....	44
Tabla 30. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea.....	44
Tabla 31. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas.....	45
Tabla 32. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica del arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas.....	45
Tabla 33. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del arrecife del Caribe Mexicano.....	46
Tabla 34. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica del arrecife del Caribe Mexicano.....	46
Tabla 35. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del arrecife Cayos	

Looe.....	46
-----------	----

Tabla 36. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica del arrecife Cayos Looe.....	47
---	----

Tabla 37. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea.....	47
--	----

Tabla 38. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea.....	48
--	----

Tabla 39. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).....	48
---	----

Tabla 40. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).....	49
---	----

Tabla 41. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media).....	49
--	----

Tabla 42. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media).....	49
--	----

Tabla 43. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico del Atolón Uvea, Islas Loyalty. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.....	50
---	----

Tabla 44. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de la Barrera Arrecifal de Tiahura. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.....	51
---	----

Tabla 45. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de Bolinao, Pangasinan. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.....51

Tabla 46. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico del Caribe Mexicano. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.....52

Tabla 47. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de Cayos Looe. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.....52

Tabla 48. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de la Franja Arrecifal de Tiahura. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.....52

Tabla 49. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte). Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.....53

Tabla 50. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media). Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.....53

Tabla 51. Porcentaje de la similaridad existente entre los tres escenarios (Eb, Emin y Emax), con base en las diferencias y semejanzas entre los grupos funcionales clave detectados por los indicadores en cada modelo trófico.....55

Tabla 52. Niveles de la similaridad entre los tres escenarios (Eb, Emin y Emax). Se muestra el número de casos y su porcentaje respectivo para cada indicador.....56

RESUMEN

DESEMPEÑO DE INDICADORES PARA EVALUAR PERTURBACIONES EN ECOSISTEMAS ARRECIFALES.

Teóricamente en un ecosistema pueden identificarse especies o grupos funcionales clave, en los cuales, por su papel, descansa la estructura y función de una red trófica. En la presente investigación se hace un análisis de estas especies o grupos de organismos clave utilizando ocho modelos tróficos de arrecifes de coral. Se estimaron cuatro índices provenientes del análisis de redes, tres índices de centralidad que enfatizan atributos topológicos: 1) grado (D), 2) intermediación (Bc), 3) cercanía (Cc); y uno que enfatiza atributos funcionales, 4) índice de especie clave (Lks). El uso de estos índices permite la posibilidad de efectuar un análisis a nivel local y global de las redes tróficas, por ello se consideró relevante evaluar su desempeño en diferentes estados del ecosistema. El fitoplancton y otros autótrofos bentónicos siempre se presentaron como grupos clave con gran relevancia para el índice de D y en pocos casos para el Cc. En el caso del índice de Bc, los peces y crustáceos se presentan en todos los modelos como grupos clave. El índice Lks identificó grupos funcionales clave (desde productores primarios hasta grandes depredadores) que en todos los modelos tróficos, con excepción del modelo para el Caribe mexicano, no fueron detectados por los índices de centralidad. Una vez estimados los grupos clave para los diferentes índices se procedió a analizar su desempeño bajo perturbaciones. Para ello se utilizó un patrón común de anomalía de temperatura típico para las regiones geográficas de donde provienen los modelos de ecosistemas de arrecifes. Estas anomalías destacan la combinación de los efectos decadal y de tendencia de largo plazo, las cuales fueron incorporadas como factores forzantes en una serie de tiempo representativa para el periodo 1948-2008. Con el fin de uniformizar los experimentos y hacer comparables las respuestas, se consideró la perturbación específicamente sobre productores primarios. De esta manera las respuestas observadas sobre las biomásas de los grupos funcionales en un ecosistema determinado son interpretadas como una consecuencia de la estructura trófica representada por el modelo del ecosistema. Posteriormente, se seleccionó el estado del ecosistema en los niveles más alto (Emax) y más bajo de biomasa (Emin)

de los depredadores tope (nivel trófico más alto) considerándose que en esa etapa la señal de la perturbación ya se habría propagado por todo el ecosistema, y se estimaron nuevamente los índices. El índice D presentó en todos los modelos tróficos arriba del 67% de similaridad, es decir, los grupos clave identificados tienden a conservarse aún en escenarios diferentes. Los índices Bc y Cc también tienen también un cierto grado de robustez pues muestran situaciones intermedias respecto al mínimo y máximo de similaridad, presentando un 63% y 50% de casos con 100% de similaridad respectivamente. Esto sugiere por un lado que están fuertemente asociados a la estructura específica de cada ecosistema pero también son sensibles a las distancias tróficas dadas por el arreglo que predomina en cada caso. A diferencia de los índices de centralidad, el índice Lks muestra un grado de similaridad menor (61%), lo que sugiere que se comporta como un indicador de diferente naturaleza. Los resultados del experimento de simulación para probar el desempeño de los índices sugieren que a) el índice de grado, D, representa robustez en cuanto a la consistencia de los grupos funcionales clave identificados; esto es, tienden a ser los mismos a pesar de las perturbaciones; b) el índice Lks por el contrario, tiende a ser diferente en cada ecosistema para cada escenario simulado individual; c) los índices de cercanía, Cc, e intermediación, Bc, parecen responder tanto a los atributos estructurales como funcionales. El Bc, en términos de su respuesta, parece un poco más asociado al índice Lks; así como Cc parece estar asociado por su respuesta con D. En términos de su utilización como indicadores de perturbación su interpretación dependerá las características de la red trófica analizada más que a un patrón de respuesta esperado.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF INDICATORS TO ASSESS DISTURBANCES IN REEF ECOSYSTEMS

Theoretically a keystone species or functional groups can be identified in an ecosystem because the role they play supporting structure and function of an ecosystem. In this study an analysis of the keystone species/functional group is developed based on eight trophic coral reef models. Four indices were estimated from the network analysis, three indices of centrality that emphasize topological attributes: 1) degree (D), 2) betweenness (Bc), 3) closeness (Cc) and one that emphasizes functional attributes, 4) keystone species index (Lks). The use of these indices allows the possibility of local and global food webs analysis. It was considered important to assess their performance for different states of the ecosystem. Phytoplankton and benthic autotrophs were always identified as key groups with great relevance for D index and in a few cases for Cc. In the case of Bc index, fish and shellfish were key groups for all models. The Lks index identified several key functional groups (from primary producers to top predators) in all trophic models (except the Mexican Caribbean) that were not detected by the indices of centrality. Once the indices were estimated, performance of key groups was analyzed under a disturbance scenario. For this purpose an anomaly of temperature characteristic for the geographical regions from where reef ecosystems come from was used. Such anomaly includes the combined effects of decadal and longer-term trend, which were incorporated as forcing factors for the period 1948-2008. To standardize experiments and make results comparable, the disturbance was specifically directed to impact primary producers in all models. In this way the responses observed as biomass changes of functional groups in a given ecosystem can be interpreted as due to the ecosystem trophic structure. Subsequently, the state of the ecosystem representing highest (E_{max}) and lowest (E_{min}) biomasses were selected taken as reference the top predator (highest trophic level) by considering that at this stage the signal of perturbation would have been spread to entire ecosystem. Then indices were estimated again. The D index presented a 67% of similarity in responses; this means that key groups were mostly the same before disturbance. Cc and Bc indices

conserve a certain degree of robustness representing intermediate situations respect to the minimum and maximum similarities, presenting 63% and 50% of the whole cases with 100% of similarity. This suggests indices are strongly associated with the specific structure of each ecosystem but are also sensitive to the distances given by the food arrangement that prevails in each case. The index Lks index shows a lesser degree of similarity (61%), suggesting that it behaves as an indicator of a different nature. The results of the simulation scenario to test the performance of the indices suggest that a) the D index represents robustness in terms of consistency, identifying almost same key functional groups, b) the index Lks by contrast, tends to be different for each ecosystem in each scenario simulated individual, c) indices of closeness, Cc, and betweenness, Bc, appear to respond to both structural and functional attributes. Bc, in terms of their response, it seems to be associated with Lks, and Cc seems to be associated with D index. In terms of their use as indicators of disturbance their use will depend on the interpretation of the characteristics of the food web analyzed more than a given pattern of response expected.

1. INTRODUCCIÓN

Las redes tróficas son originadas a partir de las interacciones entre especies de diferentes niveles tróficos, las cuales sustentan los flujos de energía y biomasa en los ecosistemas. A partir de éstas relaciones ecológicas se deriva una serie de procesos dinámicos en varias escalas, cambiando en tiempo y espacio como resultado de la plasticidad de las interacciones ecológicas y la variación ambiental (Pascual y Dunne, 2006). Strongatz (2001) menciona que las redes tróficas pueden tener una serie de características derivadas de su complejidad estructural, de su evolución a través del tiempo, de la diversidad de especies e interconexiones y de su complejidad dinámica (e.g. sistemas dinámicos no lineales). De esta manera, la capacidad de respuesta de todo ecosistema, su estabilidad y persistencia ante las perturbaciones ambientales dependerá del comportamiento de las especies que los conforman.

Desde el punto de vista del manejo sustentable del ecosistema, se considera que la identificación y caracterización de toda especie es de utilidad como conocimiento base para evaluar la vulnerabilidad y capacidad de respuesta de cualquier ecosistema ante algún impacto. Power *et al.* (1996) mencionan que las especies más abundantes juegan un papel importante controlando las tasas y direcciones de muchos procesos dentro de los ecosistemas, proporcionando los mayores flujos de energía y estructuras que soportan y resguardan a otros organismos, pero muchos experimentos han demostrado que algunas especies con menor abundancia, llamadas *especies clave* (Paine, 1969) también tienen fuertes efectos en las comunidades y los ecosistemas. Entender y evaluar los efectos que puede tener la disminución de las especies clave, y aquellos que desencadene como respuesta sobre el conjunto de los organismos con los cuales se relaciona directa o indirectamente a través de la red trófica, puede ser de suma importancia.

Sin embargo, la identificación de especies clave requiere escalas en tiempo y espacio, niveles de organización y diversos grupos taxonómicos, es decir, idealmente

se cree que la demostración experimental de los efectos de las especies clave proviene de la manipulación de especies, que en la práctica puede ser una tarea difícil de lograr si los organismos son especies protegidas por las autoridades ambientales o bien simplemente no están fácilmente disponibles en el ambiente; además, evaluar los efectos de perturbación sobre una determinada especie puede requerir periodos largos de tiempo (Power *et al.*, 1996). Tanto la construcción como el análisis de las redes tróficas y sus especies clave son una aproximación tradicional para entender la estructura y función de los sistemas ecológicos (Vasas y Jordán, 2006). Pascual y Dunne (2006) señalan que a pesar de la dificultad al muestrear, al describir y al modelar redes tróficas, éstas no dejan de ser uno de los más útiles y desafiantes objetos de estudio de la ecología.

Los arrecifes de coral son un claro ejemplo de ecosistemas que muestran una alta heterogeneidad espacial y biológica, son considerados altamente complejos y maduros (*sensu* Odum, 1969). Sin duda alguna, su importancia radica en que son ambientes usados por el hombre para diferentes fines entre los cuales destaca la explotación de sus recursos a través de la pesca. Las pesquerías asociadas a arrecifes resultan una fuente importante de proteínas y sustento para las comunidades costeras a lo largo de los trópicos. En las últimas décadas, con el desarrollo de la economía, la tecnología mejorada en artes de pesca, el crecimiento costero de las poblaciones, la globalización del comercio, etc., los recursos pesqueros se han visto amenazados (Sadovy, 2005). Desde el punto de vista de la conservación y el interés público por los ecosistemas, la meta global del manejo de un arrecife de coral es definir y utilizar, sobre la base del conocimiento, la capacidad que tiene para aportar servicios de manera sustentable (e.g. pesquerías, turismo y valores estéticos y culturales) y que a su vez deriven en bienestar humano (Bellwood *et al.*, 2004). A pesar del interés mencionado, existen pocos ejemplos publicados sobre modelos de ecosistemas tropicales; Link *et al.* (2005) realizan una compilación de los casos más representativos de estudio de redes tróficas marinas (107 redes tróficas) publicadas en los últimos 25 años, señalando que sólo el 11% del total reunido pertenece a arrecifes coralinos. “Ecopath” fue un modelo trófico desarrollado

y aplicado a un sistema de arrecifes coralinos al norte del archipiélago Hawaiano (Polovina, 1984). El enfoque original fue la realización y el análisis de modelos de balance de biomasa en ecosistemas, posteriormente fue desarrollado por Christensen y Pauly (1992) y Walters *et al.* (1997) para incorporar un mayor número de rutinas analíticas y fomentar la utilización del modelo en otros tipos de ecosistemas. Sin embargo, éste tipo de análisis puede verse limitado a solo un número pequeño de especies debido a la complejidad que implica el desarrollo y solución de ecuaciones diferenciales múltiples (Abarca-Arenas y Valero-Pacheco, 2007).

Por otro lado, la caracterización topológica de los ecosistemas es un enfoque más para el análisis de redes; para ello han sido utilizadas metodologías derivadas de las ciencias económicas y sociales; tal es el caso de los indicadores de especies clave que permiten identificar la conformación física de las redes tróficas, permitiéndonos detectar propiedades concretas de las especies a partir de su posición en la estructura de la red. Strogatz (2001) menciona que el arreglo trófico siempre afecta la función. En el presente trabajo se pretende explorar el uso de los indicadores de especies clave aplicados en modelos de arrecife de coral, con la finalidad de explorarlos como potenciales herramientas para el análisis estructural y funcional de las redes tróficas.

2. ANTECEDENTES

En la actualidad, el análisis topológico de las redes tróficas se ha vigorizado, convirtiéndose rápidamente en un área de investigación en la ecología de comunidades (Williams y Martínez 2000, Solé y Montoya 2001, Montoya y Solé 2002). Los estudios topológicos en redes analizan básicamente propiedades del sistema utilizando el número y distribución de las conexiones (uniones) entre grupos. Lo anterior se puede traducir dentro una trama alimenticia como aquella conformada por relaciones alimenticias y grupos funcionales. Estas ideas ya eran consideradas en trabajos clásicos como los de MacArthur (1955) y Pimm (1979) y es tal su uso e

importancia que estudios recientes de las redes complejas han revivido esta área de la ecología. Pimm *et al.* (1991) definen varias características comunes a todas las redes como por ejemplo la proporción promedio de especies tope, intermediarias y basales; la proporción de depredadores por presa y de relaciones tróficas entre tipos de especies; la longitud de las cadenas tróficas; la ausencia de compartimentos (e.g. la cantidad y fuerza de interrelaciones entre grupos de especies) dentro de un hábitat, y finalmente complejos patrones en las relaciones topológicas entre depredadores y presas elucidadas a partir de sus representaciones gráficas.

En principio, el análisis topológico de las tramas tróficas se relaciona con los estudios realizados dentro de las ciencias sociales y económicas. Como ejemplo se puede citar el trabajo de Leontief (1951), el cual desarrolla un análisis económico construyendo un diagrama de flujos, donde la entrada de materias primas (*input*) se evalúa para determinar un mejor y mayor rendimiento en los servicios industriales (*output*) para ciertos consumidores.

Más adelante, Hannon (1973) retoma el trabajo realizado por Leontief y lo aplica a sistemas biológicos; este análisis ecológico comienza a tomar el nombre de *análisis de flujo*. Finn (1976) amplía el conocimiento del análisis en los sistemas ecológicos poniendo énfasis en las *funciones* que al interior del ecosistema suceden, introduciendo el término *reciclamiento*. Esta forma de análisis es usualmente llamada *análisis compartimental*. Estos trabajos han sido clave en ecología por su analogía con las redes tróficas. En años recientes, el trabajo de Sanz (2003) explica la manera en cómo los individuos u organizaciones se conectan o están vinculados dentro de las sociedades, a este nivel lo llamó *micro*; además menciona que debe existir una estructura general de toda red, donde las interacciones de flujos de conocimiento y/o información al interior de ésta definan un nivel más complejo, llamado *macro*. Sanz explica también desde el punto de vista de la teoría de grafos, el término sociograma, el cual consiste en un diagrama con dos conjuntos de información: un conjunto de nodos, N (integrantes del sistema) y uno de líneas, L (relaciones) entre pares de

nodos, retomando este conocimiento se hizo posible medir la conectividad del sistema.

El estudio de redes tróficas consiste en analizar e identificar grupos funcionales, además de reconocer a las especies clave; dicha tarea es considerada como un conocimiento importante *a priori* para la biología de la conservación. Cohen *et al.* (1993) destacan algunas recomendaciones al momento de construir y analizar redes tróficas, puesto que existe una carencia de metodologías para definir, observar y reportar redes tróficas *per se*.

Power *et al.* (1996) definen a las *especies clave* como aquellas que se caracterizan por tener una baja biomasa, pero a pesar de ello juegan un papel importante dentro del ecosistema; son especies o grupos de ellas que afectan fuertemente a otras a pesar de su menor biomasa.

Jordán *et al.* (2006) hacen énfasis en las relaciones indirectas entre organismos, poniendo en práctica las propiedades de varios indicadores topológicos como el índice de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc), los cuales operan tanto a nivel local como global dentro de una red trófica. Estos indicadores, llamados índices de redes tróficas, están diseñados para definir, cuantificar y explicar cómo las partes de un todo, en este caso las especies, se conectan entre sí. Estos autores consideran que sólo el conocimiento del conjunto total de especies ("*whole system*") permite conocer el papel de una especie clave dentro de una red trófica, además concluyen que las interacciones indirectas pueden extenderse a grandes distancias a través de las redes e incluso ser más fuertes que las interacciones directas entre dos especies, esto último precisamente por la capacidad de mayor alcance y dispersión de los efectos tróficos que ofrecen las interacciones indirectas. Estos indicadores fueron empleados para cuantificar la importancia de diversos grupos funcionales en la Bahía de Chesapeake considerando la posición de estos grupos dentro de la trama trófica, los autores encontraron que estadísticamente, los índices se

comportan de forma similar al momento de categorizar la importancia de las especies.

Cohen *et al.* (1993) mencionan que las redes tróficas son representaciones incompletas debido a que se omite la competencia interespecífica y el mutualismo. Por su parte, Vasas y Jordán (2006) retoman el modelo de Chesapeake, considerando no sólo las interacciones tróficas entre grupos funcionales, sino también aquellas relaciones no tróficas como son el parasitismo, mutualismo, facilitación, entre otras, a las cuales atribuyen efecto tales como dirección, señal y fuerza sobre las interacciones ecológicas.

En el 2006, Libralato *et al.* retoman el concepto de especie clave *sensu* Power *et al.* (1996) para referirse a aquellos grupos funcionales con un importante papel estructural y funcional dentro de los ecosistemas, considerando que cualquier modificación en las biomásas de éstos afecta directa o indirectamente, de manera negativa o positiva, a la biomasa del resto de los grupos que conforman la red trófica. Cabe mencionar que utilizan la matriz de impactos tróficos mixtos obtenida de la aplicación del programa Ecopath para realizar la identificación de grupos funcionales clave.

Para destacar la necesidad de identificar aquellos grupos funcionales que sean clave para el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas, Bellwood *et al.* (2004) mencionan que ante una disminución en la cobertura de los arrecifes coralinos a nivel mundial tanto por disturbios antropogénicos como naturales, se considera urgente la práctica de reevaluar y manejar dichas áreas, sugiriendo la restauración de zonas arrecifales degradadas y el manejo sustentable de las pesquerías. Estos autores hacen una comparación entre la riqueza de especies y los grupos funcionales de arrecifes del Caribe y la Gran Barrera Arrecifal Australiana concluyendo que desde el punto de vista funcional los primeros son más vulnerables debido a su baja riqueza de especies y composición taxonómica, caso contrario a la Gran Barrera Arrecifal, que bien puede resistir ante catástrofes ambientales o

explotación humana gracias a la alta posibilidad de redundancia funcional entre las especies que están presentes.

3. JUSTIFICACIÓN

Los arrecifes de coral poseen una importante biodiversidad, son ambientes complejos por el número de organismos y relaciones ecológicas que los conforman; no dejan de ser ambientes vulnerables, y como todo ecosistema tampoco están exentos de ser impactados tanto por fenómenos naturales como por actividades antropogénicas (e.g. sobrepesca), lo cual puede provocar una disminución en la capacidad intrínseca de los ecosistemas para soportar futuros disturbios. Ante esto, el mantenimiento de la naturaleza es un tema importante, hoy en día las investigaciones se enfocan en formular estrategias potenciales de conservación y manejo que tengan una mayor probabilidad de predicción y éxito al momento de utilizarse y dar resultados; finalmente, el objetivo de crear éstas medidas es lograr el uso adecuado y sustentable de los recursos naturales.

Si comprendemos el papel estructural y funcional que cada especie tiene y que en conjunto conforman el ecosistema al que pertenecen, entonces será un poco más claro el camino para lograr la preservación y manejo adecuado. La meta del presente trabajo es explorar el uso de indicadores provenientes del análisis de redes que nos permitan reconocer el comportamiento de sus atributos, aún bajo escenarios experimentales de perturbación. A partir de la información que se genere en el presente trabajo se espera aportar un enfoque general y práctico para futuros estudios interesados en utilizar estas herramientas como alternativas metodológicas de investigación y a su vez fomentar nuevas hipótesis ecológicas sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

4. HIPÓTESIS

Bajo la premisa de que los arrecifes de coral son ecosistemas que tienen ciertas características biológicas y ecológicas comunes se espera que ante perturbaciones similares respondan a través de patrones comunes, y que éstos se puedan medir mediante índices provenientes del análisis de redes, particularmente relacionado con la identificación de especies clave.

5. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desempeño de indicadores de especies clave provenientes del análisis de redes en modelos tróficos de arrecifes de coral, e identificar y comparar patrones de respuesta ante perturbaciones similares.

5.1 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar índices derivados del análisis de redes que sean útiles para detectar especies clave en modelos tróficos de arrecife de coral.
2. Analizar la respuesta de los índices de especie clave seleccionados en modelos tróficos de ecosistemas de arrecife a través de simulación de perturbaciones.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Selección de los Modelos Tróficos

Se seleccionaron y evaluaron ocho modelos tróficos de arrecifes de coral (Tabla 1) contruidos con la plataforma del programa denominado “Ecopath con Ecosim” (Christensen *et al.*, 2005), dichos modelos están disponibles en las páginas electrónicas www.ecopath.org y www.incofish.org. El modelo Ecopath parte de la premisa que el ecosistema está en un balance de flujos de biomasa, es decir, lo que se produce es igual a los que se consume. Los modelos tratan de representar al ecosistema con un conjunto de ecuaciones lineales, una para cada grupo funcional (*i*) existente. Lo anterior se expresa en la siguiente ecuación:

$$P_i - B_i M_{2i} - P_i (1 - EE_i) - EX_i = 0$$

(Ec. 1)

Donde P_i es la producción del grupo *i*; B_i es la biomasa; M_{2i} es la mortalidad por depredación; EE es la eficiencia ecotrófica y EX_i es la exportación. Con esto queda expresada la producción, las pérdidas por depredación y exportación y finalmente las pérdidas por otras causas diferentes, es decir, si la eficiencia ecotrófica se define como la fracción de la producción que es usada por el sistema a través del consumo de los depredadores o bien es capturada por la pesca, entonces $1-EE_i$ representará otras pérdidas. Como se supone en equilibrio, el resultado será 0.

La Ec. 1 puede representarse en términos de la transferencia de biomasa que existe entre las relaciones tróficas de los grupos:

$$B_i * (P / B)_i * EE_i = Y_i + \sum B_j * (Q / B)_j * DC_{ji}$$

Producción
=
Captura
Consumo de i por
Biológica de i
de i
sus depredadores

(Ec. 2)

Donde $(P/B)_i$ es la tasa de producción por unidad de biomasa de i , lo que en condiciones de equilibrio representa la mortalidad total (Z) (Allen, 1971); EE_i es la eficiencia de transferencia; Y_i representa la captura por pesca de i ; B_j es la biomasa del depredador de i ; $(Q/B)_j$ es la tasa de consumo por unidad de biomasa del depredador j y DC_{ji} es la fracción de i en la dieta de j .

Cada modelo empleado en el presente trabajo varía en cuanto al número de grupos funcionales (Tabla 1). Es importante mencionar que estos modelos tróficos fueron contruidos bajo diferentes versiones del programa Ecopath (Christensen y Pauly, 1992), cada uno elaborado por autores, años, objetivos y finalidades diversas, además considerando que en el cálculo de algunos parámetros biológicos se incorporaron en versiones del software más recientemente, siendo importante estandarizar los modelos utilizando una misma versión, *Ecopath 5.1* (Christensen *et al.*, 2002).

Tabla 1. Modelos tróficos de ecosistemas de arrecife de coral utilizados para probar el desempeño de índices de ecosistemas.

Modelo	Grupos funcionales	Referencia
Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia	25	Bozec <i>et al.</i> , 2004
Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa	46	Arias-González <i>et al.</i> , 1997
Bolinao, Pangasinan, Filipinas	26	Aliño <i>et al.</i> , 1993
Caribe Sur, México	18	Álvarez- Hernández, 2003
Cayos Looe, Florida, EUA	20	Venir y Pauly, 1997
Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa	43	Arias-González <i>et al.</i> , 1997
Gran Barrera Arrecifal, Zona Norte, Australia	25	Gribble, 2000 y 2003
Gran Barrera Arrecifal, Zona plataforma media, Australia	25	Gribble, 2001

El segundo paso fue revisar y analizar los parámetros básicos de los ecosistemas en relación a la consistencia biológica de cada modelo. Esta etapa se refiere a la coherencia que hay entre los parámetros estimados para cada grupo funcional y los procesos biológicos que suceden dentro del sistema: por ejemplo la *eficiencia*

ecotrófica (EE) como se mencionó anteriormente se define como la fracción de la producción consumida y exportada del sistema, sus valores no deben ser mayores a 1 ($0 < EE < 1$) significando que un grupo funcional no puede utilizar más biomasa de la que está produciendo. Un valor igual o ligeramente por arriba de cero indica que el grupo funcional no es consumido, o lo es muy poco, por cualquier otro grupo en el sistema. Por el contrario, un valor cercano o igual a la unidad indica que el grupo es altamente depredado y/o que la exportación (salida de biomasa del sistema sin retorno, como puede ser la pesca) es muy alta, indicando que aproximadamente el 100% de lo producido se consume o exporta. Otro concepto es la *eficiencia bruta*, la cual tiene que ver con la tasa de producción/consumo (P/Q) para cada grupo, la cual se espera que esté dentro del rango de 0.05 a 0.3 (Christensen *et al.*, 2005). Por ejemplo, el consumo de ciertos grupos es aproximadamente 3 a 10 veces más alto que su producción; en el caso de los depredadores tope (e.g. algunos tiburones o mamíferos marinos) éstos pueden tener valores de P/Q bajos y por el contrario, los grupos de niveles tróficos inferiores como larvas de peces o bacterias presentan los valores más altos de este parámetro. Christensen *et al.* (2005) mencionan que en ocasiones, como es el caso de corales y almejas gigantes, la producción excede el consumo.

Una vez considerados los puntos anteriores, el siguiente paso fue la selección del “*mejor modelo posible*”, lo cual se realizó con la rutina Ecoranger de Ecopath. Este proceso es aproximación semibayesiana basada en el método Montecarlo que, considerando variabilidad de los datos de entrada al modelo (biomasa, producción/biomasa, consumo/biomasa, eficiencia ecotrófica y consumo de dietas) asociados a una función de densidad probabilística denominada distribución previa. Con esta base se realizaron una serie de iteraciones y tras obtener un número n de modelos balanceados se eligió como criterio la obtención del mejor modelo posible bajo el criterio de mínimos cuadrados. En este caso, se seleccionó una distribución normal previa, un coeficiente de variación de 20% para cada parámetro de entrada y el mejor modelo posible se obtuvo después de 3,000 iteraciones positivas (exitosas, o balanceadas).

6.2 Desarrollo y Aplicación de Índices Estructurales (Topológicos) y Funcionales

Los índices que se presentan a continuación han sido propuestos por Jordán *et al.* (2006) y Libralato *et al.* (2006); estos índices tienen la peculiaridad de cuantificar e identificar las interacciones en la estructura de la red trófica destacando la importancia del papel de los grupos funcionales *sensu* Jordán *et al.* (2006) desde una perspectiva topológica, y han sido denominados genéricamente como índices de centralidad.

Freeman (1978) menciona que la *centralidad* de una red puede calcularse con diferentes medidas tanto a nivel local como global. Básicamente este ejercicio identifica los grupos funcionales (especies o grupos de especies) que debido a su papel dentro de la red trófica tienen una importante conectividad con el resto de los elementos con los que se relacionan, a partir de la cual estarían controlando una cantidad importante de los procesos que ocurren, en este caso, en la red trófica; siendo así, a estas especies o grupos de especies se les llamará *Grupos Funcionales Clave (GFC)*.

A continuación se describen los índices:

6.2.1 Centralidad Local: Índice de Grado

La centralidad local (*local centrality*) se define usando una de las medidas más simples, el *índice de grado* (*degree index, D*), el cual se define como el número de grupos funcionales que se relacionan directamente a otro grupo funcional por medio de relaciones tróficas.

$$D_i = D_{in,i} + D_{out,i}$$

(Ec. 3)

Donde el valor de D_i se obtiene sumando el número de presas más depredadores del grupo funcional i . Indudablemente el índice está considerando tanto los flujos de biomasa y energía entrantes a partir de las presas, $D_{in,i}$ y los flujos que se exportan una vez que el grupo funcional i es depredado por otros grupos funcionales, $D_{out,i}$.

6.2.2 Centralidad Global: Índices de Cercanía e Intermediación

Las posibles interrelaciones depredador-presa que utilizan las distancias tróficas no sólo directas, sino también indirectas y de mayor complejidad entre los diversos niveles tróficos definen la centralidad global de un grupo funcional. La centralidad global se cuantifica básicamente por los siguientes índices:

El *índice de cercanía* (*closeness centrality index*, Cc) considera para cada grupo funcional las rutas más próximas entre el total de las distancias tróficas existentes entre los grupos funcionales. En otras palabras, el índice mide la capacidad de un grupo funcional para conectarse con los demás de la red trófica, por medio de la(s) vía(s) más corta(s) (geodésicas):

La ecuación que define este índice es la siguiente:

$$Cc_i = \frac{N-1}{\sum_{j=1}^N d_{ij}}$$

(Ec. 4)

Donde N corresponde al número de pares de combinaciones de grupos funcionales y el denominador, $\sum_{j=1}^N d_{ij}$ es la suma de las distancias tróficas más cortas (distancias geodésicas) para el grupo funcional i dentro de la red ($i \neq j$). La distancia trófica se define como la longitud comprendida entre dos puntos de la red trófica. La

interpretación de un valor bajo del índice Cc estaría indicando un mayor número de distancias cortas, lo cual significa que cada grupo alcanza, en términos de conectividad y flujos, más rápidamente al resto de los grupos del sistema.

El *índice de intermediación (betweenness centrality, Bc)* es una medida de la *frecuencia* con que un grupo funcional aparece en las rutas tróficas más cortas entre las posibles combinaciones de pares de grupos funcionales. El cálculo consiste en dividir las veces en las que participa cada grupo funcional entre las rutas más cortas y después entre el total de las rutas más cortas de la red. La estimación de este índice sugiere la detección de subredes, que como señala Herrero (2000), están presentes de “forma natural” dentro de las redes biológicas.

La ecuación que define este índice es la siguiente:

$$Bc_i = \frac{2 \sum_{j < k} \left(\frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}} \right)}{(N-1)(N-2)}$$

(Ec. 5)

Donde el numerador representa la suma del cociente entre $g_{jk}(i)$, que es el número de rutas más cortas donde el grupo funcional i aparece, entre el total de rutas más cortas entre j y k , g_{jk} . La ecuación se normaliza dividiendo el numerador entre el número de posibles combinaciones de pares de grupos funcionales (N) donde no se incluye i .

Para calcular los índices de centralidad: grado (D), cercanía (Cc) e intermediación (Bc) se utilizaron matrices de consumo obtenidas desde los modelos tróficos ya balanceados y estandarizados contruidos con Ecopath. Estas matrices representan las dietas entre depredadores y presas de cada modelo trófico. También se realizó la estimación de los índices utilizando matrices binarias derivadas de sustituir los valores de las matrices de consumo por valores de 1 y 0 (presencia/ausencia). El

interés de utilizar las matrices binarias surge a raíz de contrastar el desempeño de los índices a partir de datos cualitativos y cuantitativos.

Para el cálculo de los índices se utilizó el software Ucinet 6.1 (Borgatti *et al.*, 2002), para lo cual se excluyó al grupo *detritus* ya que éste es un eslabón al cual se conectan sin excepción todos los grupos funcionales y su inclusión tiende a sesgar las estimaciones (en el contexto del modelo Ecopath, todos los flujos que no son consumidos o exportados son dirigidos a detritus y tiende a sobreestimar los valores de los índices). De igual manera no se consideraron los flujos de exportación que en los modelos de ecosistemas utilizados corresponden a la actividad pesquera (capturas) debido a que no corresponden propiamente a la red trófica y se modifican de acuerdo a la presión de pesca, siendo esta una característica no propia del sistema natural que afecta de manera diferencial a cada sistema. En nuestro caso se intenta destacar atributos de la red trófica.

6.2.3 Índice de Especie Clave

La modificación entre el balance del sistema depredador-presa tiene el potencial de desencadenar impactos tróficos sucesivos que se van propagando en la cadena trófica donde las especies son al mismo tiempo depredadores (con excepción de los productores primarios) y presas de otras. De esta forma si son consumidas en exceso por otras poblaciones pueden llegar a propiciar que sus respectivas presas proliferen debido a que habrá poca abundancia de depredadores que las consuman. Este tipo de impactos tróficos se conocen como “cascadas tróficas”.

Ulanowicz y Puccia (1990) utilizan el concepto de la matriz de Leontief (1951) para evaluar estos impactos directos e indirectos y Christensen y Pauly (1992) lo incorporan al software Ecopath para estimar lo que han llamado *matriz de impactos tróficos mixtos* (*mixed trophic impact, MTI*). La siguiente ecuación representa las interacciones entre grupos funcionales *impactadores* (*i*) y grupos *impactados* (*j*),

donde los valores de los elementos de la matriz van desde -1 a 1 representando así cambios proporcionales entre grupos funcionales:

$$MTI_{ij} = DC_{ij} - FC_{ij} \quad (\text{Ec. 6})$$

donde:

MTI_{ij} = impactos tróficos mixtos de i sobre j

DC_{ij} = composición de la dieta expresada en la cantidad con la que contribuye j a la dieta de i

FC_{ij} = proporción de las pérdidas dadas por la depredación sobre j debido al depredador i

Libralato *et al.* (2006) proponen el *índice de especie clave (keystone species, Lks)* basado en el uso de la matriz de MTI representada por la ecuación siguiente:

$$Lks = \log [\varepsilon_i (1-\rho_i)] \quad (\text{Ec. 7})$$

ε_i representa el impacto total del grupo funcional i derivado del impacto trófico mixto MIT_{ij} . Los valores de MIT_{ij} representan el efecto, que puede ser negativo/positivo, de un grupo i sobre otro grupo j , tal que:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\sum_{j \neq i}^n MIT_{ij}^2} \quad (\text{Ec. 8})$$

ρ_i es la proporción de la biomasa de i , es decir, B_i representa la contribución del grupo funcional i a la biomasa total de la red trófica, B_k (Power *et al.*, 1996).

$$\rho_i = \frac{B_i}{\sum_k B_k}$$

(Ec. 9)

El índice Lks tiene dos propiedades, 1) atribuye altos valores de importancia (*keystoneness*) a grupos funcionales que tienen baja biomasa, pero que tienen un efecto total alto; y 2) atribuye bajos valores de importancia a grupos con un efecto total alto pero también con alta biomasa (e.g. macrófitas). Por otra parte, las contribuciones negativas y positivas al efecto total, permiten distinguir entre dos tipos de controles: de abajo-arriba (*bottom-up*) y el de arriba-abajo (*top-down*) principalmente (Libralato *et al.*, 2006).

De igual forma que para los índices de centralidad, se excluyó el detritus y los flujos a exportación asociados a la pesca, obteniéndose así el índice para cada grupo.

6.3 Criterio de Selección para los Grupos Funcionales Clave

Los cuatro índices calculados para cada grupo funcional arrojaron por cada modelo un vector de valores con diferentes magnitudes. Lo importante en sentido práctico es la posibilidad de elegir, a partir de dichas magnitudes, cuáles grupos funcionales son más relevantes para el sistema con respecto a otros, de acuerdo a los atributos destacados por cada índice.

Para este efecto y dada la naturaleza diferente de cada índice se seleccionó la medida del “percentil” superior, como criterio de diferenciación o separación de los grupos funcionales más relevantes del gradiente total. De esta manera los valores se ordenaron de mayor a menor, y para identificar estos grupos funcionales es el percentil de 90%. Usando esta escala de acumulación de información se logró seleccionar el o los grupos funcionales relevantes a partir de este porcentaje. Esto se estimó mediante el software Statistica 6.0 (StatSoft Inc, 1995).

6.4 Identificación de Desempeño de Indicadores

6.4.1. Escenarios de Simulación: Incorporación de Factores Forzantes

Para probar el desempeño de los índices de especies clave se formuló un experimento de simulación basado en Ecosim (Walters *et al.*, 1997). El experimento consistió en incorporar una perturbación de tipo cíclico que afectara a los grupos funcionales del ecosistema de tal manera que en los extremos de mínima y máxima variación de biomasa global se obtuviera la estructura del ecosistema y sobre estos escenarios estimar nuevamente los índices de especies clave. La razón de este experimento es porque se supone que los índices, si tienen un buen desempeño, son capaces de identificar los cambios de un estado a otro del ecosistema de acuerdo a los atributos particulares que cada uno destaca. De manera particular, el factor forzante afecta la producción del grupo impactado, y en consecuencia su capacidad de producir biomasa, efecto que se propaga a través de la cadena trófica. Así mismo, dado que se desconoce el comportamiento de los índices la hipótesis más simple a contrastar es que los índices identifican los grupos funcionales clave independientemente de los estados del ecosistema.

Para este experimento se consideraron como fuente de perturbación las series de tiempo de los índices climáticos de las diferentes regiones del mundo donde se localizan los ecosistemas objeto de estudio. Después de analizar las tendencias se seleccionaron dos índices, el CAR (Caribbean Index) y el WHWP (Western Hemisphere Warm Pool), que representan anomalías mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) expresados en grados centígrados; cuyas tendencias representan las desviaciones con respecto al promedio de la TSM para las diferentes regiones. Los datos usados abarcaron desde 1951-2007 y 1948-2008 para el CAR y el WHWP, respectivamente. Dicha información se obtuvo en formato mensual desde la página oficial de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (www.cdc.noaa.gov/ClimateIndices).

Hasta este punto se asumió a la temperatura como la fuente de variación (perturbación) natural que permite probar el desempeño de los indicadores. Una consideración adicional es que, siendo el objetivo probar los indicadores, se requiere disponer de una misma fuente de perturbación para que de esta forma las potenciales diferencias observadas pudieran ser asociadas directamente a diferencias entre ecosistemas y no en combinación con las diferencias entre fuentes de variación. Para obtener una misma serie de tiempo como fuente de variación, se obtuvo una tendencia promedio a partir de los índices CAR y WHWP. Los promedios anuales de las series de tiempo se estandarizaron y se separaron dos frecuencias, una decadal (10 años) y una de tendencia (largo plazo, de 50 años). Estas dos frecuencias se exploraron por separado para visualizar periodos de mayor variación en las biomásas de los grupos funcionales en los ecosistemas. Para este efecto se utilizó un filtro tipo Hamming (StatSoft Inc, 1995).

Los índices de TSM (anomalías) se incorporaron en el modelo Ecosim como factor forzante (FF) incidiendo, en todos los casos, sobre los productores primarios. Por factor forzante se define todo aquel parámetro ambiental que influye en las interacciones tróficas (Christensen *et al.*, 2005) de los grupos funcionales.

El proceso de simulación del efecto de las perturbaciones se realizó aplicando el FF, el cual actúa sobre la tasa de producción por unidad de biomasa (P/B) de los productores primarios de cada modelo trófico. Se seleccionó a los productores primarios como grupo a impactar con el objeto de guardar consistencia en términos de comparaciones futuras entre los impactos sobre cada modelo; esto es, no impactar un grupo diferente en cada modelo. Así mismo, debido a que si bien es cierto que existen patrones de propagación al interior de cada red trófica, los niveles tróficos basales proporcionarían una manera estándar sin ser afectado el efecto del impacto inicial por la estructura del sistema.

Para explorar la respuesta de los índices ante FF se utilizó el modelo de Ecosim, el cual representa el mismo conjunto de ecuaciones lineales que Ecopath en su modalidad dinámica (Walters *et al.*, 1997):

$$\frac{dB_i}{dt} = f(B_i) - F_i B_i - \sum_{j=1}^n C_{ij}(B_i, B_j) - M_0 B_i$$

(Ec. 10)

donde:

dB_i/dt = tasa de cambio en términos de biomasa para el grupo i durante un intervalo de tiempo

$f(B_i)$ = función de producción o de crecimiento

F_i = mortalidad por pesca

B_i = biomasa existente de la especie i

$C_{ij}(B_i, B_j)$ = función de consumo de i por j, por tanto la sumatoria representa el total de mortalidad por depredación sobre el grupo i

M_0 = mortalidad natural de cada especie debida a otras causas diferentes a la depredación

Una vez incorporado el FF sobre productores primarios, se corrió el modelo Ecosim observando los cambios en biomasa de los grupos funcionales en tres escenarios. Para este proceso se eliminó la variación de corto plazo con el objeto de reducir la variabilidad y conservar las tendencias de los cambios; para lo cual se utilizaron sólo con la variación decadal, la de largo plazo (tendencia) y combinados. Los mayores contrastes de variación se observaron con las dos *frecuencias combinadas*, y hacia el *final del periodo* de tiempo de simulación. En consecuencia, bajo el efecto combinado de las dos frecuencias, se identificó la estructura del ecosistema para los estados de mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa globales. Para seleccionar los puntos de máxima variación en el tiempo de simulación se eligieron como referencia, en todos los casos, el nivel trófico mayor de entre los grupos funcionales que fueran similares entre ecosistemas (Tabla 2). La razón de que fueran los depredadores tope

de cada modelo se definió bajo la consideración de que cuando éstos mostrarán los mayores impactos en biomasa, la señal de perturbación ya ha sido propagada a través de la estructura trófica los desde productores primarios.

Tabla 2. Grupos funcionales como referencia para determinar los escenarios de mínima (Emin) y máxima (Emax) variación de biomosas para cada modelo trófico.

Modelo	Grupos funcional	Nivel trófico
Atolón de Uvea	P. carnívoros pequeños (d)	3.2
Barrera Arrecifal de Tiahura	Piscívoros (gpo. 2)	3.3
Bolinao	Morenas	3.4
Caribe Sur	Peces carnívoros	2.9
Cayos Looe	Piscívoros mesopelágicos	4.0
Franja Arrecifal de Tiahura	Piscívoros (gpo. 2)	3.4
Gran Barrera Arrecifal (zona norte)	P. carnívoros grandes	3.1
Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media)	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	3.4

d = demersal, gpo. = grupo, P. = peces

Los tres índices de centralidad se volvieron a calcular empleando únicamente las matrices de consumo originadas después de la perturbación para cada modelo trófico. El índice de especie clave (Lks) fue estimado con las nuevas matrices de impactos tróficos mixtos y biomosas generadas después de la simulación.

Finalmente, se compararon los grupos funcionales clave determinados para cada índice entre los escenarios, analizándose qué tan similares resultaron ser las estimaciones y el origen de sus posibles diferencias; esto es, si para un ecosistema, bajo los tres escenarios (Eb, Emin y Emax), los GFC obtenidos fueran los mismos, entonces el resultado sería 100% y que los índices tienden a conservar la identidad de los grupos clave identificados independientemente de los estados del ecosistema; en caso contrario, que los índices identifican cambios en los diferentes estados del ecosistema.

7. RESULTADOS

7.1 Estandarización de los Modelos Tróficos Arrecifales

Se realizó una revisión exhaustiva en las bases de datos de Ecopath para encontrar modelos tróficos de arrecife de coral; la elección final fue de ocho modelos arrecifales ubicados en diferentes partes del mundo (Fig. 1). Cada uno de los modelos tróficos que se consideraron presentó una identidad propia debido a los objetivos al momento de ser construidos por sus respectivos autores. Si bien todos fueron construidos bajo el mismo supuesto del balance de biomásas (Apartado 6.1) para cada grupo funcional que los conforman, las versiones del modelo Ecopath han ido evolucionando desde el planteamiento inicial de Polovina (1984) hasta la actualidad. Por lo anterior, fue necesario someter cada modelo trófico a la versión más reciente de Ecopath 5.1 (Christensen *et al.*, 2002), de tal manera que la estimación de parámetros del ecosistema a partir del modelo balanceado fueron calculados bajo una misma versión para ser corroborados de acuerdo a su consistencia biológica.

En todos los casos las salidas de los modelos son consistentes con la interpretación hecha por los autores iniciales así como con la biología de los procesos que son representados.

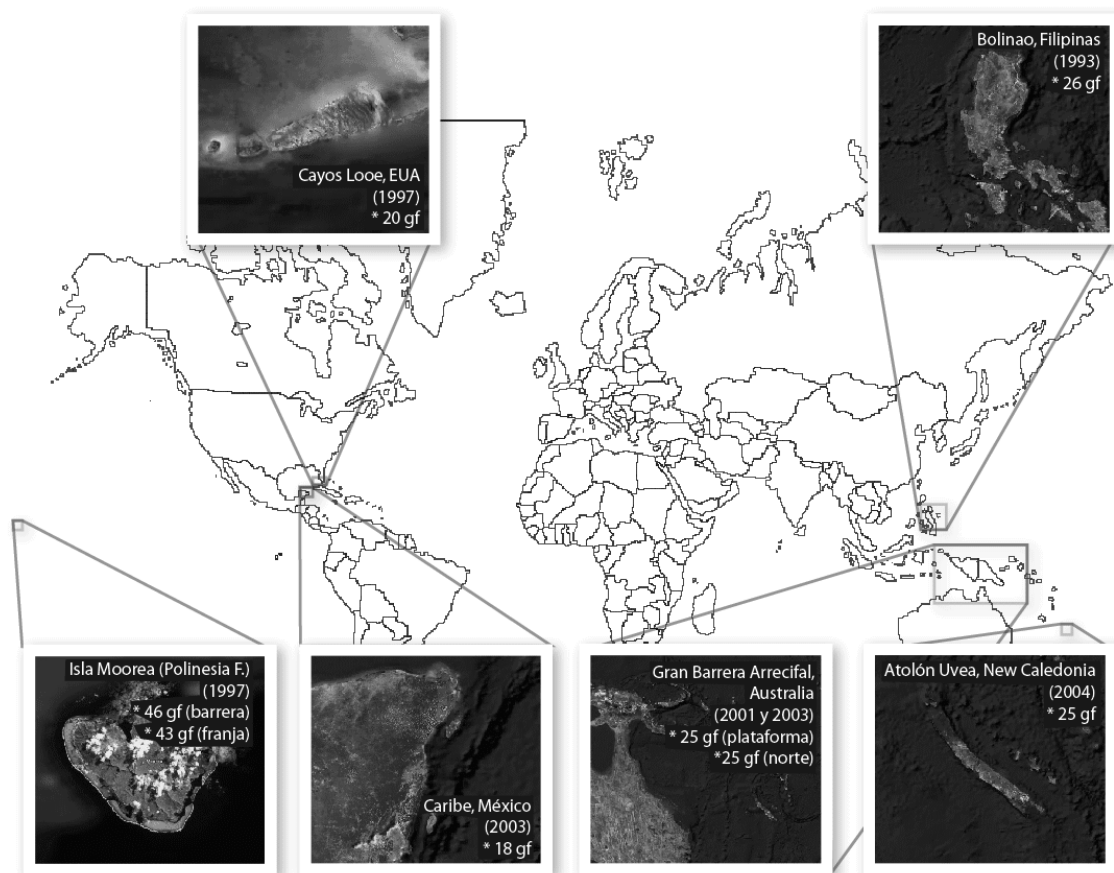


Figura 1. Ubicación geográfica de los ocho modelos tróficos de arrecife de coral seleccionados para el análisis.

7.2 Análisis de Redes Tróficas

7.2.1 Índices de Centralidad

En las Tablas 3 a 18 se muestran los grupos funcionales más importantes de acuerdo al criterio del percentil de 90%. El orden de los vectores (grupos funcionales) para cada modelo trófico y para cada indicador: grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) y desde el enfoque de los dos tipos de matrices (binaria y de consumos) se muestran en los anexos 1 a 18.

El modelo trófico del atolón de Uvea contó con 25 grupos tróficos, dos de ellos pertenecientes a dos tipos de detritus (particulado y disuelto), así para el caso de la matriz binaria, los grupos funcionales clave detectados coinciden bajo el enfoque de cada índice, estos grupos son peces carnívoros en su mayoría, además del grupo zooplancton (Tabla 3).

Tabla 3. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica del modelo del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Piscívoros grandes (d)	14	Piscívoros grandes (d)	39.47	Piscívoros grandes (d)	53
Zooplancton	10	Zooplancton	29.76	P. carnívoros pequeños (d)	57
P. carnívoros pequeños (d)	10	P. carnívoros pequeños (d)	19.84	P. carnívoros grandes (d)	58
P. carnívoros grandes (d)	10			Zooplancton	58

d = demersales, P = peces

En el caso de los indicadores calculados a partir de la matriz de consumo para el modelo del Atolón Uvea (Tabla 4), el D quedó representado por zooplancton, fitoplancton y la meiofauna (e.g. nemátodos, copépodos, ciliados, oligoquetos, etc.) como grupos clave. En la publicación original del modelo de Uvea, los autores describen que el grupo meiofauna se caracterizó por tener el nivel más alto de consumo principalmente para los invertebrados del dominio bentónico, por su parte, el zooplancton lo fue para organismos del dominio pelágico (Bozec *et al.*, 2004).

Para el Bc, los piscívoros demersales (*Ephinephelus cyanopodus* o de las familias Lutjanidae y Synodontidae) (Bozec *et al.*, 2004), además de los macroinvertebrados filtradores y el zooplancton conforman la terna de los GFC por presentar la mayor frecuencia en las rutas tróficas del modelo del Atolón Uvea.

Para Cc, peces herbívoros (familias Scaridae y Acanthuridae) y planctívoros (*Pterocaesio tile* y *Naso annulatus*) además de macroinvertebrados herbívoros se identificaron como gfc (Tabla 4).

Tabla 4. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumo de la red trófica del modelo del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplancton	89.58	Piscívoros grandes (d)	9.75	P. herbívoros grandes (d)	9.55
Fitoplancton	70.21	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	8.72	P. planctívoros grandes (pelág.)	9.75
Meiofauna	66.23	Zooplancton	6.46	M_invert. bent. herbívoros (gpo. 2)	10.05

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágicos

El modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura presentó un total de 46 grupos funcionales (considerando al detritus), 16 de ellos pertenecen a tipos diferentes de peces adultos, tales como a) piscívoros (e.g. *Carcharias melanopterus*, *Caranx melanpygus*), b) carnívoros (e.g. *Lutjanus spp.*, *Paracirrhites spp.*), c) omnívoros, d) herbívoros, e) zooplantófagos, así como f) asociados al coral de manera obligatoria y g) asociados al coral de manera facultativa. Sus características específicas como tipo de hábitat, alimentación y talla se citan en Arias-González *et al.* (1997); en el anexo 5 se mencionan las características específicas para cada grupo de peces considerados como clave, en este caso todos fueron de hábitos carnívoros.

Entre los tres índices hubo coincidencias para los GFC, pero en el índice Bc se considero también el grupo camarones como grupo clave (Tabla 5).

Tabla 5. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica del modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Cangrejos braquiuros	31	Cangrejos braquiuros	50.07	Cangrejos braquiuros	102
Peces carnívoros (gpo. 4)	28	Peces carnívoros (gpo. 4)	49.63	Peces carnívoros (gpo. 4)	105
Peces carnívoros (gpo. 7)	25	Peces carnívoros (gpo. 7)	43.74	Cangrejos pagúridos	108
Cangrejos pagúridos	25	Camarones	36.68	Peces carnívoros (gpo. 7)	108
Poliquetos	23	Peces carnívoros (gpo. 8)	36.50	Peces carnívoros (gpo. 3)	110
Peces carnívoros (gpo. 8)	23			Peces carnívoros (gpo. 8)	110
Peces carnívoros (gpo. 3)	23			Poliquetos	110

gpo. = grupo

Utilizando la matriz de consumo del modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura para estimar los indicadores, el D señala como grupos clave a peces herbívoros que como lo señala Arias-González *et al.* (1997) son especies que nadan sobre las cabezas de coral, con tallas entre 31 y 60 cm. También se puede mencionar a las bacterias bentónicas como gfc, además del meiobentos (e.g. nemátodos, copépodos, ciliados, oligoquetos), microfitobentos y finalmente a las algas del tipo ceramiales, estos dos últimos grupos están asociados fuertemente con los peces herbívoros como por ejemplo *Ctenochaetus striatus* para este modelo. Arias-González *et al.* (1997) señalaron que esta especie es una de las más consumidas por los demás grupos de piscívoros y/o peces carnívoros (Tabla 6).

En la Tabla 6 se observa para el índice Bc que los grupos clave corresponden a grupos de crustáceos como cangrejos braquiuros y camarones, además peces carnívoros de los grupos 4 y 7 (anexo 5) y finalmente el grupo corales. Cabe mencionar que la cobertura de coral registrada para este modelo fue del 35%, que comparada con el modelo de la Franja de Tiahura (del 20%) es mayor (Arias-González *et al.*, 1997).

Para el índice Cc, existen varios grupos como son los peces herbívoros (e.g. *Ctenochaetus striatus*); peces coralívoros obligatorios con tallas de 16 a 30 cm que viven alrededor de las cabezas de coral (Arias-González *et al.*, 1997); peces zooplanctófagos, además de larvas de peces y equinodermos como ofiúridos, asteroideos, equinoideos, etc., de esta manera se catalogan como GFC con una alta facilidad para intercambiar flujos de energía y biomasa (Tabla 6).

Tabla 6. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	4389.74	Cangrejos braquiuros	50.45	Peces herbívoros	4.95
Bacterias bentónicas	3396.31	Peces carnívoros (gpo. 4)	21.83	Peces coralívoros obligatorios	5.12
Meiobentos	2786.48	Camarones	19.68	Larvas de peces	5.29
Microfitobentos	2643.87	Corales	19.35	Peces zooplanctófagos	5.49
Algas ceramiales	2361.98	Peces carnívoros (gpo. 7)	18.09	Equinodermos	5.80

gpo. = grupo

El modelo de Bolinao cuenta con 26 grupos, 1 correspondiente al detritus, se tuvo que excluir al grupo “pepinos marinos” al momento de estimar los índices de centralidad, debido a que no presentó valores de consumo (ni como presa, ni como depredador) apareciendo como un elemento desconectado de la red trófica en el análisis (Anexo 53). En la Tabla 7 la fauna y flora que se considera como grupos tróficos clave son crustáceos y algas bentónicas en todos los índices, de manera particular el D considera tres grupos de peces y a otros invertebrados, éste último grupo clave se repite en el índice Bc y para Cc aparecen dos grupos de peces, damiselas y piscívoros.

Tabla 7. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo de Bolinao, Pangasinan, Filipinas.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Crustáceos	16	Crustáceos	45.67	Crustáceos	55
Otros piscívoros	11	Algas bentónicas	34.91	Algas bentónicas	60
Peces cardenales	10	Otros invertebrados	19.52	Peces damisela	61
Otros invertebrados	10			Otros piscívoros	61
Lábridos	10				
Algas bentónicas	10				

La información se modifica para el caso de los índices estimados a partir de la matriz de consumo: para D, se consideran como claves productores primarios como pastos marinos y algas bentónicas, y además erizos marinos; para Bc están los crustáceos,

piscívoros y peces damisela. En el índice Cc se detectaron tres grupos clave, peces loro, la especie herbívora *Siganus spinus* y corales productores como *Pocillopora damicornis* (Tabla 8).

Tabla 8. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de Bolinao, Pangasinan, Filipinas.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Erizos marinos	816.88	Crustáceos	30.95	Peces loro	8.71
Pastos marinos	770.65	Otros piscívoros	21.50	<i>Siganus spinus</i>	10.73
Algas bentónicas	337.60	Peces damisela	17.36	Corales productores	10.87

El modelo trófico del Caribe Mexicano cuenta con 18 grupos tróficos (1 corresponde al detritus), en la Tabla 9 se observan grupos de peces, moluscos, poliquetos y crustáceos que son considerados como claves bajo el criterio binario de la estructura de la red trófica.

Tabla 9. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo del Caribe Mexicano.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces carnívoros	14	Peces carnívoros	10.59	Peces carnívoros	35
Peces omnívoros	13	Crustáceos	7.15	Crustáceos	36
Moluscos y poliquetos	13			Moluscos y poliquetos	36
Crustáceos	13			Peces omnívoros	36

Por otro lado, en términos del uso de la matriz de consumo, en la Tabla 10 se destaca el papel de productores bentónicos y animales sésiles para el índice D; Bc señaló a peces carnívoros del género *Lutjanus*, *Ocyurus* y *Priacanthus* y omnívoros del género *Thalassosoma*, *Alutera* y *Stegastes* (Álvarez-Hernández, 2003) como GFC. El índice Cc señala como GFC a grupos de peces herbívoros integrado por los géneros *Abudefduf*, *Scarus* y *Acanthurus* y también el grupo de cardúmenes que se

integran por géneros como *Harengula*, *Opisthonema* y *Jenkinsia* (Álvarez-Hernández, 2003).

Tabla 10. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo del Caribe Mexicano.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Productores bentónicos	9667.34	Peces carnívoros	12.80	Peces herbívoros	18.10
Animales sésiles	3825.35	Peces omnívoros	7.09	Cardúmenes	20.69

La estructura trófica del arrecife Cayos Looe consta de 20 grupos tróficos (1 corresponde a detritus) de los cuales los grupos clave son crustáceos, moluscos (calamar, pulpos, quitones, gasterópodos, bivalvos, etc.) y poliquetos (Tabla 11).

Tabla 11. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo del arrecife Cayos Looe.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Crustáceos	18	Crustáceos	21.05	Crustáceos	37
Moluscos y poliquetos	15	Moluscos y poliquetos	8.68	Moluscos y poliquetos	40

En términos de consumo, se definieron como grupos clave el zooplancton y productores bentónicos (e.g. algas y pastos marinos) en el caso del índice D; grupos consumidores como crustáceos y peces carnívoros son considerados con la mayor intermediación entre las rutas tróficas y para el índice Cc el grupo de animales sésiles (ascidias, tunicados, etc.) y el grupo denominado productores bentónicos son aquellos grupos con una mayor capacidad de acceso para el resto de la red trófica (Tabla 12).

Tabla 12. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo del arrecife Cayos Looe.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	9020.68	Crustáceos	72.95	Animales sésiles	25.82
Productores bentónicos	8485.25	Peces carnívoros grandes	21.64	Productores bentónicos	28.64

El modelo de la Franja arrecifal de Tiahura (Arias-González *et al.*, 1997) se conforma por 43 grupos funcionales, incluido el detritus. El grupo más predominante es el de los peces, donde tres grupos tienen hábitos piscívoros, cinco grupos son carnívoros y otros cinco de hábitos tróficos diferentes que suman en total 13 grupos de peces. En la Tabla 13, se hace evidente la importancia de estos grupos dentro de la estructura de la red trófica, además de cangrejos braquiuros y corales como grupos clave. Las características de los grupos ícticos están detalladas en el anexo 14. Estas categorías son tomadas desde Arias-González *et al.* (1997), donde también mencionan que la cobertura coralina para esta zona de estudio fue del 20%.

Tabla 13. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces carnívoros (gpo. 2)	30	Peces carnívoros (gpo. 2)	84.56	Peces carnívoros (gpo. 2)	94
Peces carnívoros (gpo. 4)	24	Peces coralívoros facultativos	49.54	Cangrejos braquiuros	100
Cangrejos braquiuros	24	Peces carnívoros (gpo. 4)	45.05	Peces carnívoros (gpo. 4)	100
Peces omnívoros	23	Corales	35.23	Peces omnívoros	101
Peces coralívoros facultativos	22	Peces omnívoros	33.43		

gpo. = grupo

En la Tabla 14, hay grupos diversos que obedecen a los diferentes índices de centralidad calculados con la matriz de consumos, en todos los casos hubo presencia de grupos de peces como elementos clave para este modelo. Para D, se encontraron a los peces herbívoros (e.g. *Ctenochaetus striatus*), microfitobentos, bacterias bentónicas, algas ceramiales y meiobentos como claves. En índice Bc

estuvo representado por corales, cangrejos braquiuros y tres grupos de peces (gpo. 2, 4 y omnívoros). Para Cc, se cita al grupo de peces herbívoros, peces coralívoros obligatorios, además de ofiúridos, equinodermos, holotúridos y sipuncúlidos como grupos clave. El detalle de los hábitos y tallas de la ictiofauna se explica en el anexo 14.

Tabla 14. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	500.28	Corales	29.96	Peces herbívoros	5.34
Microfitobentos	388.17	Cangrejos braquiuros	23.26	Peces coralívoros obligatorios	5.47
Bacterias bentónicas	278.15	Peces carnívoros (gpo. 4)	17.41	Ofiúridos	5.50
Algas ceramiales	201.59	Peces omnívoros	14.92	Equinodermos	5.59
Meiobentos	135.31	Peces carnívoros (gpo. 2)	14.88	Holotúridos y sipuncúlidos	5.68

gpo. = grupo

El modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) se compone de 25 grupos de los cuales 2 corresponden a detritus. La estructura de la red trófica parece muy compleja pero realizando el análisis considerando sólo las matrices binarias resultó que los grupos crustáceos, zooplancton, peces omnívoros pequeños y el grupo moluscos y poliquetos fueron los más representativos como GFC para los tres índices de centralidad (Tabla 15).

Tabla 15. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Crustáceos	21	Crustáceos	21.89	Crustáceos	46
Zooplancton	18	Moluscos y poliquetos	11.38	Moluscos y poliquetos	49
Peces omnívoros pequeños	18	Zooplancton	9.42	Peces omnívoros pequeños	49
Moluscos y poliquetos	18			Zooplancton	49

Por otro lado, el análisis utilizando la matriz de consumo para calcular los índices de centralidad muestra una perspectiva diferente y más amplia de grupos funcionales. Para el índice D, se presentaron GFC con niveles tróficos bajos como son zooplancton, fitoplancton y autótrofos bentónicos; para el índice Bc los GFC se caracterizaron por tener los niveles tróficos más altos, tales como crustáceos, scómbridos y carángidos y el grupo de cardúmenes pequeños. Finalmente, para el índice de Cc los gfc son animales sésiles (e.g. Phyla Porifera, Cnidaria, Bryozoa, etc.) y también autótrofos bentónicos como pastos marinos, variedad de algas, etc., además del grupo zooplancton (Tabla 16).

Tabla 16. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplancton	620.67	Crustáceos	89.52	Animales sésiles	24.23
Fitoplancton	448.92	Scómbridos y carángidos	42.69	Autótrofos bentónicos	27.27
Autótrofos bentónicos	359.53	Cardúmenes pequeños	40.21	Zooplancton	28.94

El modelo la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) consta de 25 grupos funcionales, uno de ellos correspondiente al detritus. En la Tabla 17 se muestran los resultados a partir del uso de la matriz binaria, los GFC coinciden dentro de los índices de centralidad, éstos corresponden a grupos de invertebrados pequeños y grandes, además de peces demersales, pelágicos y grupos de lutjánidos.

Tabla 17. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz binaria de la red trófica del modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Invertebrados pequeños	23	Invertebrados pequeños	18.94	Invertebrados pequeños	47
Otros peces demersales	22	Otros peces demersales	12.74	Otros peces demersales	48
Peces pelágicos	19	Invertebrados grandes	12.51	Invertebrados grandes	51
Lutjánidos pequeños	19			Lutjánidos grandes	51
Lutjánidos grandes	19			Lutjánidos pequeños	51
Invertebrados grandes	19			Peces pelágicos	51

P. = peces

Realizando el cálculo de los índices usando la matriz de consumos, se observa en la Tabla 18 la diversidad de GFC desde algas hasta peces; ningún índice coincide al momento de señalar los GFC. Para el caso del índice D los grupos de zooplancton, corales/zooxantelas y algas epilíticas son los que se relacionan directamente con grupos vecinos intercambiando biomasa. Para grupos tróficos con la mayor intermediación dentro de la red trófica se encontraron invertebrados y peces demersales (e.g. familias Gobiidae, Labridae, Pomacanthidae, etc.); finalmente los grupos que comparten las relaciones más cercanas con el resto de los grupos son principalmente peces coralívoros (e.g. Chaetodontidae, Labridae y Tetraodontidae), peces herbívoros (e.g. Acanthuridae, Scaridae y Siganidae) y peces planctívoros.

Tabla 18. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando la matriz de consumos de la red trófica del modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	1796.19	Otros peces demersales	26.58	Peces coralívoros	13.79
Corales y zooxantelas	842.29	Invertebrados pequeños	23.78	P. herbívoros grandes	13.80
Algas epilíticas	795.60	Invertebrados grandes	10.45	P. planctívoros grandes	13.81

P. = peces

7.2.2 Atributos funcionales de los modelos de arrecifes: índice de especie clave

De la misma manera que para los índices de centralidad, se utilizó el criterio del percentil de 90% quedando establecidos los grupos funcionales clave para cada modelo trófico. Estos grupos están en las Tablas 19 a la 26. En la Fig. 2 se observa como ejemplo la tendencia que siguen los grupos funcionales para dos modelos tróficos una vez aplicado el índice de especie clave (Lks). De manera general, se presentaron algunas coincidencias entre los modelos e incluso con los resultados de los índices de centralidad. Para los casos particulares del Caribe Mexicano, Cayos Looe y la Gran Barrera Arrecifal Australiana (zona norte), el grupo “tortugas” fue descartado, debido a que presentó valores nulos (0) en cada una de las matrices de impactos tróficos mixtos de los modelos tróficos mencionados (Anexos 62, 63 y 65). Esto representa que dicho grupo funcional no se encuentra impactando al resto de los grupos.

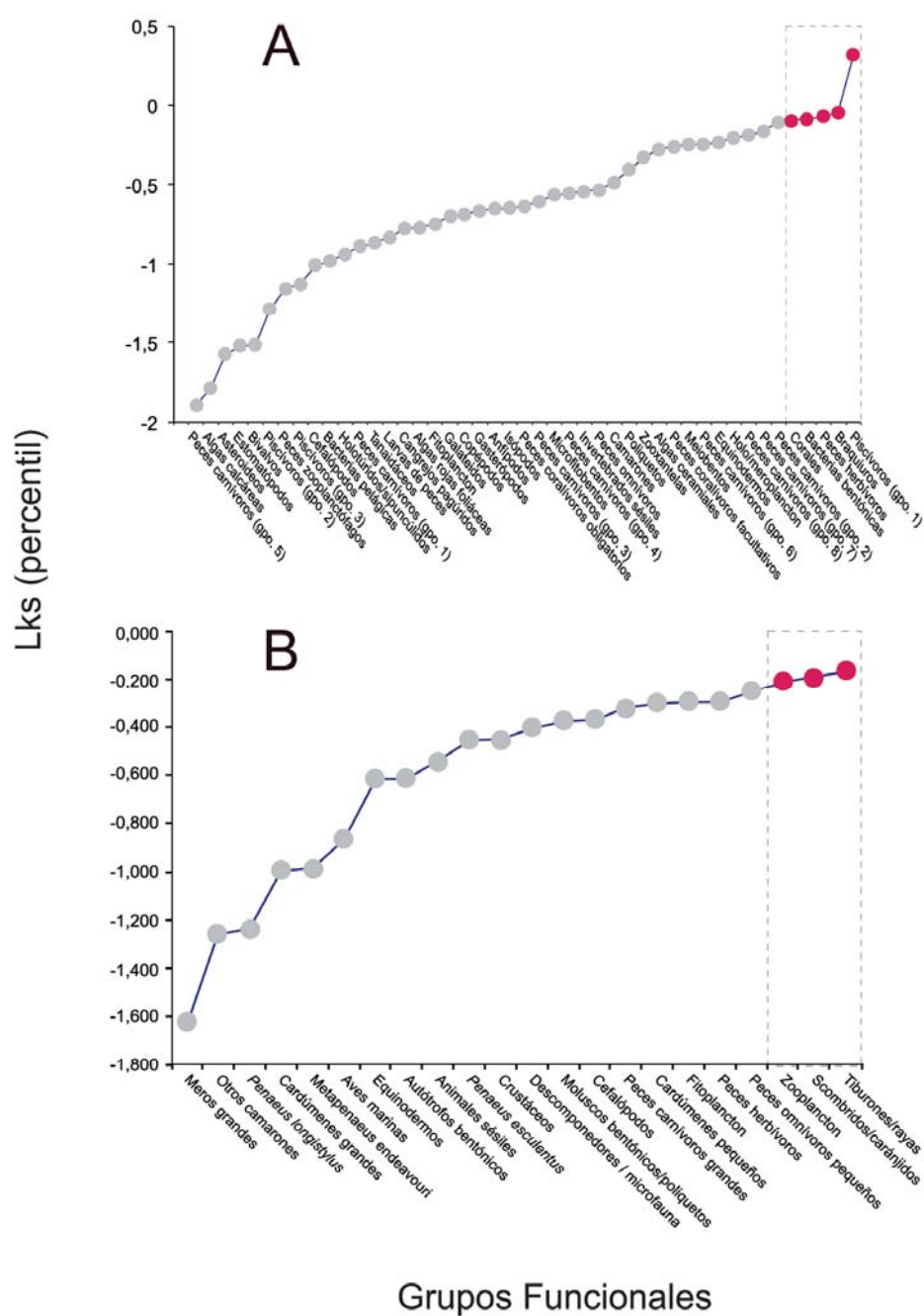


Figura 2. Identificación de especies clave de acuerdo al índice Lks para los grupos tróficos de modelos de arrecife de coral. Señalados con líneas punteadas están los grupos clave bajo el criterio del percentil superior de 90% para cada modelo. A. Barrera Arrecifal de Tiahura y B. Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media).

En la Tabla 19 se muestran los grupos funcionales clave para el modelo del Atolón Uvea, estos son piscívoros, peces carnívoros y macrófitas bentónicas.

Tabla 19. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.

GFC	Índice de especie clave (Lks)
Piscívoros grandes (d)	-0.042
P. carnívoros grandes (d)	-0.045
Macrófitas bentónicas	-0.088

d = demersales, P = peces

Para el arrecife de la Barrera Arrecifal de Tiahura los grupos principales fueron piscívoros (gpo. 1), cangrejos braquiuros, peces herbívoros, bacterias bentónicas y corales (Tabla 20). El detalle de los hábitos y tallas de los grupos de peces se encuentran explicados en el Anexo 5.

Tabla 20. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.

GFC	Índice de especie clave (Lks)
Piscívoros (gpo. 1)	0.319
Cangrejos braquiuros	-0.043
Peces herbívoros	-0.073
Bacterias bentónicas	-0.082
Corales	-0.096

gpo. = grupo

Para el arrecife de Bolinao, los GFC son zooplancton, crustáceos y peces damisela (Tabla 21), dichos grupos coinciden con los detectados en los índices de centralidad calculados con la matriz binaria y también para el caso del índice Cc calculado con la matriz de consumos.

Tabla 21. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico del arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas.

GFC	Índice de especie clave (Lks)
Zooplankton	0.021
Crustáceos	0.004
Peces damisela	-0.040

En el caso del arrecife del Caribe Mexicano se identificaron dos grupos, crustáceos y peces carnívoros (Tabla 22). Estos GFC también se mencionan en el caso de los índices de centralidad calculados con la matriz binaria.

Tabla 22. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico del Caribe Mexicano.

GFC	Índice de especie clave (Lks)
Crustáceos	-0.221
Peces carnívoros	-0.292

En el arrecife de Cayos Looe los grupos clave corresponden a dos grupos de depredadores tope: tiburones y rayas, además del grupo de peces carnívoros (Tabla 23). En este caso dichos grupos no coinciden con los GFC detectados por los índices de centralidad, a excepción del único caso presente en el índice Bc (calculado con la matriz de consumos) donde se encuentran los peces carnívoros como grupo clave.

Tabla 23. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico del arrecife Cayos Looe.

GFC	Índice de especie clave (Lks)
Tiburones y rayas	-0.092
Peces carnívoros grandes	-0.123

En la Tabla 24 quedan representados los GFC, los cuales corresponden a piscívoros, peces omnívoros, cangrejos braquiuros, carnívoros y bacterias bentónicas, algunos grupos coinciden con los índices de centralidad calculados

bajo el enfoque de la matriz binaria y en algunos casos con los índices D y Bc calculados a partir de la matriz de consumos. El detalle de los hábitos y tallas de la ictiofauna está explicado en el Anexo 14.

Tabla 24. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa.

GFC	Índice de especie clave (Lks)
Piscívoros (gpo.1)	0.317
Peces omnívoros	0.017
Cangrejos braquiuros	-0.032
Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.055
Bacterias bentónicas	-0.060

gpo. = grupo

En el caso de la Gran Barrera Arrecifal Australiana (zona norte) los GFC detectados son tiburones y rayas, scómbridos y carángidos y finalmente zooplancton (Tabla 25). Este último grupo se presentó también como clave para los tres índices de centralidad obtenidos de la matriz binaria; para el caso donde se usó la matriz de consumos, zooplancton coincidió sólo en los índices D y Cc, mientras que el grupo scómbridos y carángidos concuerda con el índice Bc.

Tabla 25. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).

GFC	Índice de especie clave (Lks)
Tiburones y rayas	-0.165
Scómbridos/carángidos	-0.190
Zooplancton	-0.211

Finalmente, para la Gran Barrera Arrecifal Australiana (zona plataforma media) los grupos clave fueron invertebrados, zooplancton y fitoplancton (Tabla 26). El zooplancton también fue clave para el índice D de la Tabla 18.

Tabla 26. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) para el modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media).

GFC	Índice de especie clave (Lks)
Invertebrados grandes	-0.20
Zooplancton	-0.23
Fitoplancton	-0.25

7.3 Caracterización de desempeño de indicadores

7.3.1 Escenarios de simulación: Incorporación de factores forzantes como fuente de perturbación

7.3.1.1 Atributos estructurales de los modelos tróficos arrecifales: índices de centralidad bajo escenarios de perturbación

En las Tablas 27 a 42 se presentan los grupos funcionales clave obtenidos del cálculo de los índices de centralidad sobre los escenarios que representan la mínima y máxima variación en biomasa resultante del experimento de perturbación para cada modelo trófico.

En el ejercicio de la simulación, el número de grupos funcionales para el modelo Atolón Uvea se redujo a 22, esto debido a que el grupo corales/zooxantelas presentó valores nulos como depredador y como presa en la matriz de consumo; por tanto, éste se presentó como un elemento desconectado completamente del resto de la red trófica (Fig. 3). El gradiente del índice D fue similar al presentado en el estado sin perturbación del modelo, sin embargo el grupo de micrófitas bentónicas desplaza al grupo de la meiofauna para formar parte de los GFC. Para el índice Bc, sucede el mismo caso para zooplancton, el cual fue sustituido por el grupo peces carnívoros pequeños para formar la terna de los grupos clave (Tabla 4). En el índice Cc, los grupos con mayor valor de cercanía se conservan (Tabla 27).

Tabla 27. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplancton	105.59	Piscívoros grandes (pelág.)	20.00	P. herbívoros grandes (d)	10.01
Fitoplancton	92.40	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	9.32	P. planctívoros gdes. (pelág.)	10.24
Micrófitas bentónicas	87.50	P. carnívoros pequeños (d)	7.58	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	10.58

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágicos

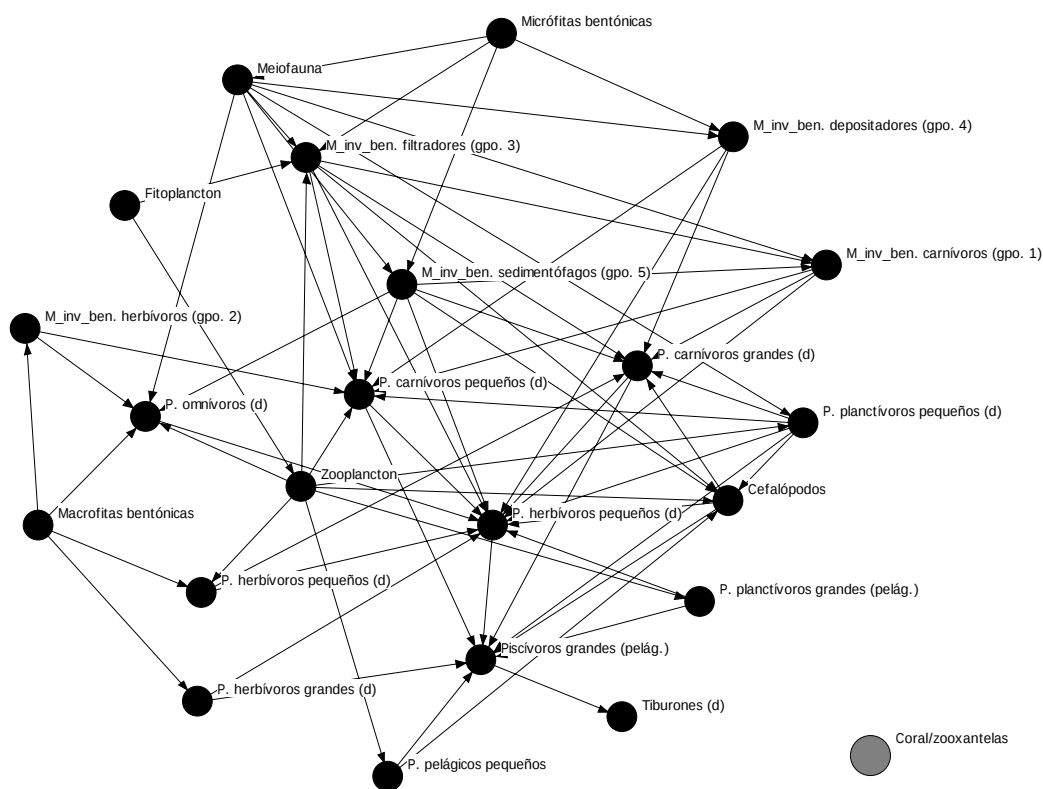


Figura 3. Diagrama de la estructura trófica del Atolón Uvea, Islas Loyalty mostrando como el grupo “corales/zooxantelas” aparece desconectado del resto de la red trófica una vez perturbado.

A diferencia del escenario anterior, en el escenario de máxima perturbación los GFC detectados para cada índice de centralidad son iguales al estado sin perturbación del modelo (Tabla 28). También el grupo corales/zooxantelas fue eliminado.

Tabla 28. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica del Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplancton	292.38	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	9.67	P. herbívoros grandes (d)	10.03
Fitoplancton	236.53	P. carnívoros grandes (d)	7.69	P. planctívoros gdes. (pelág.)	10.25
Meiofauna	229.90	Zooplancton	7.06	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	10.58

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágicos

En la Tabla 29 se muestra para la Barrera Arrecifal de Tiahura el escenario de mínima perturbación, los GFC detectados para cada índice de centralidad son iguales al estado sin perturbación del modelo, a excepción del grupo bivalvos detectado por el índice Cc, el cual sustituye al grupo clave equinodermos que se presenta en el estado sin perturbación de este modelo.

Tabla 29. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	6071.18	Cangrejos braquiuros	49.90	Peces herbívoros	4.95
Bacterias bentónicas	4612.69	Peces carnívoros (gpo. 4)	26.05	Bivalvos	4.97
Microfitobentos	4326.07	Corales	21.83	Peces coralívoros obligatorios	5.12
Meiobentos	3817.61	Peces carnívoros (gpo. 7)	20.09	Larvas de peces	5.29
Algas ceramiales	3697.19	Camarones	19.77	Peces zooplanctófagos	5.49

gpo. = grupo

Los grupos funcionales clave para los índices de centralidad del escenario de máxima perturbación en este modelo son iguales a los presentes en el estado inicial sin perturbación (Tabla 30).

Tabla 30. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	17229.41	Cangrejos braquiuros	50.45	Peces herbívoros	4.95
Algas ceramiales	12777.49	Peces carnívoros (gpo. 4)	21.83	Peces coralívoros obligatorios	5.12
Bacterias bentónicas	12535.04	Camarones	19.68	Larvas de peces	5.29
Meiobentos	10925.14	Corales	19.35	Peces zooplanctófagos	5.49
Microfitobentos	8494.32	Peces carnívoros (gpo. 7)	18.09	Equinodermos	5.80

gpo. = grupo

Para el modelo de Bolinao cuatro grupos funcionales fueron descartados por no presentar valores de consumo: peces damisela, planctívoros, herbívoros y el grupo pepinos marinos. Dichos grupos aparecen desconectados de la red trófica bajo condiciones de mínima perturbación. En la Tabla 31 se muestran los grupos funcionales clave para el modelo y a diferencia del escenario sin perturbación, en esta etapa se observa que los GFC para los índices Bc y Cc modifican uno de sus elementos: zooplancton en vez de peces damisela para el caso de Bc, y el grupo corales constructores por *Siganus spinus* para Cc (Tabla 8).

Tabla 31. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Pastos marinos	1117.94	Crustáceos	25.45	Corales productores	10.03
Erizos marinos	1081.28	Otros piscívoros	10.53	Peces loro	10.03
Algas bentónicas	485.87	Zooplancton	8.30	Corales constructores	10.63

En la Tabla 32 se muestran los GFC para el escenario de máxima perturbación de Bolinao, los cuales son iguales a los presentados en el escenario sin perturbación. Fueron descartados por no presentar valores de consumo peces herbívoros y el grupo pepinos marinos.

Tabla 32. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica del arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Erizos marinos	5240.26	Crustáceos	29.22	Peces loro	9.11
Pastos marinos	4632.60	Peces damisela	15.47	<i>Siganus spinus</i>	11.04
Algas bentónicas	2118.32	Otros piscívoros	14.00	Corales productores	11.14

En la Tabla 33 se muestran los GFC para el escenario de mínima perturbación en el modelo del Caribe Mexicano, éstos grupos son iguales a los presentados en el escenario sin perturbación.

Tabla 33. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del arrecife del Caribe Mexicano.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Productores bentónicos	14088.39	Peces carnívoros	12.80	Peces herbívoros	18.10
Animales sésiles	5298.16	Peces omnívoros	7.09	Cardúmenes	20.69

Para el Caribe Mexicano, los GFC para este caso son iguales a los presentados en el escenario sin perturbación, así como también para el de mínima perturbación presentado anteriormente (Tabla 34).

Tabla 34. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica del arrecife del Caribe Mexicano.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Productores bentónicos	35770.05	Peces carnívoros	12.80	Peces herbívoros	18.10
Animales sésiles	13883.64	Peces omnívoros	7.09	Cardúmenes	20.69

Los GFC para este caso de mínima perturbación en Cayos Looe son iguales a los presentados en el escenario sin perturbación (Tabla 35).

Tabla 35. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica del arrecife Cayos Looe.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplancton	9765.60	Crustáceos	72.95	Animales sésiles	25.82
Productores bentónicos	9415.87	Peces carnívoros grandes	21.64	Productores bentónicos	28.64

En la Tabla 36 se muestran los GFC detectados por los índices de centralidad para el escenario de máxima perturbación. Los GFC para este caso son iguales a los presentados en el escenario sin perturbación.

Tabla 36. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica del arrecife Cayos Looe.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Productores bentónicos	35079.19	Crustáceos	72.95	Animales sésiles	25.82
Zooplankton	20772.90	Peces carnívoros grandes	21.64	Productores bentónicos	28.64

En el caso del modelo de la Franja Arrecifal de Tiahura, los GFC se modificaron para el escenario de mínima perturbación, pues para el índice D el grupo meiobentos se modificó por el grupo clave corales (Tabla 14). El índice Bc se diferencia del estado inicial por agregar a los grupos zooxantelas y bivalvos como claves. En Cc todos los grupos son similares al estado inicial, a excepción de los invertebrados sésiles y tanaidáceos que son agregados esta vez como clave (Tabla 37).

Tabla 37. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	2257.58	Zooxantelas	345.80	Invertebrados sésiles	7.65
Microfitobentos	1613.04	Corales	187.53	Equinodermos	7.65
Algas ceramiales	1068.92	Bivalvos	73.62	Holotúridos/sipuncúlidos	7.68
Bacteria bentónicas	963.22	Peces carnívoros (gpo. 2)	42.91	Peces herbívoros	7.77
Corales	652.01	Peces carnívoros (gpo. 4)	41.79	Tanaidáceos	7.89

gpo. = grupo

En la Tabla 38 se muestran los GFC para el caso de máxima perturbación para cada índice de centralidad para el modelo de la Franja Arrecifal de Tiahura. En este caso, comparado con el estado inicial (Tabla 14), se observaron grupos clave diferentes en todos los índices. El grupo ofiúridos no fue considerado debido a sus valores nulos de consumo. De esta manera para el índice D se muestra como GFC a corales, mientras que los demás son iguales al estado

sin perturbación. En el caso del índice Bc, sólo tres gfc se repiten, mientras que microfitobentos y zooxantelas toman el papel de grupos clave. Finalmente, para el índice Cc sólo un grupo se repite (equinodermos), el resto son nuevos grupos clave detectados.

Tabla 38. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	2592.22	Microfitobentos	502.15	Equinodermos	12.27
Microfitobentos	1963.25	Zooxantelas	149.93	Invertebrados sésiles	12.39
Bacterias bentónicas	1069.72	Peces carnívoros (gpo. 2)	82.78	Holo/meroplancton	12.78
Algas ceramiales	1014.94	Peces carnívoros (gpo. 4)	75.97	Algas calcáreas	14.07
Corales	628.58	Peces omnívoros	59.03	Algas rojas foliáceas	14.14

gpo. = grupo

Para el modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) el escenario de mínima perturbación muestra los mismos grupos clave para los tres índices de centralidad, a excepción en el último caso con el índice Cc, el cual señala al grupo “cardúmenes grandes” como clave, sustituyendo al zooplancton que se presentó para el escenario sin perturbación. Cabe mencionar que el grupo de otros camarones no presentó ningún valor de conectancia en esta red trófica (Tabla 39).

Tabla 39. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplancton	728.48	Crustáceos	80.07	Cardúmenes grandes	9.09
Fitoplancton	533.36	Scómbridos/carángidos	34.64	Animales sésiles	21.59
Autótrofos bentónicos	509.88	Cardúmenes pequeños	31.52	Autótrofos bentónicos	23.13

Para el modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) el escenario de máxima perturbación muestra los mismos grupos clave para los tres índices de centralidad, a excepción en el primer caso del índice D, el cual señala al grupo peces herbívoros como elemento clave. Los grupos “otros camarones y

cardúmenes grandes” no presentaron ningún valor de conectancia en esta red trófica (Tabla 40).

Tabla 40. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte).

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	1986.06	Crustáceos	78.41	Animales sésiles	24.93
Autótrofos bentónicos	1785.29	Scómbridos/carángidos	37.73	Autótrofos bentónicos	27.49
Peces herbívoros	1457.51	Cardúmenes pequeños	31.35	Zooplankton	29.36

Para el modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) y a diferencia del escenario sin perturbación, en esta etapa de mínima perturbación se observa que un sólo grupo clave se modifica para el índice D, mientras que el resto de los grupos permanecen siendo los mismos (Tabla 41).

Tabla 41. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario mínimo de perturbación para la red trófica de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media).

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	1449.80	Otros peces demersales	26.72	P. planctívoros grandes	13.78
Algas epilíticas	1448.65	Invertebrados pequeños	23.79	Peces coralívoros	13.79
Fitoplancton	1218.06	Invertebrados grandes	10.46	P. herbívoros grandes	13.80

P. = peces

De igual manera que en el caso anterior, para este escenario de máxima perturbación se observa el mismo grupo clave modificado para el índice D, el resto de los grupos permanecen siendo los mismos que los presentes en el estado sin perturbación (Tabla 42).

Tabla 42. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) considerando el escenario máximo de perturbación para la red trófica de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media).

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	2782.54	Otros peces demersales	26.72	P. planctívoros grandes	13.78
Algas epilíticas	2660.49	Invertebrados pequeños	23.79	Peces coralívoros	13.79
Fitoplancton	2171.94	Invertebrados grandes	10.46	P. herbívoros grandes	13.80

P.= peces

7.3.1.2 Desempeño de índice de especie clave bajo escenarios de perturbación

Al igual que para los índices de centralidad sometidos al proceso de simulación en escenarios de mínima (Emin) y máxima (Emax) perturbación, el índice de especie clave (Lks) también se evaluó de la misma forma y bajo el mismo criterio del percentil de 90% quedaron establecidos los grupos funcionales clave para cada modelo trófico. Estos grupos se presentan en las Tablas 43 a 50.

En la Tabla 43 se resaltan los GFC para ambos escenarios en el modelo del Atolón Uvea, estos grupos son: peces carnívoros (pequeños y grandes), macrófitas bentónicas y piscívoros. Estos grupos fueron detectados en el escenario inicial sin perturbación. Cabe mencionar que el grupo corales y zooxantelas desapareció para ambos escenarios.

Tabla 43. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico del Atolón Uvea, Islas Loyalty. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
P. carnívoros grandes (d)	0.01	P. carnívoros pequeños (d)	-0.06
Macrófitas bentónicas	-0.03	Macrófitas bentónicas	-0.06
Piscívoros grandes (d)	-0.07	Piscívoros grandes (d)	-0.10

d = demersales, P = peces

Para el modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura los grupos clave fueron similares entre escenarios (Tabla 44). Para el escenario de máxima perturbación dos GFC cambian, estos son peces carnívoros principalmente (gpo 2 y 7), en relación al estado inicial del modelo. Para el escenario de mínima perturbación desaparecieron los grupos de piscívoros (grupo 2) y bivalvos, mientras que para el escenario de máxima perturbación desapareció el grupo bivalvos.

Tabla 44. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de la Barrera Arrecifal de Tiahura. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Piscívoros (gpo. 1)	0.38	Piscívoros (gpo. 1)	0.27
Cangrejos braquiuros	0.13	Peces carnívoros (gpo. 7)	-0.06
Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.07	Peces herbívoros	-0.09
Corales	-0.07	Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.12
Peces herbívoros	-0.08	Bacterias bentónicas	-0.12
		Corales	-0.12

gpo. = grupo

Continuando con el modelo de Bolinao, los grupos clave tanto en el escenario de mínima y máxima perturbación son iguales a los reportados para el estado inicial del modelo. Solo se agregan al gradiente del escenario de máxima perturbación los grupos de peces cardenales y meros como especies clave para el ecosistema (Tabla 45).

Tabla 45. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de Bolinao, Pangasinan. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Crustáceos	-0.01	Zooplankton	-0.01
Peces damisela	-0.02	Peces damisela	-0.02
Zooplankton	-0.02	Crustáceos	-0.02
		Peces cardenales	-0.02
		Meros	-0.02

Para el modelo del Caribe Mexicano, los grupos clave en el escenario de mínima perturbación son similares al estado inicial del modelo, además se agrega el grupo de moluscos y poliquetos. Para el escenario de máxima perturbación sólo se conservó el grupo crustáceos, pero un nuevo gfc aparece, el cual corresponde al grupo de productores bentónicos (Tabla 46).

Tabla 46. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico del Caribe Mexicano. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Crustáceos	-0.23	Crustáceos	-0.25
Peces carnívoros	-0.29	Productores bentónicos	-0.26
Moluscos y poliquetos	-0.29		

En la Tabla 47 que corresponde al modelo de Cayos Looe se muestra una similitud entre ambos escenarios de perturbación e inclusive con el estado inicial del modelo. Los grupos funcionales son los mismos en los tres casos.

Tabla 47. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de Cayos Looe. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Tiburones y rayas	-0.01	Tiburones y rayas	-0.06
Peces carnívoros grandes	-0.09	Peces carnívoros grandes	-0.09

Para el caso de la Franja Arrecifal de Tiahura, en el escenario de mínima perturbación se presentaron tres GFC coincidentes con el estado inicial del ecosistema; también se registraron dos nuevos grupos clave los cuales son peces herbívoros y peces coralívoros facultativos. En el caso de la máxima perturbación sucede de igual manera la repetición de los tres primeros grupos y en segunda instancia se encuentran dos grupos clave que corresponden a piscívoros (gpo. 1) y peces herbívoros (Tabla 48). Para ambos escenarios el grupo de ofiúridos desapareció en estas etapas de perturbación.

Tabla 48. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de la Franja Arrecifal de Tiahura. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Piscívoros (gpo. 1)	0.26	Peces omnívoros	0.14
Peces omnívoros	0.13	Peces carnívoros (gpo. 2)	0.14
Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.04	Piscívoros (gpo. 1)	0.06
Peces herbívoros	-0.09	Piscívoros (gpo. 2)	-0.05
Peces coralívoros facultativos	-0.09	Peces herbívoros	-0.08

gpo. = grupo

En el caso de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) se registró que para ambos escenarios de perturbación presentados en la Tabla 49 y, comparando los resultados del estado inicial del modelo, el GFC tiburones y rayas se conserva en el escenario de mínima perturbación y se agregan como nuevos grupos clave peces omnívoros pequeños y peces carnívoros grandes. En el escenario de máxima perturbación, el zooplancton se conserva pero se agregan a la terna de grupos clave los peces omnívoros pequeños y peces herbívoros. La nueva estimación del índice de especies clave elimina a los grupos de cardúmenes grandes y otros camarones.

Tabla 49. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte). Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Peces omnívoros pequeños	-0.07	Peces omnívoros pequeños	-0.04
Peces carnívoros grandes	-0.16	Zooplancton	-0.06
Tiburones y rayas	-0.18	Peces herbívoros	-0.16

En la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) se identifican como grupos clave nuevos a corales y zooxantelas y a invertebrados pequeños para el caso del escenario de mínima perturbación. En el escenario de máxima perturbación los GFC son los mismos que en el modelo sin perturbación. Cabe mencionar que al momento de estimar el índice Lks ya no se mostró al grupo peces planctívoros grandes como parte del conjunto de grupos clave (Tabla 50).

Tabla 50. Grupos funcionales clave y sus valores calculados por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación para el modelo trófico de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media). Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Fitoplancton	-0.19	Invertebrados grandes	-0.15
Invertebrados grandes	-0.20	Fitoplancton	-0.19
Corales y zooxantelas	-0.24	Zooplancton	-0.25
Invertebrados pequeños	-0.24		

P. = peces

7.3.2 Comparación del desempeño de los indicadores de grupos funcionales clave bajo perturbación

Los indicadores de GFC para cada escenario en cada ecosistema fueron comparados entre sí. Una posibilidad es que los GFC identificados para un índice fueran los mismos para cada escenario (E_b = modelo del ecosistema base; modelos del ecosistema bajo perturbación, E_{min} = con mínima biomasa y E_{max} con máxima biomasa), sugiriendo que el índice es robusto en términos estructurales y no cambia la selección de GFC aun bajo perturbación y cambios de biomasa y flujos; o bien, en el caso opuesto, que el índice fuera sensible de tal forma que la selección de los GFC resulte diferente en cada escenario. Desde luego las situaciones intermedias serían poco claras en cuanto a la interpretación de un patrón de desempeño típico.

Se compararon los GFC determinados para cada índice para los tres escenarios y se obtuvo qué tan similares resultaron ser las estimaciones; esto es, si para un ecosistema, bajo los tres escenarios (E_b , E_{min} y E_{max}), los GFC obtenidos fueran los mismos, entonces la similitud será de 100%; si tres de cuatro GFC fueron similares, el porcentaje estimado será de 75% y así para cada caso. En la Tabla 51 se muestran los resultados que indican los porcentajes obtenidos para cada índice en cada modelo arrecifal. La idea básica de esta comparación es definir hasta dónde los GFC para cada ecosistema bajo los tres escenarios fueron similares o diferentes.

Tabla 51. Porcentaje de la similaridad existente entre los tres escenarios (Eb, Emin y Emax), con base en las diferencias y semejanzas entre los grupos funcionales clave detectados por los indicadores en cada modelo trófico.

Modelo / Índice (%)	D	Bc	Cc	Lks
Atolón de Uvea	67	33	100	67
Barrera Arrecifal de Tiahura	100	100	80	60
Bolinao	100	67	67	100
Caribe Sur	100	100	100	43
Cayos Looe	100	100	100	100
Franja Arrecifal de Tiahura	80	40	20	60
Gran Barrera Arrecifal (zona norte)	67	100	67	0
Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media)	67	100	100	60
Promedio	85	80	79	61

D = grado, Bc = intermediación, Cc = cercanía y Lks = índice de especie clave

El promedio por índice, independientemente del modelo del que se trate, sugiere al índice D como el más consistente en cuanto a similitud debido a su alto porcentaje (85%,) seguido de Bc, Cc y Lks con 80%, 79% y 61%, respectivamente.

Desde otra perspectiva, en la Tabla 52 se muestran el número de casos (ecosistemas) para diferentes niveles de similaridad (porcentual), particularmente para niveles de 100%, >80% y >50%. El índice Bc presentó el mayor número de casos con el 100% de similaridad, con 5 ecosistemas (63% de los casos) encabezando la lista; seguido por D (50%) y CC (50%) y en último lugar se encontró a Lks con dos casos (25%).

Tabla 52. Niveles de la similaridad entre los tres escenarios (Eb, Emin y Emax). Se muestra el número de casos y su porcentaje respectivo para cada indicador.

Similaridad / índice		D	Bc	Cc	Lks
Sólo 100%:	# de casos	4	5	4	2
	porcentaje	50	63	50	25
>80%:	# de casos	5	5	5	2
	porcentaje	63	63	63	25
>50%:	# de casos	8	6	7	6
	porcentaje	100	75	88	75

D = grado, Bc = intermediación, Cc = cercanía y Lks = índice de especie clave

Ampliando el nivel de comparación a un 80% o más de similaridad, los porcentajes para los índices de centralidad fueron iguales (63%), mientras que el índice Lks mostró el 25% de similaridad. Si se observa aquellos índices donde se produjo el 50% o más de similaridad, el D representó el 100% de los casos, seguido por Cc con el 88% y en última instancia Bc y Lks con un 75%, respectivamente.

Cabe destacar que para el modelo de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte), el índice Lks no reportó ninguna similitud entre sus grupos clave determinados en los tres escenarios (Tabla 51).

Para el caso particular de la Barrera Arrecifal de Tiahura se reconoce un número de cinco GFC para cada escenario, sin embargo, el índice Lks registró en total seis GFC para el caso particular de Emax. Para el mismo índice y bajo las condiciones del mismo escenario, el modelo de Bolinao obtuvo dos grupos clave más.

8. DISCUSIÓN

8.1 Análisis de redes tróficas

De acuerdo con Menéndez (2003), el análisis de redes es una aproximación para identificar las estructuras y algunas propiedades biológicas, relativas a las redes tróficas, las cuales emergen a partir de las diversas formas sobre como los organismos obtienen su alimento. Existe un sinnúmero de redes tróficas en todas las escalas de la organización biológica, desde genes que interactúan a través de la regulación mutua hasta las interacciones entre especies las especies de una comunidad (Proulx *et al.*, 2005); varios trabajos señalan que su construcción y análisis es un enfoque que ayuda a entender la estructura y funcionalidad de los sistemas ecológicos (Christensen y Pauly, 1992; Abarca-Arenas y Ulanowicz, 2002; Vasas y Jordán, 2006; Abarca-Arenas y Valero, 2007).

Christensen *et al.* (2005) señalan que la cuantificación experimental de las interacciones que hay entre las especies requiere un análisis *a priori*, pues a menudo las mediciones empíricas son costosas y consumen tiempo debido a la heterogeneidad espacio-temporal de los hábitats, las condiciones físicas y las densidades de los organismos. Ante esto, la construcción de modelos tróficos de ecosistemas se ha convertido en una valiosa y alternativa herramienta para generar conocimiento sobre la estructura y función de los ecosistemas.

Una red trófica puede estar conformada por diferentes niveles biológicos, desde genes hasta individuos o poblaciones y comunidades; así como las relaciones o vínculos pueden ser de tipo bioquímico, energético, ecológico, etc. Dicha complejidad en términos del número de interacciones a partir de los organismos, es lo que de manera natural, puede quedar representada a través de matrices; sin duda alguna es una práctica alternativa para representar de manera ordenada y más clara las intrincadas relaciones en una red trófica. Esta aproximación puede ser de dos tipos: 1) cualitativa, representando simplemente la presencia y/o ausencia de una relación

biológica, suponiendo que todas las especies o grupos funcionales pueden ser tratados como idénticos en términos funcionales; y 2) cuantitativa, cuando se asigna una magnitud al tipo de relación ecológica entre las especies, éste enfoque sugiere un análisis más fino y con bases más reales de la existencia de interrelaciones tróficas debido a que en muchos casos los grupos funcionales están definidos a partir por un conjunto de presas y/o depredadores en común (Cohen *et al.*, 1993); se recomienda precisamente enfocarse más en las representaciones cuantitativas que cualitativas, debido a que en éstas últimas se pierde información por la agregación de los organismos, reteniendo toda información taxonómica que pudiera identificar a las especies (Cohen *et al.*, 1993). En la presente investigación se observó que utilizando las matrices binarias (presencia/ausencia) hubo igualdad de resultados en cuanto a los grupos funcionales clave sin importar el indicador empleado en cada modelo; sin embargo se sabe que cada índice posee una naturaleza propia que sugiere detectar diferentes propiedades estructurales y funcionales de las redes tróficas. Así, por ejemplo, se ha demostrado que al considerar a las redes como sistemas donde se llevan a cabo intercambios de flujos de energía, se producen interesantes resultados en cuanto a la permanencia de las especies dentro de los ecosistemas (Allesina y Bodini, 2004; Allesina y Ulanowicz, 2004).

Es necesario mencionar que hasta ahora no se ha hecho un esfuerzo sistemático para construir una terminología de análisis de redes en castellano (Herrero, 2000), sin embargo en el presente trabajo se hace un esfuerzo por definir algunos conceptos de acuerdo con las revisiones bibliográficas de diversos trabajos escritos en español.

El concepto general de *centralidad* tiene sus orígenes en el concepto sociométrico de “*estrella*”, es decir cuando un nodo, en este caso un grupo funcional, juega el papel *central* controlando toda la información de la red. Este concepto fue introducido en los trabajos de Bavelas en los años 50 (Herrero, 2000). La centralización es expresada en porcentaje, por ejemplo, puede variar desde 0% (donde un organismo se encuentra conectado sólo a otro) a 100% (todos los individuos están conectados a

un solo organismo). El porcentaje de centralización indica el grado de asimetría en la distribución de las conexiones biológicas de una red trófica.

De esta manera, se dice que un individuo tiene alta centralidad en una red si cumple con los siguientes criterios (Manuel y Tejada, 2007):

- i. Si puede comunicarse *directamente* con otros individuos.
- ii. Si está *cerca* de muchos otros grupos.
- iii. Si existen muchos pares de individuos que le necesitan como *intermediario* en sus comunicaciones.
- iv. Si se comunica con individuos que son *importantes*.

Los puntos señalados resumen las características topológicas básicas y más tangibles que pueden observarse dentro de un conjunto de organismos que se interrelacionan en una red trófica. Los índices de grado (D), intermediación (Bc) y cercanía (Cc) precisamente estarían definiendo el concepto general de centralidad.

8.1.1 Especies o grupos funcionales clave

Es necesario pensar en enfoques que brinden mayor claridad para entender el papel que juegan las especies al momento en que interactúan dentro de las redes tróficas; todas las especies en un ecosistema son importantes y alguna modificación o pérdida de éstas puede alterar la estructura y la función de una red trófica. Si el elemento faltante es un depredador, los sistemas se descompensan debido a la pérdida de una especie que se alimenta de varios grupos de especies y en algunos casos también es consumido por algunos otros de mayor nivel trófico; si la remoción es de productores primarios ocurre un efecto menor debido a que en algunos casos son pocas las especies que se alimentan de ellos.

A raíz de los experimentos pioneros de Paine (1966, 1969) con la estrella marina *Pisaster ochraceus* en la zona intermareal rocosa situada en la costa de Washington,

se llegó a la conclusión de que el tipo de control arriba-abajo (*top-down*) es más contundente; así se definió que los depredadores tope son especies *clave* que ejercen una fuerte depredación (en el caso de la estrella marina por el espacio y alimento), modificando la composición de las demás especies y provocando cambios en el ambiente físico de los ecosistemas. A partir de los trabajos de Paine se hace la diferencia entre especies *dominantes* y *clave* (*keystones*), las primeras ejercen cierta influencia debido a su alta abundancia controlando las tasas y dirección de los procesos en comunidades y ecosistemas. Como dominantes proveen los mayores flujos de energía y estructuras que soportan y resguardan a otros organismos pero este efecto no es proporcional a sus biomásas. Por su parte las especies clave se diferencian por que la fuerza que tiene su efecto en una comunidad es grande, aun cuando su biomasa sea poca con respecto a otros organismos más abundantes. Menge y Freidenburg (2001) señalan que las especies clave pueden ser depredadoras, parásitas, patógenas, herbívoras, polinizadoras o mutualistas de niveles tróficos altos, pero generalmente no lo serán plantas o animales sésiles precisamente porque son organismos con alta abundancia dentro de sus comunidades.

Décadas más tarde, Mills *et al.* (1993) retoman el concepto de Paine, pero considerando la importancia que tiene la comunidad (*community importante, CI*), de esta manera definen como especies clave no sólo a los depredadores sino también a todas aquellas especies que al margen de su abundancia en el ecosistema tienen el poder de impactar sustancialmente a la comunidad.

8.2 Los índices de centralidad

En la actualidad existen otras definiciones como las de Vasas y Jordán (2006) y Jordán *et al.* (2006) que consideran que la sola posición de los grupos tróficos en una red trófica no basta. Jordán y Wyatt (2006) y Jordán *et al.* (2007) definen como “especie clave” aquella que tiene una posición estratégica en el espacio topológico de la red trófica, pero además considerar la cantidad de biomasa también puede

llevar a observaciones válidas acerca del *poder* o la *influencia* de ciertos componentes del ecosistema sobre otros.

Es lógico pensar que dentro de los ecosistemas las especies interactúan estratégicamente para compartir, transmitir o concentrar información de acuerdo a sus necesidades de supervivencia; se demostró en este trabajo que usando los flujos tróficos se ofrece una aproximación al análisis estructural y funcional de una red trófica.

De acuerdo a los resultados obtenidos y considerando los criterios usados por Manuel y Tejada (2007) se resalta la importancia del uso de los tres indicadores de centralidad, las cuales permitieron organizar a las especies de cada modelo trófico arrecifal bajo un gradiente ya sea por la cantidad de flujos compartidos y/o por el número de interconexiones ecológicas.

Primero, asumiendo que todos los organismos pueden tratarse como idénticos en términos de *funcionalidad*, el panorama puede simplificarse al momento de calcular los índices al considerar su presencia o ausencia sin ninguna medida adicional. Bajo este contexto y de acuerdo con los resultados obtenidos puede notarse la ausencia de productores primarios como grupos funcionales clave; esto puede deberse a que si bien es cierto que el fitoplancton, las praderas de pastos marinos y macroalgas son base esencial de alimento para especies de niveles tróficos inmediatos, finalmente, en términos de conectividad, dichos grupos están menos conectados con el resto de las redes tróficas empleadas. La Barrera de Tiahura es una zona con alta dominancia de corales y peces, mientras que en zona de la Franja arrecifal existe una alta dominancia de algas (Arias-González *et al.*, 1997), sin embargo en el ejercicio topológico de identificar organismos clave para éste último modelo, las algas no resultaron como tal.

Se observó que los índices calculados a partir de las matrices de consumo sí modifican el orden de los gradientes de cada modelo trófico, así que los grupos clave

fueron diferentes (Apartado 7.2.1), esto refleja en cierta medida la diferencia entre la estructura y función para cada red trófica empleada. El fitoplancton y otros autótrofos bentónicos siempre se presentaron como grupos clave con gran relevancia para el índice de grado, D, y en pocos casos para el cercanía, Cc. La lógica de este patrón puede radicar en que los altos valores de biomasa que se concentran a este nivel basal de las redes tróficas empleadas de arrecife; en suma, si se conectan con especies vecinas como el zooplancton o en algunos casos el bentos o bacterias bentónicas y algunos peces herbívoros. Para los dos arrecifes de Tiahura, las bacterias bentónicas son un caso de GFC. La meiofauna, los corales/zooxantelas y las algas de diversos tipos intermedian en el retorno de la materia a la ruta de detritus, también la presencia e intervención de las bacterias es otra fuente importante de carbono y energía para otros niveles de consumidores, como lo son los organismos detritívoros (González *et al.*, 1994). Se sabe que las bacterias utilizan más del 70% del total de los flujos de energía (Sorokin, 1990), también que las bacterias heterotróficas representan el 70% del carbono vivo en las zonas pelágicas (Fuhrman *et al.*, 1989) y el 40% en la superficie de las aguas. Otros trabajos han resaltado el papel de las bacterias como grupos funcionales clave, ejerciendo controles de tipo abajo-arriba (*bottom-up*) en ambientes eutróficos (Vasas *et al.*, 2007). Son pocos los trabajos de ecosistemas tropicales que consideran en su modelación a las bacterias como grupos funcionales, pero en realidad pueden servir como importantes elementos para entender los procesos metabólicos de las redes tróficas (Arias-González *et al.*, 1997). En todo caso, el que los productores primarios y en algunos casos los consumidores primarios aparezcan como grupos clave de las redes tróficas analizadas coincide con lo mencionado por Vasas *et al.* (2007) en cuanto a la relevancia del tipo de control abajo-arriba (*bottom-up*). El índice de intermediación, Bc, habla de la frecuencia que cada grupo funcional presenta en las rutas tróficas; en este caso el grupo clave a partir del cual se puede identificar hasta dónde pudiera dividirse la red dando parte a subgrupos. Los peces se presentan en todos los modelos empleados como intermediarios clave. Dichos organismos juegan papeles diferentes y complementarios como vectores de materia y energía. Por ejemplo, en este caso, los peces bio-erosionadores y ramoneadores remueven los

corales muertos exponiendo nuevamente las áreas, propiciando más adelante nuevos asentamientos de algas. Los grupos de peces son gremios pertenecientes a diferentes niveles tróficos, lo cual los identifica como principales conductores de flujos de energía (Bellwood *et al.*, 2004). Por su parte y de acuerdo con los resultados, los crustáceos también resultaron especies intermediarias importantes en los modelos empleados, dichos invertebrados son grandes colonizadores gracias al potencial de fecundidad y reclutamiento de sus larvas y juveniles (Coles, 1980).

Para el caso del arrecife de Tiahura en sus dos zonas (Barrera y Franja arrecifal) el grupo corales resultó clave bajo el criterio del índice Bc; este grupo tuvo una importante cobertura en estos arrecifes, sin embargo si lo comparamos con otros grupos funcionales de ambos modelos tróficos, su consumo es bajo (Anexo 52 y 56). El Bc lo consideró como claves bajo el supuesto de ser un grupo que interviene en una cantidad importante de rutas tróficas (nivel trófico 2.0) uniendo a otros grupos tróficos también clave (micrófitas, crustáceos y peces principalmente) señalados por los índices de centralidad aplicados. Menge y Freidenburg (2001) describen el concepto “*ingenieros del ecosistema*” definiéndolos como aquellas especies que influyen en la disponibilidad de los recursos, ya sea modificando y/o creando hábitats (no por actividades forrajeras) para otras especies; también adaptaron el término “*inter-actores fuertes*” como aquellas especies que tienen un efecto amplio desproporcional a su biomasa y que además influyen a nivel multiespecífico. Este concepto incluye tanto especies clave como dominantes. Tal vez al considerar estos conceptos permitan entender mejor la importancia del grupo de corales para el ecosistema.

8.3 El índice de especie clave

Los primeros enfoques para analizar redes tróficas se desarrollaron haciendo énfasis en aspectos topológicos sin considerar los procesos dinámicos que operan dentro de éstas. Libralato *et al.* (2006) hablan acerca de los grupos funcionales clave definidos como especies de baja biomasa pero con un rol estructural en las cadenas tróficas

desproporcionada a su biomasa, utilizando para ello la matriz de impactos mixtos del modelo Ecopath. Ésta expresa el cambio relativo de las biomásas que resulta de un incremento o decremento en las biomásas observadas de un grupo. El fundamento de este índice es que los flujos de materia y energía de los diferentes grupos de especies tienen la capacidad de influir sobre otros grupos de manera directa e indirecta a través de las cascadas tróficas, siendo estos procesos los que permiten identificar varios tipos de control de energía en un ecosistema: i) abajo-arriba, ii) de arriba-abajo, y iii) control desde grupos intermedios hacia los extremos de la red trófica ó cintura-de-avispa (*wasp-waist*). En algunos casos, el efecto *cintura-de-avispa* puede referirse a ecosistemas donde peces pelágicos pequeños controlan la estructura de la red (e.g. clupéidos), pero hay otros ejemplos de especies herbívoras u omnívoras que provocan el mismo efecto como los copépodos, almejas, medusas, etc (Bakun, 2006).

Este índice propuesto por Libralato *et al.* (2006) considera las biomásas de cada grupo funcional y la suma de los efectos tróficos totales sobre cada grupo funcional pueden cuantificarse, las consecuencias, en este caso indirectas, de las interrelaciones entre las especies son cuantificables.

Cabe destacar que existen grupos funcionales clave que en todos los modelos tróficos, con excepción del Caribe mexicano, no fueron detectados por los índices de centralidad (ponderados por el consumo). Estos grupos, que corresponden desde productores primarios hasta grandes depredadores, se mencionan a continuación para cada ecosistema:

- Atolón Uvea.- *Macrófitas bentónicas*, nivel trófico, NT = 1.0
- Barrera y franja arrecifal de Tiahura.- *Piscívoros (Gpo 1)*, NT = 3.4
- Bolinao.- *Zooplankton*, NT = 2.0
- Cayos Looe.- *Tiburones y peces*, NT = 3.9
- Gran barrera arrecifal (zona norte).- *Tiburones y rayas*, NT = 3.2
- Gran barrera arrecifal (zona plataforma media).- *Fitoplancton*, NT = 1.0

Con este índice también se demostró que los grupos funcionales clave no sólo representan un control de arriba-abajo (*top-down*) como lo describe el concepto original de especie clave de Paine (1966, 1969). De acuerdo con los resultados, tanto los índices de centralidad y algunos casos para el índice funcional muestran una combinación de tipos de control descritos por los atributos que mide cada uno de los diferentes indicadores de especie clave.

En general, para los dos modelos de la Gran Barrera Arrecifal y Bolinao el zooplankton fue considerado como grupo clave junto con los grupos funcionales de crustáceos y peces damisela.

Si se asume que los grupos de especies no pueden tratarse como iguales en términos de funcionalidad, y comparando los resultados de los índices de centralidad ponderados y el índice funcional, se logró observar que muchos de los GFC detectados por el índice de intermediación (B_c) en cada modelo fueron similares a los identificados por el índice funcional. Ninguno de ellos fue un productor primario.

8.4 Desempeño de indicadores bajo perturbación

Es bien conocido que los arrecifes de coral se desarrollan bajo condiciones ambientales bien definidas como la temperatura, la cual es determinante para el desarrollo y crecimiento de las especies coralinas. Por tal razón, se definió que esta variable podría ser un adecuado factor forzante (FF) al momento de simular perturbaciones. Bajo este criterio se usó la temperatura tomando como modelo base el escenario del modelo inicial balanceado, y las situaciones de mínima y máxima biomasa como los extremos de variación bajo la perturbación. De esta manera se toman estos tres escenarios como base de comparación para analizar el desempeño de los índices.

Como se mencionó anteriormente, el buen desempeño de un indicador podría ser definido utilizando tres escenarios (E_b , E_{min} y E_{max}) donde como resultado se

obtuviera la selección de grupos funcionales clave iguales, independientemente del estado del ecosistema. Como las matrices tróficas utilizadas fueron las de consumo, se supone que al ejercer perturbaciones sobre éstas, los valores de consumo en cada relación depredador-presa se modificarían de acuerdo a las variaciones ocurridas en las biomásas. De esta forma, si la selección de grupos clave es la misma significa que dicha selección es constante a pesar de los cambios en consumos y biomásas. Bajo este criterio, esto hace suponer que el indicador es robusto en términos de la *estructura* del sistema. En cambio, y como extremo opuesto, si los grupos funcionales tienden a ser diferentes en cada escenario implica que el índice refleja los cambios en la estructura, siendo sensible a las modificaciones de consumos y biomásas, en consecuencia se estaría sugiriendo que el indicador obedece a cambios *funcionales*. Los casos intermedios parecerán ser más bien mezcla de ambas situaciones extremas.

El índice D presenta en todos los modelos tróficos arriba del 67% de similaridad, es decir, los grupos clave identificados tienden a conservarse aún en escenarios diferentes. Como ya se mencionó, el cálculo del algoritmo es simple pues sólo se están considerando como grupos clave aquellos que están relacionados con el mayor número de especies vecinas, esto es, relaciones directas que son ponderadas por la cantidad de flujos de biomasa. De esta manera, el comportamiento del índice es claro y está definida principalmente por los productores y consumidores primarios en la gran mayoría de los escenarios. Lo anterior identifica a D como un índice robusto. Sobre este índice Jordán *et al.* (2006) lo consideraron como el menos informativo señalando que básicamente se obtiene una distribución de los vínculos (nodos), lo cual es una propiedad global de la red trófica. Sin embargo, hay que pensar en los alcances y tipo de información que se quiere obtener, ya que éste índice tiende a ser robusto respecto a características estructurales.

Por otro lado, hay que señalar que algunos modelos sometidos a los escenarios de perturbación tuvieron consecuencias en el tamaño original de algunas redes tróficas, es decir, se modificó el número de grupos funcionales, originando un “nuevo arreglo

estructural". En el Atolón de Uvea, el grupo corales/zooxantelas se eliminó de la red trófica para ambos escenarios por aparecer desconectado de la red. En el escenario Emin del modelo de Bolinao también hubo grupos desconectados, tales como peces planctívoros, herbívoros y damisela, este último grupo estaba clasificado como clave para el escenario sin perturbación.

En el escenario Emax de la Franja Arrecifal de Tiahura el grupo ofiuros fue eliminado. Este grupo representaba un elemento clave para el modelo en su estado inicial (sin perturbación) reportado en el índice Cc (Tabla 14). Hay que destacar que este modelo tiene una gran cantidad de grupos ícticos, pero también se encuentra bien detallado a nivel de productores primarios e invertebrados bentónicos. Los equinodermos se muestran como grupos clave principales bajo la perspectiva del índice Cc, precisamente por tener una buena capacidad para conectarse con los demás grupos a través de las rutas tróficas más cortas. Si esto es así, entonces es de esperarse que los equinodermos estén más vinculados con los productores primarios (vecinos más cercanos) de los que se alimentan. En el caso del escenario Emax, los grupos equinodermos e invertebrados sésiles son los principales grupos clave, pero además en el orden del gradiente aparecen también grupos diversos como algas, bacterias y fitoplancton. En esta parte del modelo, se vé reflejado el control de abajo-arriba (*bottom-up*)

En la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) se presentaron como elementos desconectados los grupos otros camarones tanto para Emin como Emax. De manera especial, el grupo cardúmenes grandes resultó clave en el escenario Emin, sin embargo éste fue desconectado en Emax. Puede notarse que el modelo vincula los resultados de D y Cc, es decir, en ambos indicadores se resalta el papel de los productores y consumidores primarios, aún en diferentes escenarios. Por otra parte los grupos clave señalados por Bc tienen que ver más con otros depredadores de niveles tróficos más altos. Este caso es comparable con el de la Franja Arrecifal de Tiahura explicado anteriormente. Jordán *et al.* (2007) realizaron el análisis comparativo de los índices de centralidad utilizando matrices binarias, encontraron

que entre D y Cc hay un comportamiento similar e incluso que CC no aporta nueva información de la arrojada por el primero. En nuestro análisis D y Cc fueron los índices más cercanos dado su nivel de similaridad (Tabla 52).

Considerando lo anterior, los índices Bc y Cc también tienen también un cierto grado de robustez. Los índices Bc y Cc muestran situaciones intermedias respecto al mínimo y máximo de similaridad, presentando un 63% y 50% de casos con 100% de similaridad respectivamente. Esto sugiere por un lado que están fuertemente asociados a la estructura específica de cada ecosistema (configuración física), pero también son sensibles a las distancias tróficas dadas por el arreglo que predomina en cada caso. En este sentido, Cc parece tener una fuerte asociación con la estructura, aunque fuertemente ponderado por los consumos. De la misma manera Bc parece tener, además de asociación con las características estructurales, relación más cercana a atributos funcionales.

Por último, a diferencia de los índices de centralidad, el índice Lks muestra un grado de similaridad menor (61%), lo que sugiere que se comporta como un indicador de diferente naturaleza. De hecho, es el índice que menor número de casos similares presenta. Jordán *et al.* (2006, 2007) realizaron comparaciones entre los cuatro indicadores, concluyendo que Lks es un indicador independiente. La estimación de Lks considera tanto la biomasa de cada grupo como la matriz de impactos tróficos mixtos. Ésta resalta los procesos biológicos que ocurren en un ecosistema, es decir, se encuentra fuertemente asociada a atributos funcionales. Al momento de modificar la biomasa (ya sea minimizándola o maximizándola) en los experimentos de simulación el índice tienden a responder de manera diferente para cada ecosistema, esto se corroboró en la heterogeneidad de los resultados obtenidos (Tablas 51 y 52).

De igual manera que para los índices de centralidad, al momento de estimar el índice Lks (después de ejercer perturbaciones) se observó que también se desconectaron algunos grupos funcionales debido a la perturbación. Por otro lado, en algunos modelos y para algunos escenarios hubo un aumento en el número de GFC. Lo

anterior habla de un papel importante de las especies, aún cuando estas pertenezcan a niveles tróficos diferentes cuya “dominancia ecológica” no sea un factor que enmascare el verdadero papel ecológico que tienen. Libralato *et al.* (2006) sugieren que el uso del índice Lks permite distinguir entre especies clave y dominantes.

Para el Atolón Uvea el grupo corales/zooxantelas desapareció para ambos escenarios (Emin y Emax), aunque en realidad el gradiente no se modificó significativamente para los tres casos, esto pudiera significar que el control arriba-abajo (*top-down*) tiene mayor importancia dentro de este modelo. Los GFC corresponden principalmente a especies ícticas carnívoras. También el tipo de control arriba-abajo (*top-down*) se vio expresado en la Barrera y Franja Arrecifal de Tiahura, predominando más grupos de peces, principalmente carnívoros.

En la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) los grupos cardúmenes grandes y otros camarones fueron eliminados. En realidad para este modelo sólo se conservó un solo GFC comparando el estado inicial (Eb) con los estados Emin y Emax, es por esto que existió 0% de similitud. A diferencia del modelo anterior, en la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) el índice Lks no detectó una preferencia por depredadores tope, más bien los GFC se inclinaron más a resaltar el tipo de control abajo-arriba (*bottom-up*) independientemente del estado del ecosistema.

Con lo anterior se puede decir que los indicadores que determinan especies clave, efectivamente están cuantificando las características y fenómenos que suceden dentro de los modelos tróficos, ofrecen información significativa acerca de la evolución de la estructura y del estado de las funciones más importantes dadas dentro de los modelos.

9. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se demuestra que a nivel de comunidad y de ecosistema no sólo una especie puede ser el elemento clave, sino bajo el enfoque de cuatro índices y un criterio en común de selección podemos considerar a más de una especie como clave.

Los resultados del experimento de simulación para probar el desempeño de los índices sugieren que a) el índice de grado, D, representa robustez en cuanto a la consistencia de los GFC identificados; esto es, con frecuencia tienden a ser los mismos a pesar independientemente de las perturbaciones; b) el índice Lks por el contrario, tiende a ser diferente en cada ecosistema para cada escenario simulado. Esto apunta a que el índice está fuertemente asociado a los atributos funcionales del ecosistema. En este caso cada escenario simulado representa un estado diferente. En este sentido el índice Lks también se considera robusto. C) los índices de cercanía, Cc, e intermediación, Bc, parecen responder tanto a los atributos estructurales como funcionales. El Bc, en términos de su respuesta, parece un poco más asociado al índice Lks; así como Cc parece estar asociado por su respuesta con D. En términos de su utilización como indicadores de perturbación su interpretación dependerá las características de la red trófica analizada más que a un patrón de respuesta esperado.

Al momento de analizar los resultados de los modelos tróficos es importante considerar que cada ecosistema modelado seguramente fue creado bajo un objetivo en particular y específico, debido a esto la resolución taxonómica manejada por cada autor será diferente y por tanto esto será un factor determinante para considerar especies o grupos de especies clave en un determinado momento y espacio. Por otro lado, la determinación de grupos funcionales clave debe considerarse con reserva en futuros estudios, pues si bien los arrecifes de coral tienen la misma naturaleza u origen, las condiciones bióticas y/o abióticas en el tiempo se modifican así que lo que pudiera favorecer a unas especies, no lo haría para otras. A raíz de

esto, la perspectiva a futuro no es sólo considerar a los factores bióticos (especies o grupos de especies) como puntos clave, sino robustecer el enfoque y el análisis tomando en cuenta procesos abióticos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abarca-Arenas, L. G. y R. E. Ulanowicz. 2002. **The effects of taxonomic aggregation on network analysis**. Ecological Modelling, 149:285–296.

Abarca-Arenas, L. G. y E. P. Valero. 2007. **Ecología trófica de la comunidad íctica de las lagunas arrecifales de Sacrificios y Enmedio**, p. 197-208. En: Granados, A. B., L. G. Abarca-Arenas y J. M. H. Vargas (Eds.) Investigaciones científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. ISBN 968-5722-53-6. 304 p.

Aliño, P. M, L. T. McManus, J. W. MacManus, C. L. Nañola, Jr., M. D. Fortes, G. C. Trono, Jr., y G. S. Jacinto. 1993. **Inicial parameter estimations of a coral reef flan ecosystem in Bolinao, Pangasinan, northwestern Philippines**, p. 252-258. En: Christensen, V. y D. Pauly (Eds.) Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM Conf. Proc. 26. 390 p.

Allen, R. R. 1971. **Relation between production and biomass**. J Fish Res Board Can, 28:1573-1581.

Allesina, S. y A. Bodini. 2004. **Who dominates whom in the ecosystem? Energy flow and bottlenecks and cascading extinctions**. Journal of Theoretical Biology, 230:351-358.

Allesina, S. y R. E. Ulanowicz. 2004. **Cycling in ecological networks: Finn's index revisited**. Computational Biology and Chemistry, 28:227-233.

Alvarez-Hernández, J. H. 2003. **Trophic model of a fringing coral reef in the Southern Mexican Caribbean (Modelo trófico para un arrecife de coral de tipo borde-barrera en el Sur del Caribe Mexicano)**. Fisheries Centre Research Reports, 11(6):227-235.

Arias-González, J. E. 1994. **Bilan trophique d'un écosystème récifal (Tiahura-Moorea-Polynésie française). Thophic balance of a reef ecosystem (Tiahura-Moorea-French Polynesia).** C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie/Life sciences, 317:1143-1150.

Arias-González, J. E., B. Delesalle, B. Salvat y R. Galzin. 1997. **Trophic functioning of the Tiahura reef sector, Moorea Island, French Polynesia.** Coral Reefs, 16:231-246.

Bakun, A. 2006. **Wasp-waist populations and marine ecosystem dynamics: Navigating the "predator pit" topographies.** Progress in Oceanography, 68:271-288.

Belgrano, A., S. D. Batten, P. C. Reid. 2001. **Pelagic ecosystems.**, p. 497-508. En: Levin, S. A. (Ed.) Encyclopedia of Biodiversity, volumen 4. Academic Press, New York.

Bellwood, D. R., T. P. Hughes, C. Folke y M. Nystrom. 2004. **Confronting the coral reef crisis.** Nature, 429: 827-833.

Borgatti, S. P. 2002. **NetDraw: graph visualization software.** Harvard: Analytic Technologies.

Borgatti, S. P., M. G. Everett y L. C. Freeman. 2002. **Ucinet for Windows: software for social network analysis.** Harvard, MA: Analytic Technologies.

Bozec, Y. M., D. Gascuel y M. Kulbicki. 2004. **Trophic model of lagoonal communities in a large open atoll (Uvea, Royalty islands, New Caledonia).** Aquatic Living Resources, 17:151–162.

Cohen, J. E., R. A. Beaver, S. H. Cousins, D. L. DeAngelis, L. Goldwasser, K. L. Heong, R. D. Holt, A. J. Kohn, J. H. Lawton, N. Martinez, R. O'Malley, L. M. Page, B. C. Patten, S. L. Pimm, G. A. Polis, M. Rejmanek, T. W. Schoener, K. Schoenly, W. G. Sprules, J. M. Teal, R. E. Ulanowicz, P. H. Warren, H. M. Wilbur y P. Yodzis. 1993. **Improving Food Webs**. Ecology, 74:252-258.

Coles, S. 1980. **Species diversity of decapods associated with living and dead reef coral *Pocillopora meandrina***. Marine Ecology Progress Series, 2: 281-291.

Connell, J. H. 1978. **Diversity in tropical rain forests and coral forests and coral reefs**. Science, 199: 1302-1310.

Christensen, V. y D. Pauly. 1992. **Ecopath II – a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics**. Ecological Modelling, 61(3-4):169-185.

Christensen, V., C. J. Walters y D. Pauly. 2002. **Ecopath with Ecosim Versión 5, Help systema**. University of British Columbia, Fisheries Center, Vancouver, Canadá.

Christensen, V., C. J. Walters y D. Pauly. 2005. **Ecopath with Ecosim: a user's guide**. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver. November 2005 edition, 154 p. (Publicado en línea). Disponible en: www.ecopath.org. (Con acceso en marzo de 2007).

Finn, T. F. 1976. **Measures of ecosystem structure and function derived from analysis of flows**. Journal of Theoretical Biology, 56:363-380.

Freeman, L. C. 1978. **Centrality in social networks. Conceptual clarification**. Social Networks, 1: 215-239.

Fuhrman, J. A., T. D. Sleeter, C. A. Carlson y L. M. Proctor. 1989. **Dominance of bacterial biomass in the Sargasso Sea and its ecological implications.** Marine Ecology Progress Series, 57:207-217.

González, F. F., M. G. Hernández, F. F. Verdugo y O. M. Calvario. 1994. **Distribución de la materia orgánica particulada y bacterias heterótrofas en aguas superficiales del mar de Cortés.** p. 87-112. En: González, F. F. y J. V. de la Rosa (Eds). Temas de oceanografía biológica en México, Volumen II. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C., México. 287 p.

Gribble, N.A. 2000. **A model of the ecosystem, and associated penaeid prawn community in the far northern Great Barrier Reef.** En: Wolanski, E. (Ed.), Oceanographic Processes of Coral Reefs: Physical and Biological Links in the Great Barrier Reef. CRC Press, New York. 356 pp.

Gribble, N. A. 2003. **GBR-prawn: modelling ecosystem impacts of changes in fisheries management of the comercial prawn (shrimp) trawl fishery in the far northern Great Barrier Reef.** Fisheries Research, 65:493-506.

Hanneman, R. A., sin fecha. **Introducción a los métodos de análisis de redes sociales.** Departamento de Sociología de la Universidad de California Riverside. (Publicado en línea). Disponible en: <http://revista-redes.rediris.es/webredes/textos/cap8.pdf>. (Con acceso en agosto de 2007).

Hannon, B. 1973. **The structure of ecosystems.** Journal of Theoretical Biology, 41:535-546.

Herrero, R. 2000. **La terminología del análisis de redes. Problemas de definición y de traducción.** Política y Sociedad, 33:199-206.

Jordán, F., W. Liu y T. Wyatt. 2005. **Topological constraints on the dynamics of wasp-waist ecosystems.** Journal of Marine Systems, 57:250-263.

Jordán, F., W. Liu y A. J. Lewis. 2006. **Topological keystone species: measures of positional importance in food webs.** Oikos, 112:535-546.

Jordán, F. y T. Wyatt. 2006. **Examining the “global spreading hypothesis” using graph theory.** African Journal of Marine Science, 28:371-374.

Jordán, F., Z. Benedek y J. Podan. 2007. **Quantifying positional importance in food webs: a comparison of centrality indices.** Ecological Modelling, 205:270-275.

Leontief, W. W., 1951. **The structure of the American Economy.** 1919-1939, 2da. Ed. Oxford University Press, New York. 264 pp.

Libralato, S., V. Christensen y D. Pauly. 2006. **A method for identifying keystone species in food web models.** Ecological Modelling, 195:153-171.

Link, J. S., Stockhausen, W. T. y E. T. Methratta. 2005. **Food-web theory in marine ecosystems**, p. 98-113. En: Belgrano, A., U. M. Scharler, J. Dunne y R. E. Ulanowicz (Eds.) Aquatic Food Webs: An Ecosystem Approach. 263 p.

MacArthur, R. H. 1955. **Fluctuation of animal populations and a measure of community stability.** Ecology, 36:533–536.

Manuel, C. y J. Tejada. 2007. **Artículos de investigación operativa. Redes sociales**, p. 4-8. En: López, F. J. (Ed.) Boletín de la sociedad de estadística e investigación operativa. 31 p. Disponible en: www.seio.es/Descargar-documento/38-Vol23Num2.html (Con acceso en diciembre de 2008).

Menéndez, L. S. 2003. **Análisis de redes sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes.** Apuntes de Ciencia y Tecnología, No.7, 21-29.

Disponible en: www.iesam.csic.es/doctrab2/dt-0307.pdf (Con acceso en septiembre de 2008).

Menge, B. A. y T. L. Freidenburg. 2001. **Keystone species**, p. 613-631. En: Levin, S. A. (Ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*, volumen 3. Academic Press, New York.

Mills, L. S., M. E. Soulé y D. F. Doak. 1993. **The keystone species concept in ecology and conservation**. *Bioscience*, 43: 219-224.

Montoya, J. M., y R. V. Sole. 2002. **Small world patterns in food webs**. *Journal of Theoretical Biology*, 214:405-412.

Odum, E. P. 1969. **The strategy of ecosystem development**. *Science*, 104:262-270.

Odum, H. T. 1980. **Ambiente, energía y sociedad**. Blume ecología, Vol. 10. Blume, Barcelona. ISBN 84-7031-237-5. 409 pp.

Pace, M. L., J. J. Cole, S. R. Carpenter y J. F. Kitchell. 1999. **Trophic cascades revealed in diverse ecosystems**. *Trends in Ecology and Evolution*. 14:483-488.

Paine R T. 1966. **Food web complexity and species diversity**. *Amer. Naturalist* 100:65-75.

Paine R T. 1969. A note on trophic complexity and community stability. *Amer. Naturalist* 103:91-3.

Pascual, M. y J. A. Dunne. 2006. **Ecological networks: linking structure to dynamics in food webs**. Oxford University Press; Oxford, UK: 275 p.

Pauly, D. y R. Walson. 2005. **Background and interpretation of the “marine trophic index” as a measure of biodiversity**. *Philosophical Transactions of The Royal Society Biological*, 360:415-423.

Pimm, S. L. 1979. **The structure of food webs.** Theoretical Population Biology, 16:144–158.

Pimm, S. L. 1986. **Community stability and structure**, p. 309-329. En : Soule, M. E. (Ed.) Conservation Biology: the science of scarcity and diversity. ISBN 087-8937-95-1. 560 p.

Pimm, S. L., J. H. Lawton y J. E. Cohen. 1991. **Food web patterns and their consequences.** Nature, 350:669-674.

Polovina, J. J. 1984. **Model of coral reef ecosystems. I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals.** Coral Reefs, 3:1-11.

Power, M. E., D. Tilman, J. A. Estes, B. A. Menge, W. J. Bond, L. S. Mills, G. Daily, J. C. Castilla, J. Lubchenco y R. T. Paine. 1996. **Challenges in the quest for keystones.** Bioscience, 46 (8):609-620.

Proulx, S. R., D. E. L. Promislow, y P. C. Phillips. 2005. **Network thinking in ecology and evolution.** Trends Ecol. Evol., 20:345-353.

Reyes, H. 2000. **La terminología del análisis de redes. Problemas de definición y de traducción.** Política y Sociedad, 33:199-206.

Sadovy, Y. 2005. **Trouble on the reef: the imperative for managing vulnerable and valuable fisheries.** Fish and Fisheries, 6:167-185.

Sanz, M. L. 2003. **Análisis de redes sociales: o cómo representar las estructuras sociales subyacentes.** Apuntes de Ciencia y Tecnología, 7:21-29.

Scott, J., A. Tallia, J. C. Crosson, A. J. Orzano, C. Stroebe, B. DiCicco-Bloom, D. O'Malley, E. Shaw y B. Crabtree. 2005. **Social network analysis as an analytic tool for interaction patterns in primary care practices.** Annals of Family Medicine, 3:443-448. (Publicado en línea). Disponible en: www.annfammed.org (Con acceso en marzo de 2008).

Scotti, M., J. Podani y F. Jordán. 2007. **Weighting, scale dependence and indirect effects in ecological networks: a comparative study.** Ecological Complexity, 4:148-159.

Solé, R. V. y J. M. Montoya. 2001. **Complexity and fragility in ecological networks.** Proceedings of the Royal Society of London. Ser. B. Proc. R. Soc. Lond. B, 268:2039-2045.

Sorokin, I.Y. 1990. **Aspects of trophic relations, productivity and energy balance in coral-reef ecosystems,** p. 401-409. En: Dubinski, Z. (Ed.) Ecosystems of the World: Coral reefs, volumen 25. Elsevier, Amsterdam.

StatSoft Inc. 1995. **Statistica for Windows.** Release S O, A StatSoft, Inc. Tulsa, Ok, USA.

Straile, D. 2005. **Food webs in lakes – seasonal dynamics and the impact of climate variability.** p. 41-49. En: Belgrano A., U. M. Scharler, J. Dunne y R. E. Ulanowicz (Eds.). Aquatic Food Webs an ecosystem approach. Oxford University Press, New York, ISBN 019-8564-82-1. 262 p.

Strogatz, S. H. 2001. **Exploring complex networks.** Nature, 410: 268-276.

Ulanowicz, R. E. y C. J. Puccia. 1990. **Mixed trophic impacts in ecosystems.** Coenoses, 5:7-16.

Ulanowicz, R. E. y L. G. Abarca-Arenas. 1997. **An informational synthesis of ecosystem structure and function.** Ecological Modelling, 95:1-10.

Vasas, V. y F. Jordán. 2006. **Topological keystone species in ecological interaction networks: considering link quality and non-trophic effects.** Ecological Modelling, 196:365-378.

Vasas, V., C. Lancelot, V. Rousseau y F. Jordán. 2007. **Eutrophication and overfishing in temperate nearshore pelagic food webs: a network perspective.** Marine Ecology Progress Series, 336:1-14.

Velázquez, A. A. y N. G. Aguilar. 2005. **Manual introductorio al análisis de redes sociales. Ejemplos prácticos con Ucinet 6.85 y NetDraw 1.48.** (Publicado en línea). Disponible en: http://revista-redes.rediris.es/webredes/talleres/Manual_ARC.pdf (Con acceso en agosto de 2007).

Venier, J.M. y D. Pauly. 1997. **Trophic dynamics of Florida Keys Coral Reef Ecosystem.** Proc 8th Int Coral Reef Sym, 915-920.

Walters, C., V. Christensen y D. Pauly. 1997. **Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments.** Reviews in Fish Biology and Fisheries, 7(2):139-172.

Wilhelm, S. W. y C. A. Suttle. 1999. **Viruses and nutrient cycles in the sea.** BioScience, 49:781-788.

Williams, R. J. y N. D. Martínez. 2000. **Simple rules yield complex food webs.** Nature, 404: 80–183.

Williams, R. J., E. L. Berlow, J. A. Dune, A. L. Barabási y N. D. Martinez. 2002. **Two degrees of separation in food webs.** Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 99:12913-12917.

www.cdc.noaa.gov/ClimateIndices

www.incofish.org.

11. ANEXOS

Anexo 1. Gradiente para el Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Piscívoros grandes (d)	14	Piscívoros grandes (d)	39.47	Piscívoros grandes (d)	53
Zooplankton	10	Zooplankton	29.76	P. carnívoros pequeños (d)	57
P. carnívoros pequeños (d)	10	P. carnívoros pequeños (d)	19.84	P. carnívoros grandes (d)	58
P. carnívoros grandes (d)	10	P. omnívoros (d)	19.74	Zooplankton	58
Piscívoros grandes (pelág.)	9	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	18.57	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	59
M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	9	P. carnívoros grandes. (d)	12.65	P. omnívoros (d)	59
Cefalópodos	9	Piscívoros grandes (pelág.)	11.61	Cefalópodos	60
P. omnívoros (d)	8	Cefalópodos	10.25	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	60
Meiofauna	8	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	8.51	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	60
M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	8	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	7.65	Piscívoros grandes (pelág.)	61
M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	8	Meiofauna	7.19	P. planctívoros pequeños (d)	61
P. planctívoros peq. (d)	7	P. herbívoros pequeños (d)	4.73	Meiofauna	64
Tiburones (d)	6	Macrófitas bentónicas	4.29	P. herbívoros pequeños (d)	65
M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	5	P. herbívoros grandes (d)	4.18	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	66
P. planctívoros gdes. (pelág.)	4	P. planctívoros pequeños (d)	4.13	Tiburones (d)	66
Micrófitas bentónicas	4	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	3.42	P. planctívoros grandes (pelág.)	67
Macrófitas bentónicas	4	Coral/zooxantelas	2.09	Coral/zooxantelas	68
P. herbívoros pequeños (d)	4	Tiburones (d)	1.96	P. herbívoros grandes (d)	68
P. herbívoros grandes (d)	4	P. planctívoros grandes (pelág.)	1.65	P. pelágicos pequeños	70
Coral/zooxantelas	4	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	1.56	Fitoplancton	71
P. pelágicos pequeños	3	Micrófitas bentónicas	0.79	Macrófitas bentónicas	71
M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	3	P. pelágicos pequeños	0.49	M_invert. bent. herbívoros (gpo. 2)	71
Fitoplancton	3	Fitoplancton	0.48	Micrófitas bentónicas	72

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágicos

Anexo 2. Gradiente para el Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia considerando el consumo entre grupos funcionales.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	89.58	Piscívoros grandes (d)	9.75	P. herbívoros grandes (d)	9.55
Fitoplancton	70.21	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	8.72	P. planctívoros grandes (pelág.)	9.75
Meiofauna	66.23	Zooplankton	6.46	M_invert. bent. herbívoros (gpo. 2)	10.05
Micrófitas bentónicas	65.51	Cefalópodos	6.21	P. herbívoros pequeños (d)	10.23
P. planctívoros pequeños (d)	10.52	P. carnívoros grandes (d)	5.88	P. pelágicos pequeños	10.27
Macrófitas bentónicas	9.86	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	5.38	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	10.29
P. herbívoros grandes (d)	8.49	P. carnívoros pequeños (d)	5.22	Coral/zooxantelas	10.89
P. pelágicos pequeños	7.48	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	3.79	P. planctívoros pequeños (d)	11.11
Coral/zooxantelas	5.55	P. omnívoros (d)	2.60	Macrófitas bentónicas	11.38
P. planctívoros grandes (pelág.)	3.36	P. herbívoros grandes (d)	2.33	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	11.39
M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	3.20	Meiofauna	2.24	Cefalópodos	11.87
P. carnívoros grandes (d)	2.86	P. planctívoros pequeños (d)	2.19	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	11.87
M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	2.75	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	1.86	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	12.05
M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	2.11	P. herbívoros pequeños (d)	1.73	P. omnívoros (d)	12.59
Cefalópodos	1.96	Piscívoros grandes (pelág.)	1.70	Meiofauna	13.42
P. carnívoros pequeños (d)	1.41	Coral/zooxantelas	1.50	Micrófitas bentónicas	13.87
P. herbívoros pequeños (d)	1.34	P. planctívoros grandes (pelág.)	1.15	P. carnívoros pequeños (d)	13.93
Piscívoros grandes (pelág.)	1.20	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	1.00	Zooplankton	15.38
Piscívoros grandes (d)	1.18	P. pelágicos pequeños	0.31	P. carnívoros grandes (d)	15.73
M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	0.43	Tiburones (d)	0.00	Fitoplancton	15.93
P. omnívoros (d)	0.37	Fitoplancton	0.00	Piscívoros grandes (d)	34.49
M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	0.27	Macrófitas bentónicas	0.00	Piscívoros grandes (pelág.)	41.21
Tiburones (d)	0.26	Micrófitas bentónicas	0.00	Tiburones (d)	55.51

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágicos

Anexo 3. Gradiente para la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Cangrejos braquiuros	31	Cangrejos braquiuros	50.07	Cangrejos braquiuros	102
Peces carnívoros (gpo. 4)	28	Peces carnívoros (gpo. 4)	49.63	Peces carnívoros (gpo. 4)	105
Peces carnívoros (gpo. 7)	25	Peces carnívoros (gpo. 7)	43.74	Cangrejos pagúridos	108
Cangrejos pagúridos	25	Camarones	36.68	Peces carnívoros (gpo. 7)	108
Poliquetos	23	Peces carnívoros (gpo. 8)	36.50	Peces carnívoros (gpo. 3)	110
Peces carnívoros (gpo. 8)	23	Poliquetos	33.51	Peces carnívoros (gpo. 8)	110
Peces carnívoros (gpo. 3)	23	Corales	32.95	Poliquetos	110
Peces omnívoros	22	Cangrejos pagúridos	31.24	Camarones	111
Gasterópodos	22	Peces omnívoros	28.69	Gasterópodos	111
Camarones	22	Peces carnívoros (gpo. 3)	27.32	Peces omnívoros	111
Peces coralívoros facultativos	21	Peces coralívoros facultativos	24.82	Peces coralívoros facultativos	112
Piscívoros (gpo. 1)	20	Peces carnívoros (gpo. 2)	24.34	Algas ceramiales	114
Algas ceramiales	20	Holo/meroplancton	23.87	Peces carnívoros (gpo. 2)	115
Peces carnívoros (gpo. 2)	19	Gasterópodos	21.78	Peces piscívoros (gpo. 1)	115
Algas rojas foliáceas	19	Piscívoros (gpo. 1)	20.17	Algas rojas foliáceas	116
Peces carnívoros (gpo. 6)	18	Algas ceramiales	19.58	Peces carnívoros (gpo. 6)	116
Copépodos	16	Algas rojas foliáceas	18.99	Corales	119
Anfípodos	16	Invertebrados sésiles	17.03	Holo/meroplancton	119
Galateidos	15	Peces carnívoros (gpo. 6)	16.55	Anfípodos	120
Corales	15	Copépodos	15.80	Copépodos	120
Bacterias bentónicas	15	Galateidos	14.65	Galateidos	120
Piscívoros (gpo. 2)	14	Anfípodos	11.95	Bacterias bentónicas	121
Meiobentos	14	Bivalvos	10.97	Estomatópodos	121
Isópodos	14	Peces coralívoros obligatorios	9.27	Meiobentos	121
Holo/meroplancton	14	Peces carnívoros (gpo. 5)	8.18	Piscívoros (gpo. 2)	121
Algas calcáreas	14	Bacterias bentónicas	8.11	Peces carnívoros (gpo. 5)	122
Peces carnívoros (gpo. 5)	13	Piscívoros (gpo. 2)	7.28	Algas calcáreas	123
Holotúridos/sipuncúlidos	13	Algas calcáreas	6.89	Holotúridos/sipuncúlidos	123
Tanaidáceos	12	Microfitobentos	6.78	Isópodos	123
Microfitobentos	12	Isópodos	6.40	Peces carnívoros (gpo. 1)	123
Estomatópodos	12	Tanaidáceos	6.38	Microfitobentos	124
Peces carnívoros (gpo. 1)	11	Holotúridos/sipuncúlidos	6.15	Tanaidáceos	124
Peces zooplanctófagos	10	Meiobentos	6.02	Cefalópodos	125
Invertebrados sésiles	10	Asteroideos	5.91	Invertebrados sésiles	126
Piscívoros (gpo. 3)	9	Peces carnívoros (gpo. 1)	5.51	Piscívoros (gpo. 3)	128
Peces herbívoros	9	Estomatópodos	5.47	Peces zooplanctófagos	128
Equinodermos	9	Peces zooplanctófagos	4.71	Equinodermos	129
Cefalópodos	9	Peces herbívoros	3.60	Bivalvos	130

continuación

Bivalvos	9	Zooxantelas	2.57	Larvas de peces	130
Asteroideos	9	Equinodermos	1.93	Peces coralívoros obligatorios	132
Peces coralívoros obligatorios	7	Cefalópodos	1.82	Peces herbívoros	133
Larvas de peces	7	Piscívoros (gpo. 3)	1.47	Asteroideos	134
Fitoplancton	5	Larvas de peces	1.13	Bacterias pelágicas	139
Zooxantelas	4	Fitoplancton	0.98	Fitoplancton	141
Bacterias pelágicas	4	Bacterias pelágicas	0.63	Zooxantelas	148

gpo. = grupo

Anexo 4. Gradiente para la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa considerando el consumo entre grupos funcionales.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	4389.74	Cangrejos braquiuros	50.45	Peces herbívoros	4.95
Bacterias bentónicas	3396.31	Peces carnívoros (gpo. 4)	21.83	Peces coralívoros obligatorios	5.12
Meiobentos	2786.48	Camarones	19.68	Larvas de peces	5.29
Microfitobentos	2643.87	Corales	19.35	Peces zooplanctófagos	5.49
Algas ceramiales	2361.98	Peces carnívoros (gpo. 7)	18.09	Equinodermos	5.80
Equinodermos	914.95	Poliquetos	17.90	Bivalvos	5.82
Algas rojas foliáceas	793.50	Cangrejos pagúridos	16.73	Asteroideos	5.90
Corales	604.95	Holo/meroplancton	15.20	Holotúridos/sipuncúlidos	5.93
Poliquetos	502.74	Peces carnívoros (gpo. 2)	14.42	Invertebrados sésiles	6.00
Zooxantelas	459.92	Peces carnívoros (gpo. 8)	13.55	Isópodos	6.05
Cangrejos braquiuros	422.69	Peces omnívoros	11.87	Peces carnívoros (gpo. 5)	6.11
Isópodos	325.36	Gasterópodos	9.31	Galateidos	6.11
Holo/meroplancton	242.53	Peces carnívoros (gpo. 6)	9.03	Anfípodos	6.12
Tanaidáceos	201.24	Peces coralívoros facultativos	8.73	Tanaidáceos	6.17
Peces carnívoros (gpo. 7)	181.02	Copépodos	7.95	Copépodos	6.24
Gasterópodos	179.16	Invertebrados sésiles	7.28	Camarones	6.47
Piscívoros (gpo. 1)	161.78	Galateidos	7.03	Meiobentos	6.58
Anfípodos	160.52	Peces coralívoros obligatorios	5.83	Gasterópodos	6.71
Copépodos	158.87	Anfípodos	5.58	Corales	6.80
Bacterias pelágicas	123.91	Bivalvos	4.25	Poliquetos	6.92
Peces carnívoros (gpo. 8)	115.93	Isópodos	3.73	Zooxantelas	7.10
Camarones	114.38	Peces zooplanctófagos	2.89	Holo/meroplancton	7.30
Peces coralívoros facultativos	111.07	Peces herbívoros	2.83	Cefalópodos	7.44
Peces omnívoros	109.27	Piscívoros (gpo. 2)	2.42	Peces carnívoros (gpo. 1)	7.46
Fitoplancton	99.60	Tanaidáceos	2.36	Peces coralívoros facultativos	7.51
Peces carnívoros (gpo. 6)	95.88	Estomatópodos	2.25	Peces omnívoros	7.52
Invertebrados sésiles	93.57	Peces carnívoros (gpo. 1)	2.22	Estomatópodos	7.54
Holotúridos/sipuncúlidos	69.46	Meiobentos	2.21	Bacterias pelágicas	7.61
Cangrejos pagúridos	62.34	Holotúridos/sipuncúlidos	2.15	Peces carnívoros (gpo. 6)	7.73
Galateidos	58.27	Peces carnívoros (gpo. 3)	1.81	Peces carnívoros (gpo. 8)	7.77
Peces coralívoros obligatorios	47.61	Peces carnívoros (gpo. 5)	1.66	Algas calcáreas	8.00
Algas calcáreas	29.40	Cefalópodos	1.14	Cangrejos pagúridos	8.05
Peces carnívoros (gpo. 2)	28.11	Equinodermos	0.78	Cangrejos braquiuros	8.06
Peces carnívoros (gpo. 1)	27.00	Larvas de peces	0.50	Peces carnívoros (gpo. 7)	8.06
Larvas de peces	25.69	Zooxantelas	0.00	Fitoplancton	8.23
Peces carnívoros (gpo. 4)	20.13	Fitoplancton	0.00	Microfitobentos	8.33
Peces carnívoros (gpo. 3)	17.28	Microfitobentos	0.00	Algas rojas foliáceas	8.38
Bivalvos	15.14	Piscívoros (gpo. 3)	0.00	Algas ceramiales	8.39

continuación

Peces zooplanctófagos	11.09	Piscívoros (gpo. 1)	0.00	Bacterias bentónicas	10.27
Cefalópodos	11.08	Algas ceramiales	0.00	Piscívoros (gpo. 2)	23.35
Piscívoros (gpo. 3)	6.54	Bacterias pelágicas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 2)	24.50
Estomatópodos	5.96	Bacterias bentónicas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 3)	25.06
Piscívoros (gpo. 2)	5.58	Asteroideos	0.00	Peces carnívoros (gpo. 4)	25.30
Asteroideos	4.71	Algas rojas foliáceas	0.00	Piscívoros (gpo. 3)	28.00
Peces carnívoros (gpo. 5)	1.80	Algas calcáreas	0.00	Piscívoros (gpo. 1)	41.51

gpo. = grupo

Anexo 5. Características de los grupos ícticos del modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura (tomado de Arias-González *et al.*, 1997).

-
- ✓ Carnívoros, Grupo 3.- depredadores tipo 2, grandes (31-60 cm), hábitos nocturnos, buenos nadadores, cubren largas distancias en el arrecife.
 - ✓ Carnívoros, Grupo 4.- depredadores tipo 2, grandes (16-30 cm), hábitos nocturnos, escondidos en agujeros, cavidades, etc.
 - ✓ Carnívoros, Grupo 7.- depredadores tipo 1, pequeños (16-30 cm), con hábitos diurnos, nadan por encima de las cabezas de coral, por ejemplo *Thalassoma hardwickii*.
 - ✓ Carnívoros, Grupo 8.- depredadores tipo 1, pequeños (16-30 cm), hábitos diurnos, circundan pequeños territorios alrededor de las cabezas de coral.
 - ✓ Herbívoros.- nadan sobre las cabezas de coral, con tallas entre 31 60 cm.
 - ✓ Piscívoros, Grupo 1.- depredadores pelágicos, con tallas mayores a 240 cm.
-

Anexo 6. Gradiente para el arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Crustáceos	16	Crustáceos	45.67	Crustáceos	55
Otros piscívoros	11	Algas bentónicas	34.91	Algas bentónicas	60
Peces cardenales	10	Otros invertebrados	19.52	Peces damisela	61
Otros invertebrados	10	Zooplankton	18.30	Otros piscívoros	61
Lábridos	10	Peces damisela	16.41	Peces cardenales	62
Algas bentónicas	10	Corales constructores	15.58	Otros invertebrados	62
Peces damisela	9	Moluscos	12.48	Lábridos	62
Otros peces omnívoros	9	Otros piscívoros	9.24	Moluscos	63
Zooplankton	8	<i>Siganus fuscescens</i>	7.12	Otros peces omnívoros	63
Moluscos	8	Lábridos	6.64	Zooplankton	63
Meros	8	Otros peces omnívoros	6.49	Góbidos	65
<i>Siganus fuscescens</i>	7	Peces loro	6.12	Meros	65
Góbidos	7	<i>Siganus spinus</i>	5.77	Otros peces herbívoros	65
<i>Siganus spinus</i>	6	Peces cardenales	5.22	<i>Siganus fuscescens</i>	65
Otros peces planctívoros	6	Meros	5.06	<i>Siganus spinus</i>	65
Otros peces herbívoros	6	Otros peces herbívoros	4.41	Otros peces planctívoros	66
Calamar	6	Góbidos	2.83	Calamar	67
Pastos marinos	5	Pastos marinos	2.73	Morenas	68
Morenas	5	Calamar	2.06	Corales constructores	69
Corales constructores	4	Corales productores	1.45	Pastos marinos	70
Erizos marinos	3	Otros peces planctívoros	1.32	Erizos marinos	71
Peces loro	2	Morenas	0.84	Fitoplancton	77
Fitoplancton	2	Erizos marinos	0.49	Peces loro	79
Corales productores	2	Fitoplancton	0.33	Corales productores	86

Anexo 7. Gradiente para el arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas considerando el consumo entre grupos funcionales.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Erizos marinos	816.88	Crustáceos	30.95	Peces loro	8.71
Pastos marinos	770.65	Otros piscívoros	21.50	<i>Siganus spinus</i>	10.73
Algas bentónicas	337.60	Peces damisela	17.36	Corales productores	10.87
<i>Siganus fuscescens</i>	225.97	Lábridos	14.50	Corales constructores	11.03
Crustáceos	109.44	Zooplankton	12.00	<i>Siganus fuscescens</i>	11.05
Zooplankton	105.19	Calamar	11.50	Góbidos	11.67
Corales constructores	72.71	Peces cardenales	10.64	Otros peces planctívoros	11.68
Otros invertebrados	44.34	Corales constructores	8.50	Otros peces omnívoros	12.02
Corales productores	38.42	Moluscos	7.51	Erizos marinos	12.56
Peces loro	37.82	Otros invertebrados	4.08	Moluscos	12.70
Peces damisela	32.62	<i>Siganus fuscescens</i>	3.48	Peces damisela	12.83
<i>Siganus spinus</i>	30.56	Otros peces omnívoros	2.85	Morenas	13.06
Moluscos	18.28	Otros peces herbívoros	2.23	Crustáceos	13.54
Otros peces omnívoros	18.04	<i>Siganus spinus</i>	1.98	Pastos marinos	14.77
Fitoplancton	10.21	Otros peces planctívoros	1.00	Zooplankton	16.46
Calamar	6.60	Góbidos	0.93	Otros invertebrados	16.58
Peces cardenales	6.32	Algas bentónicas	0.00	Algas bentónicas	17.86
Góbidos	2.53	Pastos marinos	0.00	Fitoplancton	18.63
Lábridos	1.88	Erizos marinos	0.00	Otros peces herbívoros	24.20
Otros piscívoros	1.48	Fitoplancton	0.00	Calamar	25.19
Otros peces planctívoros	1.19	Peces loro	0.00	Peces cardenales	26.72
Meros	1.13	Morenas	0.00	Otros piscívoros	27.33
Morenas	0.64	Meros	0.00	Lábridos	27.55
Otros peces herbívoros	0.20	Corales productores	0.00	Meros	39.02

Anexo 8. Gradiente para el arrecife del Caribe Mexicano considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces carnívoros	14	Peces carnívoros	10.59	Peces carnívoros	35
Peces omnívoros	13	Crustáceos	7.15	Crustáceos	36
Moluscos y poliquetos	13	Peces omnívoros	7.03	Moluscos y poliquetos	36
Crustáceos	13	Peces herbívoros	5.17	Peces omnívoros	36
Tiburones y rayas	11	Moluscos y poliquetos	5.02	Equinodermos	38
Equinodermos	11	Cardúmenes	4.11	Tiburones y rayas	38
Zooplankton	10	Tiburones y rayas	3.77	Animales sésiles	39
Cardúmenes	10	Equinodermos	2.76	Cardúmenes	39
Animales sésiles	10	Zooplankton	1.95	Zooplankton	39
Scómbridos/carángidos	9	Animales sésiles	1.87	Peces herbívoros	40
Peces herbívoros	9	Cefalópodos	1.42	Scómbridos/carángidos	40
Fitoplancton	8	Scómbridos/carángidos	1.30	Cefalópodos	41
Cefalópodos	8	Fitoplancton	1.16	Fitoplancton	41
Tortugas marinas	7	Productores bentónicos	0.96	Productores bentónicos	42
Productores bentónicos	7	Meros	0.34	Tortugas marinas	42
Meros	5	Aves marinas	0.27	Meros	44
Aves marinas	4	Tortugas marinas	0.14	Aves marinas	45

Anexo 9. Gradiente para el Caribe Mexicano considerando el consumo entre grupos funcionales.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Productores bentónicos	9667.34	Peces carnívoros	12.80	Peces herbívoros	18.10
Animales sésiles	3825.35	Peces omnívoros	7.09	Cardúmenes	20.69
Moluscos y poliquetos	3428.18	Crustáceos	5.91	Crustáceos	21.40
Peces herbívoros	3146.46	Moluscos y poliquetos	3.86	Peces omnívoros	22.28
Fitoplancton	2987.70	Peces herbívoros	3.40	Aves marinas	24.06
Zooplancton	2406.78	Cardúmenes	3.05	Meros	24.18
Crustáceos	2088.79	Equinodermos	1.75	Equinodermos	24.33
Equinodermos	1978.99	Animales sésiles	1.15	Moluscos y poliquetos	24.66
Cardúmenes	462.22	Cefalópodos	0.86	Tortugas marinas	24.71
Peces carnívoros	265.39	Zooplancton	0.51	Cefalópodos	25.27
Peces omnívoros	174.73	Meros	0.50	Peces carnívoros	25.42
Cefalópodos	86.81	Scómbridos/carángidos	0.11	Animales sésiles	25.72
Scómbridos/carángidos	27.56	Fitoplancton	0.00	Scómbridos/carángidos	29.44
Meros	10.59	Productores bentónicos	0.00	Zooplancton	29.78
Tiburones y rayas	2.30	Tortugas marinas	0.00	Productores bentónicos	34.97
Aves marinas	1.47	Aves marinas	0.00	Tiburones y rayas	37.26
Tortugas marinas	0.24	Tiburones y rayas	0.00	Fitoplancton	46.91

Anexo 10. Gradiente para el arrecife Cayos Looe considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Crustáceos	18	Crustáceos	21.05	Crustáceos	37
Moluscos y poliquetos	15	Moluscos y poliquetos	8.68	Moluscos y poliquetos	40
Peces carnívoros grandes	14	Animales sésiles	8.55	Animales sésiles	41
Animales sésiles	14	Tiburones y rayas	7.33	Peces carnívoros grandes	41
Zooplankton	13	Peces carnívoros grandes	6.86	Tiburones y rayas	42
Tiburones y rayas	13	Zooplankton	4.78	Zooplankton	42
Equinodermos	12	Equinodermos	4.48	Equinodermos	43
Peces carnívoros pequeños	11	Productores bentónicos	3.20	Piscívoros mesopelágicos	44
Piscívoros mesopelágicos	11	Piscívoros mesopelágicos	3.05	Peces carnívoros pequeños	44
Productores bentónicos	10	Peces planctívoros pequeños	2.56	Peces planctívoros pequeños	45
Peces planctívoros pequeños	10	Peces carnívoros pequeños	1.69	Productores bentónicos	45
Peces planctívoros grandes	9	Peces planctívoros grandes	0.91	Cefalópodos	46
Cefalópodos	9	Peces herbívoros pequeños	0.61	Peces planctívoros grandes	46
Peces herbívoros pequeños	8	Cefalópodos	0.44	Peces herbívoros pequeños	47
Fitoplancton	6	Peces herbívoros grandes	0.37	Descomponedores/microfauna	49
Descomponedores/microfauna	6	Fitoplancton	0.22	Fitoplancton	49
Tortugas	5	Descomponedores/microfauna	0.22	Peces herbívoros grandes	50
Peces herbívoros grandes	5	Tortugas	0.00	Tortugas	50
Meros grandes	3	Meros grandes	0.00	Meros grandes	52

Anexo 11. Gradiente para el arrecife Cayos Looe, Florida, EUA considerando el consumo entre grupos tróficos.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	9020.68	Crustáceos	72.95	Animales sésiles	25.82
Productores bentónicos	8485.25	Peces carnívoros grandes	21.64	Productores bentónicos	28.64
Descomponedores/microfauna	6559.95	Moluscos y poliquetos	10.29	Zooplankton	29.57
Moluscos y poliquetos	3953.05	Equinodermos	7.19	Tortugas	32.13
Animales sésiles	3141.18	Animales sésiles	4.52	Descomponedores/microfauna	33.39
Peces herbívoros pequeños	2704.63	Tiburones y rayas	3.83	Fitoplancton	33.39
Peces herbívoros grandes	2095.30	Cefalópodos	3.59	Peces herbívoros pequeños	34.95
Equinodermos	2069.29	Zooplankton	2.83	Peces herbívoros grandes	36.06
Fitoplancton	1893.91	Peces planctívoros pequeños	2.47	Peces planctívoros grandes	36.20
Crustáceos	1892.88	Peces carnívoros pequeños	1.30	Peces planctívoros pequeños	36.95
Peces carnívoros grandes	1516.17	Peces planctívoros grandes	0.85	Piscívoros mesopelágicos	37.55
Peces carnívoros pequeños	1409.35	Piscívoros mesopelágicos	0.59	Equinodermos	37.74
Peces planctívoros grandes	952.44	Peces herbívoros pequeños	0.55	Cefalópodos	37.75
Peces planctívoros pequeños	859.92	Peces herbívoros grandes	0.40	Moluscos y poliquetos	38.17
Piscívoros mesopelágicos	601.76	Tortugas	0.00	Peces carnívoros pequeños	38.17
Cefalópodos	195.40	Meros grandes	0.00	Peces carnívoros grandes	39.52
Tiburones y rayas	8.57	Descomponedores/microfauna	0.00	Crustáceos	40.84
Meros grandes	6.20	Fitoplancton	0.00	Meros grandes	41.56
Tortugas	0.05	Productores bentónicos	0.00	Tiburones y rayas	50.56

Anexo 12. Gradiente para la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces carnívoros (gpo. 2)	30	Peces carnívoros (gpo. 2)	84.56	Peces carnívoros (gpo. 2)	94
Peces carnívoros (gpo. 4)	24	Peces coralívoros facultativos	49.54	Cangrejos braquiuros	100
Cangrejos braquiuros	24	Peces carnívoros (gpo. 4)	45.05	Peces carnívoros (gpo. 4)	100
Peces omnívoros	23	Corales	35.23	Peces omnívoros	101
Peces coralívoros facultativos	22	Peces omnívoros	33.43	Peces coralívoros facultativos	102
Poliquetos	20	Peces carnívoros (gpo. 5)	32.61	Peces carnívoros (gpo. 5)	104
Peces carnívoros (gpo. 5)	20	Cangrejos braquiuros	31.59	Poliquetos	104
Peces carnívoros (gpo. 1)	18	Poliquetos	26.67	Camaronas	106
Cangrejos pagúridos	18	Holo/meroplancton	22.50	Gasterópodos	106
Gasterópodos	18	Peces carnívoros (gpo. 1)	20.81	Cangrejos pagúridos	106
Camaronas	18	Peces carnívoros (gpo. 3)	18.03	Peces carnívoros (gpo. 1)	107
Peces carnívoros (gpo. 3)	17	Camaronas	17.27	Algas ceramiales	108
Algas ceramiales	17	Gasterópodos	16.46	Peces carnívoros (gpo. 3)	108
Bacterias bentónicas	16	Galateidos	13.81	Algas rojas foliáceas	110
Algas rojas foliáceas	16	Cangrejos pagúridos	13.15	Bacterias bentónicas	110
Isópodos	15	Bacterias bentónicas	12.74	Estomatópodos	110
Anfípodos	15	Invertebrados sésiles	12.46	Anfípodos	111
Piscívoros (gpo. 1)	14	Copépodos	12.45	Corales	111
Meiobentos	14	Anfípodos	11.06	Copépodos	112
Galateidos	14	Meiobentos	10.80	Galateidos	112
Estomatópodos	14	Algas ceramiales	10.50	Meiobentos	112
Corales	14	Algas rojas foliáceas	10.50	Algas calcáreas	113
Copépodos	14	Piscívoros (gpo. 1)	10.33	Isópodos	113
Algas calcáreas	14	Isópodos	9.19	Piscívoros (gpo. 1)	113
Tanaidáceos	13	Algas calcáreas	8.94	Holo/meroplancton	114
Piscívoros (gpo. 2)	12	Piscívoros (gpo. 2)	8.86	Tanaidáceos	114
Microfitobentos	11	Bivalvos	8.52	Piscívoros (gpo. 2)	115
Holo/meroplancton	11	Tanaidáceos	7.22	Holotúridos/sipuncúlidos	117
Peces herbívoros	9	Microfitobentos	7.17	Bivalvos	118
Holotúridos/sipuncúlidos	9	Asteroideos	6.59	Cefalópodos	118
Bivalvos	9	Estomatópodos	6.36	Invertebrados sésiles	119
Asteroideos	9	Peces herbívoros	5.18	Microfitobentos	119
Piscívoros (gpo. 3)	8	Peces coralívoros obligatorios	3.97	Equinodermos	120
Invertebrados sésiles	8	Holotúridos/sipuncúlidos	3.83	Piscívoros (gpo. 3)	120
Equinodermos	8	Fitoplancton	2.55	Peces zooplanctófagos	121
Cefalópodos	7	Peces zooplanctófagos	1.59	Ofiúridos	122
Peces zooplanctófagos	6	Cefalópodos	1.49	Peces herbívoros	122
Peces coralívoros obligatorios	6	Equinodermos	1.43	Asteroideos	124

continuación

Ofiúridos	6	Piscívoros (gpo. 3)	1.35	Peces coralívoros obligatorios	124
Fitoplancton	6	Ofiúridos	0.90	Zooxantelas	130
Zooxantelas	4	Zooxantelas	0.89	Fitoplancton	131
Bacterias pelágicas	3	Bacterias pelágicas	0.41	Bacterias pelágicas	141

gpo. = grupo

Anexo 13. Gradiente para la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa considerando el consumo entre grupos funcionales.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	500.28	Corales	29.96	Peces herbívoros	5.34
Microfitobentos	388.17	Cangrejos braquiuros	23.26	Peces coralívoros obligatorios	5.47
Bacterias bentónicas	278.15	Peces carnívoros (gpo. 4)	17.41	Ofiúridos	5.50
Algas ceramiales	201.59	Peces omnívoros	14.92	Equinodermos	5.59
Meiobentos	135.31	Peces carnívoros (gpo. 2)	14.88	Holotúridos y sipuncúlidos	5.68
Corales	120.26	Holo/meroplancton	13.05	Peces zooplanctófagos	5.81
Zooxantelas	91.48	Poliquetos	12.97	Bivalvos	5.99
Braquiuros	75.80	Peces carnívoros (gpo. 5)	12.14	Invertebrados sésiles	6.05
Peces omnívoros	66.53	Peces coralívoros facultativos	10.55	Anfípodos	6.33
Algas rojas foliáceas	65.55	Camarones	10.38	Tanaidáceos	6.38
Gasterópodos	54.11	Gasterópodos	9.41	Isópodos	6.39
Equinodermos	48.66	Peces carnívoros (gpo. 3)	8.86	Copépodos	6.46
Poliquetos	43.57	Cangrejos pagúridos	8.31	Galateidos	6.46
Holo/meroplancton	43.03	Piscívoros (gpo. 2)	6.62	Asteroideos	6.51
Copépodos	42.48	Galateidos	6.50	Camarones	6.55
Invertebrados sésiles	37.58	Copépodos	6.21	Meiobentos	6.82
Holotúridos/sipuncúlidos	36.18	Invertebrados sésiles	5.54	Gasterópodos	6.87
Peces coralívoros facultativos	30.98	Isópodos	5.27	Cangrejos pagúridos	7.01
Anfípodos	29.34	Anfípodos	5.01	Corales	7.01
Tanaidáceos	28.70	Bivalvos	4.62	Zooxantelas	7.04
Isópodos	27.55	Peces herbívoros	3.80	Poliquetos	7.10
Bacterias pelágicas	22.99	Tanaidáceos	3.02	Holo/meroplancton	7.25
Fitoplancton	22.66	Meiobentos	2.82	Braquiuros	7.48
Cangrejos pagúridos	15.93	Peces coralívoros obligatorios	2.56	Bacterias pelágicas	7.48
Piscívoros (gpo. 1)	15.42	Estomatópodos	2.04	Cefalópodos	7.58
Camarones	14.30	Peces carnívoros (gpo. 1)	1.50	Estomatópodos	7.71
Peces carnívoros (gpo. 4)	13.60	Holotúridos/sipuncúlidos	1.44	Peces coralívoros facultativos	8.21
Peces carnívoros (gpo. 3)	12.43	Peces zooplanctófagos	0.95	Peces omnívoros	8.21
Peces coralívoros obligatorios	11.41	Ofiúridos	0.74	Fitoplancton	8.41
Galateidos	7.66	Equinodermos	0.68	Peces carnívoros (gpo. 3)	8.47
Peces carnívoros (gpo. 5)	7.21	Cefalópodos	0.60	Peces carnívoros (gpo. 5)	8.50
Algas calcáreas	5.36	Zooxantelas	0.00	Algas calcáreas	8.52
Cefalópodos	3.43	Fitoplancton	0.00	Algas rojas foliáceas	8.54
Ofiúridos	3.38	Microfitobentos	0.00	Algas ceramiales	8.55
Peces carnívoros (gpo. 2)	2.03	Piscívoros (gpo. 3)	0.00	Peces carnívoros (gpo. 4)	9.28
Peces zooplanctófagos	1.90	Piscívoros (gpo. 1)	0.00	Microfitobentos	9.32
Bivalvos	1.68	Algas ceramiales	0.00	Bacterias bentónicas	10.47
Asteroideos	1.59	Bacterias pelágicas	0.00	Piscívoros (gpo. 2)	23.76

continuación

Peces carnívoros (gpo. 1)	1.44	Bacterias bentónicas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 1)	24.67
Piscívoros (gpo. 2)	1.42	Asterioideos	0.00	Peces carnívoros (gpo. 2)	26.33
Estomatópodos	0.35	Algas rojas foliáceas	0.00	Piscívoros (gpo. 3)	28.06
Piscívoros (gpo. 3)	0.20	Algas calcáreas	0.00	Piscívoros (gpo. 1)	39.65

gpo. = grupo

Anexo 14. Características de los grupos ícticos del modelo de Franja Arrecifal de Tiahura (tomado de Arias-González *et al.*, 1997).

-
- ✓ Peces herbívoros: nadan sobre las cabezas de coral, tallas entre 31 a 60 cm.
 - ✓ Peces carnívoros, grupo 2: carnívoros tipo 2, con hábitos nocturnos, entre 16 y 30 cm.
 - ✓ Peces carnívoros, grupo 4: carnívoro tipo 1, hábitos diurnos, nadan por encima de las cabezas de coral, talla entre 16 y 30 cm.
 - ✓ Peces coralívoros facultativos y obligatorios: circulan alrededor de territorios pequeños sobre las cabezas de coral, tallas entre 16 a 30 cm.
 - ✓ Peces omnívoros: nadan alrededor de pequeños territorios sobre el coral, sus tallas están entre 31 a 60 cm.
-

Anexo 15. Gradiente para el arrecife de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Crustáceos	21	Crustáceos	21.89	Crustáceos	46
Zooplankton	18	Moluscos y poliquetos	11.38	Moluscos y poliquetos	49
Peces omnívoros pequeños	18	Zooplankton	9.42	Peces omnívoros pequeños	49
Moluscos y poliquetos	18	Tiburones y rayas	9.22	Zooplankton	49
Peces carnívoros grandes	17	Peces carnívoros grandes	8.96	Peces carnívoros grandes	50
Tiburones y rayas	16	Animales sésiles	8.27	Animales sésiles	51
Animales sésiles	16	Peces omnívoros pequeños	7.94	Tiburones y rayas	51
Otros camarones	15	Scómbridos/carángidos	6.23	Otros camarones	52
Scómbridos/carángidos	14	Otros camarones	4.45	Cardúmenes pequeños	53
Cardúmenes pequeños	14	Cardúmenes pequeños	4.39	Scómbridos/carángidos	53
Equinodermos	13	Equinodermos	3.74	Equinodermos	54
Cefalópodos	11	Aves marinas	3.33	Autótrofos bentónicos	56
Aves marinas	11	Autótrofos bentónicos	3.05	Cefalópodos	56
Autótrofos bentónicos	11	Peces herbívoros	1.51	Aves marinas	57
Peces herbívoros	10	<i>Penaeus longistylus</i>	1.27	Fitoplancton	57
Fitoplancton	10	Descomponedores y microfauna	1.26	Peces herbívoros	57
<i>Penaeus longistylus</i>	9	Cardúmenes grandes	1.16	Cardúmenes grandes	58
<i>Penaeus esculentus</i>	9	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	1.14	Descomponedores y microfauna	58
Descomponedores y microfauna	9	Cefalópodos	0.97	<i>Penaeus esculentus</i>	58
Cardúmenes grandes	9	<i>Penaeus esculentus</i>	0.77	<i>Penaeus longistylus</i>	58
<i>Metapenaeus endeavouri</i>	8	Fitoplancton	0.64	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	59
Tortugas grandes	5	Tortugas grandes	0.00	Meros grandes	63
Meros grandes	4	Meros grandes	0.00	Tortugas grandes	63

Anexo 16. Gradiente para el arrecife de la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) considerando el consumo entre grupos funcionales.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	620.67	Crustáceos	89.52	Animales sésiles	24.23
Fitoplancton	448.92	Scómbridos y carángidos	42.69	Autótrofos bentónicos	27.27
Autótrofos bentónicos	359.53	Cardúmenes pequeños	40.21	Zooplankton	28.94
Peces herbívoros	276.79	Peces omnívoros pequeños	33.52	Descomponedores y microfauna	32.92
Descomponedores y microfauna	141.57	Cefalópodos	27.81	Fitoplancton	33.30
Moluscos y poliquetos	79.19	Moluscos y poliquetos	21.99	Tortugas grandes	34.90
Animales sésiles	77.37	Tiburones y rayas	21.98	Peces herbívoros	36.14
Cardúmenes pequeños	67.55	Peces carnívoros grandes	16.44	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	38.04
Equinodermos	48.95	Otros camarones	12.06	<i>Penaeus longistylus</i>	38.29
Crustáceos	44.39	Equinodermos	8.15	<i>Penaeus longistylus</i>	38.82
Peces omnívoros pequeños	23.75	Animales sésiles	3.52	Meros grandes	38.85
Peces carnívoros grandes	20.35	Zooplankton	3.29	Cardúmenes grandes	39.29
Scómbridos y carángidos	15.90	<i>Penaeus esculentus</i>	1.51	Moluscos y poliquetos	40.35
Cardúmenes grandes	7.33	<i>Penaeus longistylus</i>	1.18	Equinodermos	40.78
Cefalópodos	5.62	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	1.05	Cefalópodos	42.44
<i>Penaeus esculentus</i>	4.81	Peces herbívoros	1.05	Otros camarones	42.87
Otros camarones	2.86	Cardúmenes grandes	0.72	Cardúmenes pequeños	42.99
<i>Metapenaeus endeavouri</i>	2.82	Meros grandes	0.33	Peces omnívoros pequeños	43.23
<i>Penaeus longistylus</i>	2.00	Tortugas grandes	0.00	Scómbridos y carángidos	44.11
Tiburones y rayas	1.93	Aves marinas	0.00	Tiburones y rayas	44.16
Aves marinas	0.81	Descomponedores y microfauna	0.00	Peces carnívoros grandes	44.30
Meros grandes	0.07	Fitoplancton	0.00	Aves marinas	44.35
Tortugas grandes	0.02	Autótrofos bentónicos	0.00	Crustáceos	44.62

Anexo 17. Gradiente para el arrecife de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) considerando la matriz binaria en el arreglo estructural de la red trófica.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Invertebrados pequeños	23	Invertebrados pequeños	18.94	Invertebrados pequeños	47
Otros peces demersales	22	Otros peces demersales	12.74	Otros peces demersales	48
Peces pelágicos	19	Invertebrados grandes	12.51	Invertebrados grandes	51
Lutjánidos pequeños	19	Zooplankton	8.93	Lutjánidos grandes	51
Lutjánidos grandes	19	P. planctívoros pequeños	5.66	Lutjánidos pequeños	51
Invertebrados grandes	19	Peces coralívoros	4.00	Peces pelágicos	51
Tiburones y rayas	18	Peces herbívoros grandes	3.88	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	52
Serránidos pequeños	18	Peces pelágicos	2.41	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	52
Serránidos grandes	18	Lutjánidos pequeños	2.41	Otros peces letrínidos	52
Otros peces letrínidos	18	Lutjánidos grandes	2.41	Serránidos grandes	52
Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	18	Peces detritívoros	2.13	Serránidos pequeños	52
<i>Lethrinus chrysostomus</i>	18	P. herbívoros pequeños	1.93	Tiburones y rayas	52
P. planctívoros pequeños	16	Tiburones y rayas	1.77	Cefalópodos	54
Cefalópodos	16	Serránidos pequeños	1.77	P. planctívoros pequeños	54
Zooplankton	15	Serránidos grandes	1.77	Zooplankton	55
P. herbívoros pequeños	14	Otros peces letrínidos	1.77	Peces detritívoros	56
P. herbívoros grandes	14	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	1.77	P. herbívoros grandes	56
Peces detritívoros	14	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	1.77	P. herbívoros pequeños	56
P. planctívoros grandes	13	Esponjas	0.92	Peces coralívoros	57
Peces coralívoros	13	Cefalópodos	0.87	P. planctívoros grandes	57
Algas epilíticas	7	Algas epilíticas	0.59	Algas epilíticas	63
Esponjas	6	P. planctívoros grandes	0.50	Corales y zooxantelas	64
Corales y zooxantelas	6	Corales y zooxantelas	0.38	Esponjas	64
Fitoplancton	5	Fitoplancton	0.20	Fitoplancton	65

P. = peces

Anexo 18. Gradiente para el arrecife de la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) considerando el consumo entre grupos funcionales.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	1796.19	Otros peces demersales	26.58	Peces coralívoros	13.79
Corales y zooxantelas	842.29	Invertebrados pequeños	23.78	P. herbívoros grandes	13.80
Algas epilíticas	795.60	Invertebrados grandes	10.45	P. planctívoros grandes	13.81
Fitoplancton	775.71	Lutjánidos grandes	5.38	Peces detritívoros	13.82
Invertebrados pequeños	610.36	Lutjánidos pequeños	5.23	P. herbívoros pequeños	13.82
Invertebrados grandes	427.88	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	4.83	P. planctívoros pequeños	13.86
P. herbívoros pequeños	243.23	Zooplankton	4.20	Invertebrados pequeños	21.93
P. herbívoros grandes	213.60	Peces coralívoros	4.05	Esponjas	22.24
P. planctívoros grandes	139.79	P. herbívoros grandes	3.63	Algas epilíticas	22.28
Otros peces demersales	89.99	Lutjánidos grandes	3.45	Corales y zooxantelas	22.37
Esponjas	72.30	Peces detritívoros	2.03	Cefalópodos	34.44
Peces coralívoros	59.41	P. herbívoros pequeños	1.83	Zooplankton	34.61
Cefalópodos	33.58	Cefalópodos	1.55	Invertebrados grandes	35.40
Lutjánidos pequeños	27.50	Esponjas	1.03	Otros peces letrínidos	37.13
P. planctívoros pequeños	19.23	P. planctívoros grandes	0.55	Serránidos grandes	38.62
Peces detritívoros	18.75	Corales y zooxantelas	0.33	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	38.62
Otros peces letrínidos	16.97	Peces pelágicos	0.08	Serránidos pequeños	38.62
Peces pelágicos	16.02	Serránidos pequeños	0.00	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	38.72
Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	11.85	Otros peces letrínidos	0.00	Lutjánidos grandes	39.12
Lutjánidos grandes	7.54	Tiburones y rayas	0.00	Lutjánidos pequeños	39.15
Serránidos pequeños	6.73	Serránidos grandes	0.00	Otros peces demersales	39.20
Serránidos grandes	3.76	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	0.00	Fitoplancton	40.68
<i>Lethrinus chrysostomus</i>	2.43	Fitoplancton	0.00	Peces pelágicos	50.35
Tiburones y rayas	1.20	Algas epilíticas	0.00	Tiburones y rayas	86.31

P. = peces

Anexo 19. Gradiente para el Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia considerando el índice de especie clave (Lks).

Grupo funcional	Lks
Piscívoros grandes (d)	-0.042
P. carnívoros grandes (d)	-0.045
Macrófitas bentónicas	-0.088
P. carnívoros pequeños (d)	-0.107
M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	-0.166
P. herbívoros grandes (d)	-0.182
Zooplankton	-0.192
Fitoplancton	-0.302
Meiofauna	-0.302
Piscívoros grandes (pelág.)	-0.325
Cefalópodos	-0.336
Micrófitas bentónicas	-0.405
Coral/zooxantelas	-0.449
Tiburones (d)	-0.479
P. planctívoros pequeños (d)	-0.528
P. pelágicos pequeños	-0.559
P. planctívoros grandes (pelág.)	-0.649
P. omnívoros (d)	-0.658
M_inv_ben.sedimentófagos (gpo. 5)	-0.740
M_inv_ben_ filtradores (gpo. 3)	-0.917
P. herbívoros pequeños (d)	-0.986
M_inv_ben herbívoros (gpo. 2)	-1.239
M_inv_ben depositadores (gpo. 4)	-1.849

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágicos

Anexo 20. Gradiente para la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa considerando el índice de especie clave (Lks).

Grupo funcional	Lks
Piscívoros (gpo. 1)	0.319
Cangrejos braquiuros	-0.043
Peces herbívoros	-0.073
Bacterias bentónicas	-0.082
Corales	-0.096
Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.106
Peces carnívoros (gpo. 7)	-0.163
Peces carnívoros (gpo. 8)	-0.191
Holo/meroplancton	-0.199
Equinodermos	-0.236
Peces carnívoros (gpo. 6)	-0.243
Meiobentos	-0.244
Peces coralívoros facultativos	-0.259
Algas ceramiales	-0.272
Zooxantelas	-0.328
Poliquetos	-0.408
Camarones	-0.486
Peces omnívoros	-0.533
Invertebrados sésiles	-0.538
Peces carnívoros (gpo. 4)	-0.549
Microfitobentos	-0.566
Peces carnívoros (gpo. 3)	-0.599
Peces coralívoros obligatorios	-0.634
Isópodos	-0.649
Anfípodos	-0.654
Gasterópodos	-0.666
Copépodos	-0.685
Galateidos	-0.698
Fitoplancton	-0.745
Algas rojas foliáceas	-0.764
Cangrejos pagúridos	-0.774
Larvas de peces	-0.830
Tanaidáceos	-0.869
Peces carnívoros (gpo. 1)	-0.889
Holotúridos/sipuncúlidos	-0.938
Bacterias pelágicas	-0.980
Cefalópodos	-1.005
Piscívoros (gpo. 3)	-1.127
Peces zooplanctófagos	-1.149

continuación

Piscívoros (gpo. 2)	-1.287
Bivalvos	-1.514
Estomatópodos	-1.518
Asteroideos	-1.569
Algas calcáreas	-1.785
<u>Peces carnívoros (gpo. 5)</u>	<u>-1.889</u>

gpo. = grupo

Anexo 21. Gradiente para el arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas considerando el índice de especie clave (Lks).

Grupo funcional	Lks
Crustáceos	0.004
Zooplankton	0.021
Peces damisela	-0.040
Lábridos	-0.075
Peces cardenales	-0.094
Erizos marinos	-0.148
Algas bentónicas	-0.213
Calamar	-0.279
Corales constructores	-0.285
Otros invertebrados	-0.322
Pastos marinos	-0.369
Otros peces omnívoros	-0.472
<i>Siganus fuscescens</i>	-0.501
Corales productores	-0.505
Otros piscívoros	-0.515
Peces loro	-0.532
Meros	-0.539
Moluscos	-0.552
Pepinos marinos	-0.771
<i>Siganus spinus</i>	-0.978
Morenas	-1.001
Góbidos	-1.088
Fitoplancton	-1.381
Otros peces herbívoros	-1.756
<u>Otros peces planctívoros</u>	<u>-1.761</u>

Anexo 22. Gradiente para el arrecife del Caribe Mexicano considerando el índice de especie clave (Lks).

Grupo funcional	Lks
Crustáceos	-0.221
Peces carnívoros	-0.292
Cardúmenes	-0.302
Productores bentónicos	-0.323
Moluscos y poliquetos	-0.324
Zooplankton	-0.417
Fitoplancton	-0.441
Peces herbívoros	-0.523
Meros	-0.644
Animales sésiles	-0.666
Equinodermos	-0.721
Scómbridos/carángidos	-0.797
Cefalópodos	-0.983
Peces omnívoros	-1.018
Tiburones y rayas	-1.349
Aves marinas	-1.525

Anexo 23. Gradiente para el arrecife Cayos Looe considerando el índice de especie clave (Lks).

Grupo funcional	Lks
Tiburones y rayas	-0.092
Peces carnívoros grandes	-0.123
Zooplancton	-0.162
Productores bentónicos	-0.241
Crustáceos	-0.243
Piscívoros mesopelágicos	-0.266
Descomponedores/microfauna	-0.286
Moluscos y poliquetos	-0.395
Peces carnívoros pequeños	-0.499
Meros grandes	-0.506
Animales sésiles	-0.512
Peces herbívoros pequeños	-0.531
Equinodermos	-0.596
Peces herbívoros grandes	-0.630
Peces planctívoros pequeños	-0.635
Peces planctívoros grandes	-0.645
Fitoplancton	-0.785
Cefalópodos	-0.894

Anexo 24. Gradiente para la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa considerando el índice de especie clave (Lks).

Grupo funcional	Lks
Piscívoros (gpo.1)	0.317
Peces omnívoros	0.017
Cangrejos braquiuros	-0.032
Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.055
Bacterias bentónicas	-0.060
Peces coralívoros facultativos	-0.081
Peces herbívoros	-0.115
Peces carnívoros (gpo. 3)	-0.118
Corales	-0.177
Holo/Meroplancton	-0.179
Invertebrados sésiles	-0.192
Zooxantelas	-0.293
Peces carnívoros (gpo. 4)	-0.300
Meiobentos	-0.340
Algas ceramiales	-0.362
Peces carnívoros (gpo. 5)	-0.416
Equinodermos	-0.438
Gasterópodos	-0.439
Microfitobentos	-0.485
Peces coralívoros obligatorios	-0.558
Cangrejos pagúridos	-0.586
Poliquetos	-0.606
Cefalópodos	-0.636
Isópodos	-0.710
Peces carnívoros (gpo. 1)	-0.741
Fitoplancton	-0.770
Camarones	-0.782
Copépodos	-0.809
Piscívoros (gpo. 2)	-0.825
Algas rojas foliáceas	-0.863
Tanaidáceos	-0.868
Galateidos	-0.888
Holotúridos/sipuncúlidos	-0.908
Anfípodos	-0.916
Peces zooplanctófagos	-0.994
Bacterias pelágicas	-1.030
Asteroideos	-1.176
Ofiúridos	-1.259
Bivalvos	-1.296

continuación

Estomatópodos	-1.416
Piscívoros (gpo. 3)	-1.626
<u>Algas calcáreas</u>	<u>-1.990</u>
gpo. = grupo	

Anexo 25. Gradiente para la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) considerando el índice de especie clave (Lks).

Grupo funcional	Lks
Tiburones y rayas	-0.165
Scómbridos/carángidos	-0.190
Zooplankton	-0.211
Peces omnívoros pequeños	-0.252
Peces herbívoros	-0.297
Fitoplancton	-0.300
Cardúmenes pequeños	-0.302
Peces carnívoros grandes	-0.323
Cefalópodos	-0.370
Moluscos y poliquetos	-0.379
Descomponedores y microfauna	-0.409
Crustáceos	-0.454
<i>Penaeus esculentus</i>	-0.458
Animales sésiles	-0.542
Autótrofos bentónicos	-0.614
Equinodermos	-0.616
Aves marinas	-0.864
<i>Metapenaeus endeavouri</i>	-0.985
Cardúmenes grandes	-0.995
<i>Penaeus longistylus</i>	-1.235
Otros camarones	-1.256
Meros grandes	-1.619

Anexo 26. Gradiente para la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) considerando el índice de especie clave (Lks).

Grupo funcional	Lks
Invertebrados grandes	-0.20
Zooplankton	-0.23
Fitoplancton	-0.25
Algas epilíticas	-0.29
Invertebrados pequeños	-0.31
Otros demersales	-0.34
Corales y zooxantelas	-0.36
Lutjánidos pequeños	-0.37
Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	-0.42
Peces coralívoros	-0.50
Peces herbívoros pequeños	-0.57
Peces herbívoros grandes	-0.60
Peces pelágicos	-0.60
Cefalópodos	-0.67
Peces planctívoros pequeños	-0.69
Lutjánidos grandes	-0.69
Serránidos pequeños	-0.72
Serránidos grandes	-0.74
Peces planctívoros grandes	-0.84
Otros peces letrínidos	-0.89
Eponjas	-1.38
Peces detritívoros	-1.49
Tiburones y rayas	-1.65
<i>Lethrinus chrysostomus</i>	-1.69

Anexo 27. Gradiente para el Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia considerando el escenario mínimo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	105.59	Piscívoros grandes (pelág.)	20.00	P. herbívoros grandes (d)	10.01
Fitoplancton	92.40	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	9.32	P. planctívoros gdes. (pelág.)	10.24
Micrófitas bentónicas	87.50	P. carnívoros pequeños (d)	7.58	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	10.58
Meiofauna	86.81	Zooplankton	7.11	P. herbívoros pequeños (d)	10.76
Macrófitas bentónicas	21.32	Piscívoros grandes (d)	6.02	P. pelágicos pequeños	10.82
P. herbívoros grandes (d)	16.66	Cefalópodos	4.55	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	10.83
P. pelágicos pequeños	8.38	P. carnívoros grandes (d)	4.02	P. planctívoros peq. (d)	11.76
P. planctívoros pequeños (d)	5.80	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	3.54	P. omnívoros (d)	11.85
M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	3.61	P. planctívoros peq. (d)	2.85	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	12.03
M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	2.72	Meiofauna	2.39	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	12.07
P. planctívoros grandes (pelág.)	2.26	P. herbívoros grandes (d)	2.33	Macrófitas bentónicas	12.07
P. herbívoros pequeños (d)	2.23	P. herbívoros pequeños (d)	1.73	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	12.16
P. herbívoros grandes (d)	2.13	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	1.72	Cefalópodos	12.61
M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	1.81	P. omnívoros (d)	1.12	P. carnívoros pequeños (d)	14.22
Piscívoros grandes (pelág.)	1.36	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	1.00	Meiofauna	14.48
Cefalópodos	1.17	P. planctívoros gdes. (pelág.)	0.77	Micrófitas bentónicas	14.99
M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	1.00	P. pelágicos pequeños	0.62	Zooplankton	15.53
P. carnívoros grandes (d)	0.95	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	0.34	P. carnívoros grandes (d)	16.02
P. carnívoros pequeños (d)	0.51	Tiburones (d)	0.00	Fitoplancton	16.02
M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	0.31	Fitoplancton	0.00	Piscívoros grandes (d)	34.99
P. omnívoros (d)	0.09	Macrófitas bentónicas	0.00	Piscívoros grandes (pelág.)	42.26
Tiburones (d)	0.00	Micrófitas bentónicas	0.00	Tiburones (d)	42.73

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágicos

Anexo 28. Gradiente para el Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia considerando el escenario máximo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	292.38	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	9.67	P. herbívoros grandes (d)	10.03
Fitoplancton	236.53	P. carnívoros grandes (d)	7.69	P. planctívoros gdes. (pelág.)	10.25
Meiofauna	229.90	Zooplankton	7.06	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	10.58
Micrófitas bentónicas	225.92	Cefalópodos	7.00	P. herbívoros pequeños (d)	10.78
P. planctívoros pequeños (d)	43.19	P. carnívoros pequeños (d)	5.28	P. pelágicos pequeños	10.82
Macrófitas bentónicas	23.17	Piscívoros grandes (pelág.)	5.03	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	10.85
P. pelágicos pequeños	22.80	Piscívoros grandes (d)	4.01	P. planctívoros peq. (d)	11.76
P. herbívoros grandes (d)	20.49	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	3.83	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	12.10
M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	13.26	P. herbívoros grandes (d)	2.33	Macrófitas bentónicas	12.10
M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	12.20	P. planctívoros peq. (d)	2.26	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	12.41
P. planctívoros grandes (pelág.)	10.07	Meiofauna	2.24	Cefalópodos	12.63
P. carnívoros pequeños (d)	10.02	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	1.79	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	12.63
Cefalópodos	8.19	P. herbívoros pequeños (d)	1.73	P. omnívoros (d)	12.83
P. carnívoros grandes (d)	8.12	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	1.44	P. carnívoros pequeños (d)	14.22
M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	7.75	P. planctívoros gdes. (pelág.)	1.20	Meiofauna	14.48
Piscívoros grandes (pelág.)	3.68	P. omnívoros (d)	1.12	Micrófitas bentónicas	15.05
Piscívoros grandes (d)	3.60	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	1.00	Zooplankton	15.59
P. herbívoros pequeños (d)	3.34	P. pelágicos pequeños	0.31	P. carnívoros grandes (d)	16.03
M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	1.29	Tiburones (d)	0.00	Fitoplancton	16.08
M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	0.77	Fitoplancton	0.00	Piscívoros grandes (d)	34.99
P. omnívoros (d)	0.70	Macrófitas bentónicas	0.00	Piscívoros grandes (pelág.)	42.26
Tiburones (d)	0.01	Micrófitas bentónicas	0.00	Tiburones (d)	54.55

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágicos

Anexo 29. Gradiente para la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea considerando el escenario mínimo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	6071.18	Cangrejos braquiuros	49.90	Peces herbívoros	4.95
Bacterias bentónicas	4612.69	Peces carnívoros (gpo. 4)	26.05	Bivalvos	4.97
Microfitobentos	4326.07	Corales	21.83	Peces coralívoros obligatorios	5.12
Meiobentos	3817.61	Peces carnívoros (gpo. 7)	20.09	Larvas de peces	5.29
Algas ceramiales	3697.19	Camarones	19.77	Peces zooplanctófagos	5.49
Equinodermos	1857.99	Peces carnívoros (gpo. 2)	18.42	Asteroideos	5.77
Cangrejos braquiuros	1103.87	Poliquetos	18.15	Equinodermos	5.80
Corales	1076.76	Peces carnívoros (gpo. 8)	15.57	Holotúridos/sipuncúlidos	5.93
Zooxantelas	891.72	Holo/meroplancton	15.18	Invertebrados sésiles	6.00
Poliquetos	780.00	Cangrejos pagúridos	13.34	Isópodos	6.05
Algas rojas foliáceas	757.61	Peces omnívoros	10.88	Peces carnívoros (gpo. 5)	6.11
Isópodos	395.23	Gasterópodos	9.53	Galateidos	6.11
Anfípodos	289.89	Peces carnívoros (gpo. 6)	9.13	Anfípodos	6.12
Holo/meroplancton	289.47	Invertebrados sésiles	8.06	Tanaidáceos	6.17
Piscívoros (gpo. 1)	283.86	Peces coralívoros facultativos	7.93	Copépodos	6.24
Tanaidáceos	261.12	Copépodos	7.93	Camarones	6.47
Copépodos	205.01	Galateidos	7.04	Meiobentos	6.58
Gasterópodos	158.30	Peces coralívoros obligatorios	5.76	Gasterópodos	6.71
Peces carnívoros (gpo. 7)	157.82	Anfípodos	5.60	Corales	6.80
Peces carnívoros (gpo. 6)	138.73	Isópodos	3.73	Poliquetos	6.92
Bacterias pelágicas	137.57	Peces herbívoros	2.87	Zooxantelas	7.09
Fitoplancton	137.24	Tanaidáceos	2.36	Cefalópodos	7.21
Camarones	119.58	Peces carnívoros (gpo. 1)	2.22	Peces carnívoros (gpo. 1)	7.24
Invertebrados sésiles	109.77	Meiobentos	2.21	Peces coralívoros facultativos	7.28
Cangrejos pagúridos	93.23	Holotúridos/sipuncúlidos	2.15	Peces omnívoros	7.28
Peces carnívoros (gpo. 8)	84.73	Estomatópodos	1.91	Holo/meroplancton	7.30
Galateidos	79.81	Peces zooplanctófagos	1.82	Estomatópodos	7.31
Peces coralívoros facultativos	61.69	Peces carnívoros (gpo. 3)	1.81	Peces carnívoros (gpo. 6)	7.49
Peces omnívoros	49.95	Peces carnívoros (gpo. 5)	1.66	Bacterias pelágicas	7.61
Algas calcáreas	49.01	Bivalvos	1.06	Peces carnívoros (gpo. 8)	7.77
Holotúridos/sipuncúlidos	45.06	Equinodermos	0.78	Cangrejos pagúridos	7.84
Larvas de peces	38.86	Larvas de peces	0.50	Cangrejos braquiuros	7.86
Peces coralívoros obligatorios	36.05	Cefalópodos	0.46	Algas calcáreas	8.00
Peces carnívoros (gpo. 2)	20.89	Piscívoros (gpo. 2)	0.33	Peces carnívoros (gpo. 7)	8.06
peces carnívoros (gpo. 4)	17.00	Zooxantelas	0.00	Fitoplancton	8.23
Cefalópodos	16.35	Fitoplancton	0.00	Microfitobentos	8.33
Peces carnívoros (gpo. 1)	11.20	Microfitobentos	0.00	Algas rojas foliáceas	8.38
Peces carnívoros (gpo. 3)	10.90	Piscívoros (gpo. 3)	0.00	Algas ceramiales	8.39
Estomatópodos	6.37	Piscívoros (gpo. 1)	0.00	Bacterias bentónicas	10.27
Asteroideos	5.97	Algas ceramiales	0.00	Piscívoros (gpo. 2)	23.15
Peces zooplanctófagos	4.42	Bacterias pelágicas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 2)	24.50
Peces carnívoros (gpo. 5)	2.22	Bacterias bentónicas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 3)	24.94

continuación

Piscívoros (gpo. 3)	1.30	Asteroideos	0.00	Peces carnívoros (gpo. 4)	25.30
Piscívoros (gpo. 2)	0.21	Algas rojas foliáceas	0.00	Piscívoros (gpo. 3)	27.56
Bivalvos	0.02	Algas calcáreas	0.00	Piscívoros (gpo. 1)	41.51

gpo. = grupo

Anexo 30. Gradiente para la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea considerando el escenario máximo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	17229.41	Cangrejos braquiuros	50.45	Peces herbívoros	4.95
Algas ceramiales	12777.49	Peces carnívoros (gpo. 4)	21.83	Peces coralívoros obligatorios	5.12
Bacterias bentónicas	12535.04	Camarones	19.68	Larvas de peces	5.29
Meiobentos	10925.14	Corales	19.35	Peces zooplanctófagos	5.49
Microfitobentos	8494.32	Peces carnívoros (gpo. 7)	18.09	Equinodermos	5.80
Corales	3655.97	Poliquetos	17.90	Bivalvos	5.82
Equinodermos	3464.92	Cangrejos pagúridos	16.73	Asteroideos	5.90
Zooxantelas	2801.34	Holo/meroplancton	15.20	Holotúridos/sipuncúlidos	5.93
Poliquetos	1651.39	Peces carnívoros (gpo. 2)	14.42	Invertebrados sésiles	6.00
Cangrejos braquiuros	1357.51	Peces carnívoros (gpo. 8)	13.55	Isópodos	6.05
Algas rojas foliáceas	1014.35	Peces omnívoros	11.87	Peces carnívoros (gpo. 5)	6.11
Isópodos	857.55	Gasterópodos	9.31	Galateidos	6.11
Peces carnívoros (gpo. 7)	792.95	Peces carnívoros (gpo. 6)	9.03	Anfípodos	6.12
Holo/meroplancton	735.25	Peces coralívoros facultativos	8.73	Tanaidáceos	6.17
Anfípodos	644.08	Copépodos	7.95	Copépodos	6.24
Piscívoros (gpo. 1)	640.91	Invertebrados sésiles	7.28	Camarones	6.47
Copépodos	562.32	Galateidos	7.03	Meiobentos	6.58
Peces coralívoros facultativos	532.09	Peces coralívoros obligatorios	5.83	Gasterópodos	6.71
Peces carnívoros (gpo. 8)	522.94	Anfípodos	5.58	Corales	6.80
Tanaidáceos	522.11	Bivalvos	4.25	Poliquetos	6.92
Gasterópodos	521.19	Isópodos	3.73	Zooxantelas	7.10
Peces omnívoros	491.96	Peces zooplanctófagos	2.89	Holo/meroplancton	7.30
Camarones	385.37	Peces herbívoros	2.83	Cefalópodos	7.44
Peces coralívoros obligatorios	374.26	Piscívoros (gpo. 2)	2.42	Peces carnívoros (gpo. 1)	7.46
Fitoplancton	362.81	Tanaidáceos	2.36	Peces coralívoros facultativos	7.51
Bacterias pelágicas	345.09	Estomatópodos	2.25	Peces omnívoros	7.52
Peces carnívoros (gpo. 6)	340.31	Peces carnívoros (gpo. 1)	2.22	Estomatópodos	7.54
Cangrejos pagúridos	208.16	Meiobentos	2.21	Bacterias pelágicas	7.61
Invertebrados sésiles	190.16	Holotúridos/sipuncúlidos	2.15	Peces carnívoros (gpo. 6)	7.73
Galateidos	185.00	Peces carnívoros (gpo. 3)	1.81	Peces carnívoros (gpo. 8)	7.77
Algas calcáreas	150.15	Peces carnívoros (gpo. 5)	1.66	Algas calcáreas	8.00
Peces carnívoros (gpo. 2)	132.64	Cefalópodos	1.14	Cangrejos pagúridos	8.05
Holotúridos/sipuncúlidos	105.05	Equinodermos	0.78	Cangrejos braquiuros	8.06
Peces carnívoros (gpo. 4)	80.59	Larvas de peces	0.50	Peces carnívoros (gpo. 7)	8.06
Piscívoros (gpo. 2)	77.00	Zooxantelas	0.00	Fitoplancton	8.23
Larvas de peces	76.75	Fitoplancton	0.00	Microfitobentos	8.33
Peces carnívoros (gpo. 3)	47.67	Microfitobentos	0.00	Algas rojas foliáceas	8.38
Piscívoros (gpo. 3)	45.41	Piscívoros (gpo. 3)	0.00	Algas ceramiales	8.39
Cefalópodos	43.08	Piscívoros (gpo. 1)	0.00	Bacterias bentónicas	10.27
Peces zooplanctófagos	39.03	Algas ceramiales	0.00	Piscívoros (gpo. 2)	23.35
Peces carnívoros (gpo. 1)	31.78	Bacterias pelágicas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 2)	24.50
Estomatópodos	26.37	Bacterias bentónicas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 3)	25.06

continuación

Astroideos	9.91	Astroideos	0.00	Peces carnívoros (gpo. 4)	25.30
Peces carnívoros (gpo. 5)	4.56	Algas rojas foliáceas	0.00	Piscívoros (gpo. 3)	28.00
Bivalvos	2.39	Algas calcáreas	0.00	Piscívoros (gpo. 1)	41.51

gpo. = grupo

Anexo 31. Gradiente para el arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas considerando el escenario mínimo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Pastos marinos	1117.94	Crustáceos	25.45	Corales productores	10.03
Erizos marinos	1081.28	Otros piscívoros	10.53	Peces loro	10.03
Algas bentónicas	485.87	Zooplankton	8.30	Corales constructores	10.63
<i>Siganus fuscescens</i>	446.54	Moluscos	7.32	<i>Siganus spinus</i>	12.40
Crustáceos	220.63	Lábridos	6.00	<i>Siganus fuscescens</i>	12.82
Zooplankton	155.18	Otros invertebrados	4.87	Erizos marinos	13.33
Peces loro	85.30	<i>Siganus fuscescens</i>	3.82	Moluscos	13.46
Otros invertebrados	66.22	Peces cardenales	3.78	Góbidos	13.75
<i>Siganus spinus</i>	53.50	Otros peces omnívoros	3.55	Morenas	13.77
Corales productores	35.44	<i>Siganus spinus</i>	2.32	Otros peces omnívoros	14.19
Moluscos	30.93	Góbidos	1.07	Crustáceos	14.78
Otros peces omnívoros	20.20	Meros	0.00	Pastos marinos	15.40
Calamar	18.93	Pastos marinos	0.00	Zooplankton	17.10
Corales constructores	15.82	Algas bentónicas	0.00	Otros invertebrados	17.37
Peces cardenales	13.13	Erizos marinos	0.00	Algas bentónicas	18.46
Lábridos	8.07	Calamar	0.00	Fitoplancton	19.26
Fitoplancton	7.24	Peces loro	0.00	Calamar	20.93
Otros piscívoros	4.23	Corales constructores	0.00	Peces cardenales	21.13
Góbidos	3.93	Corales productores	0.00	Lábridos	21.60
Meros	3.20	Morenas	0.00	Otros piscívoros	21.83
Morenas	2.70	Fitoplancton	0.00	Meros	26.04

Anexo 32. Gradiente para el arrecife Bolinao, Pangasinan, Filipinas considerando el escenario máximo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Erizos marinos	5240.26	Crustáceos	29.22	Peces loro	9.11
Pastos marinos	4632.60	Peces damisela	15.47	<i>Siganus spinus</i>	11.04
Algas bentónicas	2118.32	Otros piscívoros	14.00	Corales productores	11.14
<i>Siganus fuscescens</i>	1345.51	Zooplankton	10.50	Corales constructores	11.35
Crustáceos	990.94	Lábridos	9.00	<i>Siganus fuscescens</i>	11.37
Zooplankton	614.22	Peces cardenales	8.14	Góbidos	12.09
Otros invertebrados	288.60	Moluscos	7.54	Otros peces planctívoros	12.10
Peces loro	253.29	Corales constructores	7.50	Otros peces omnívoros	12.43
<i>Siganus spinus</i>	211.97	Otros invertebrados	4.17	Erizos marinos	12.79
Otros peces omnívoros	148.83	<i>Siganus fuscescens</i>	3.67	Moluscos	12.94
Moluscos	106.89	Otros peces omnívoros	2.88	Peces damisela	13.40
Corales productores	104.02	<i>Siganus spinus</i>	1.98	Crustáceos	13.91
Calamar	78.95	Otros peces planctívoros	1.00	Morenas	14.07
Peces cardenales	63.21	Góbidos	0.95	Pastos marinos	14.93
Corales constructores	31.05	Algas bentónicas	0.00	Zooplankton	16.65
Lábridos	25.86	Pastos marinos	0.00	Otros invertebrados	16.84
Fitoplancton	23.78	Calamar	0.00	Algas bentónicas	18.01
Góbidos	21.72	Peces loro	0.00	Fitoplancton	18.82
Otros piscívoros	15.21	Meros	0.00	Calamar	25.37
Meros	10.96	Corales productores	0.00	Peces cardenales	26.82
Morenas	8.19	Morenas	0.00	Otros piscívoros	27.45
Peces damisela	3.45	Erizos marinos	0.00	Lábridos	27.46
Otros peces planctívoros	0.50	Fitoplancton	0.00	Meros	39.83

Anexo 33. Gradiente para el arrecife del Caribe Mexicano considerando el escenario mínimo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Productores bentónicos	14088.39	Peces carnívoros	12.80	Peces herbívoros	18.10
Animales sésiles	5298.16	Peces omnívoros	7.09	Cardúmenes	20.69
Moluscos y poliquetos	4843.69	Crustáceos	5.91	Crustáceos	21.40
Fitoplancton	4084.74	Moluscos y poliquetos	3.86	Peces omnívoros	22.28
Peces herbívoros	4032.47	Peces herbívoros	3.40	Aves marinas	24.06
Zooplancton	3369.45	Cardúmenes	3.05	Meros	24.18
Crustáceos	2592.65	Equinodermos	1.75	Equinodermos	24.33
Equinodermos	2589.28	Animales sésiles	1.15	Moluscos y poliquetos	24.66
Cardúmenes	521.19	Cefalópodos	0.86	Tortugas marinas	24.71
Peces carnívoros	324.87	Zooplancton	0.51	Cefalópodos	25.27
Peces omnívoros	202.91	Meros	0.50	Peces carnívoros	25.42
Cefalópodos	92.79	Scómbridos/carángidos	0.11	Animales sésiles	25.72
Scómbridos/carángidos	39.31	Fitoplancton	0.00	Scómbridos/carángidos	29.44
Meros	14.79	Productores bentónicos	0.00	Zooplancton	29.78
Tiburones y rayas	4.49	Tortugas marinas	0.00	Productores bentónicos	34.97
Aves marinas	1.62	Aves marinas	0.00	Tiburones y rayas	37.26
Tortugas marinas	0.33	Tiburones y rayas	0.00	Fitoplancton	46.91

Anexo 34. Gradiente para el arrecife del Caribe Mexicano considerando el escenario máximo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Productores bentónicos	35770.05	Peces carnívoros	12.80	Peces herbívoros	18.10
Animales sésiles	13883.64	Peces omnívoros	7.09	Cardúmenes	20.69
Moluscos y poliquetos	12879.80	Crustáceos	5.91	Crustáceos	21.40
Peces herbívoros	12179.73	Moluscos y poliquetos	3.86	Peces omnívoros	22.28
Fitoplancton	8310.32	Peces herbívoros	3.40	Aves marinas	24.06
Crustáceos	7967.97	Cardúmenes	3.05	Meros	24.18
Equinodermos	7038.20	Equinodermos	1.75	Equinodermos	24.33
Zooplancton	6805.66	Animales sésiles	1.15	Moluscos y poliquetos	24.66
Cardúmenes	1573.91	Cefalópodos	0.86	Tortugas marinas	24.71
Peces carnívoros	1177.45	Zooplancton	0.51	Cefalópodos	25.27
Peces omnívoros	696.27	Meros	0.50	Peces carnívoros	25.42
Cefalópodos	351.47	Scómbridos/carángidos	0.11	Animales sésiles	25.72
Scómbridos/carángidos	100.15	Fitoplancton	0.00	Scómbridos/carángidos	29.44
Meros	33.64	Productores bentónicos	0.00	Zooplancton	29.78
Tiburones y rayas	8.06	Tortugas marinas	0.00	Productores bentónicos	34.97
Aves marinas	7.50	Aves marinas	0.00	Tiburones y rayas	37.26
Tortugas marinas	1.07	Tiburones y rayas	0.00	Fitoplancton	46.91

Anexo 35. Gradiente para el arrecife Cayos Looe, Florida, EUA considerando el escenario mínimo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	9765.60	Crustáceos	72.95	Animales sésiles	25.82
Productores bentónicos	9415.87	Peces carnívoros grandes	21.64	Productores bentónicos	28.64
Descomponedores/microfauna	6769.19	Moluscos y poliquetos	10.29	Zooplankton	29.57
Moluscos y poliquetos	4001.68	Equinodermos	7.19	Tortugas	32.13
Animales sésiles	3766.64	Animales sésiles	4.52	Descomponedores/microfauna	33.39
Equinodermos	2498.53	Tiburones y rayas	3.83	Fitoplancton	33.39
Peces herbívoros pequeños	2457.23	Cefalópodos	3.59	Peces herbívoros pequeños	34.95
Peces herbívoros grandes	2268.41	Zooplankton	2.83	Peces herbívoros grandes	36.06
Crustáceos	2158.98	Peces planctívoros pequeños	2.47	Peces planctívoros grandes	36.20
Fitoplancton	2070.79	Peces carnívoros pequeños	1.30	Peces planctívoros pequeños	36.95
Peces carnívoros grandes	1938.90	Peces planctívoros grandes	0.85	Piscívoros mesopelágicos	37.55
Peces carnívoros pequeños	1418.93	Piscívoros mesopelágicos	0.59	Equinodermos	37.74
Peces planctívoros grandes	982.24	Peces herbívoros pequeños	0.55	Cefalópodos	37.75
Peces planctívoros pequeños	766.60	Peces herbívoros grandes	0.40	Moluscos y poliquetos	38.17
Piscívoros mesopelágicos	694.68	Tortugas	0.00	Peces carnívoros pequeños	38.17
Cefalópodos	166.75	Meros grandes	0.00	Peces carnívoros grandes	39.52
Meros grandes	9.41	Descomponedores/microfauna	0.00	Crustáceos	40.84
Tiburones y rayas	9.37	Fitoplancton	0.00	Meros grandes	41.56
Tortugas	0.04	Productores bentónicos	0.00	Tiburones y rayas	50.56

Anexo 36. Gradiente para el arrecife Cayos Looe, Florida, EUA considerando el escenario máximo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Productores bentónicos	35079.19	Crustáceos	72.95	Animales sésiles	25.82
Zooplankton	20772.90	Peces carnívoros grandes	21.64	Productores bentónicos	28.64
Descomponedores/microfauna	13632.63	Moluscos y poliquetos	10.29	Zooplankton	29.57
Peces herbívoros pequeños	11970.25	Equinodermos	7.19	Tortugas	32.13
Moluscos y poliquetos	10998.78	Animales sésiles	4.52	Descomponedores/microfauna	33.39
Peces herbívoros grandes	9131.08	Tiburones y rayas	3.83	Fitoplancton	33.39
Animales sésiles	8411.23	Cefalópodos	3.59	Peces herbívoros pequeños	34.95
Equinodermos	7477.65	Zooplankton	2.83	Peces herbívoros grandes	36.06
Crustáceos	6533.42	Peces planctívoros pequeños	2.47	Peces planctívoros grandes	36.20
Fitoplancton	5230.97	Peces carnívoros grandes	1.30	Peces planctívoros pequeños	36.95
Peces carnívoros grandes	4997.21	Peces planctívoros grandes	0.85	Piscívoros mesopelágicos	37.55
Peces carnívoros pequeños	4915.04	Piscívoros mesopelágicos	0.59	Equinodermos	37.74
Peces planctívoros grandes	2606.11	Peces herbívoros pequeños	0.55	Cefalópodos	37.75
Piscívoros mesopelágicos	2378.01	Peces herbívoros grandes	0.40	Moluscos y poliquetos	38.17
Peces planctívoros pequeños	2264.95	Tortugas	0.00	Peces carnívoros pequeños	38.17
Cefalópodos	549.37	Meros grandes	0.00	Peces carnívoros grandes	39.52
Meros grandes	14.81	Descomponedores/microfauna	0.00	Crustáceos	40.84
Tiburones y rayas	14.52	Fitoplancton	0.00	Meros grandes	41.56
Tortugas	0.07	Productores bentónicos	0.00	Tiburones y rayas	50.56

Anexo 37. Gradiente para el arrecife Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea considerando el escenario mínimo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	2257.58	Zooxantelas	345.80	Invertebrados sésiles	7.65
Microfitobentos	1613.04	Corales	187.53	Equinodermos	7.65
Algas ceramiales	1068.92	Bivalvos	73.62	Holotúridos/sipuncúlidos	7.68
Bacteria bentónicas	963.22	Peces carnívoros (gpo. 2)	42.91	Peces herbívoros	7.77
Corales	652.01	Peces carnívoros (gpo. 4)	41.79	Tanaidáceos	7.89
Meiobentos	531.53	Braquiuros	40.01	Anfípodos	7.96
Zooxantelas	509.74	Peces omnívoros	32.11	Galateidos	7.97
Peces omnívoros	409.97	Peces coralívoros facultativos	28.14	Meiobentos	7.99
Algas rojas foliáceas	346.19	Peces carnívoros (gpo. 5)	24.62	Holo/meroplancton	8.06
Poliquetos	214.66	Peces carnívoros (gpo. 3)	19.58	Isópodos	8.15
Copépodos	209.57	Peces carnívoros (gpo. 1)	18.93	Peces zooplanctófagos	8.16
Holo/meroplancton	191.08	Camarones	18.51	Copépodos	8.22
Equinodermos	152.87	Poliquetos	15.80	Bacterias pelágicas	8.41
Anfípodos	145.83	Holo/meroplancton	13.31	Fitoplancton	9.73
Holotúridos/sipuncúlidos	135.64	Gasterópodos	13.20	Algas calcáreas	11.15
Peces coralívoros facultativos	126.51	Piscívoros (gpo. 2)	12.29	Algas rojas foliáceas	11.19
Isópodos	118.97	Cangrejos pagúridos	10.72	Algas ceramiales	11.21
Tanaidáceos	118.35	Peces herbívoros	7.01	Microfitobentos	11.90
Gasterópodos	117.51	Galateidos	6.77	Bacterias bentónicas	12.01
Braquiuros	98.97	Copépodos	6.47	Poliquetos	25.66
Fitoplancton	93.43	Invertebrados sésiles	6.40	Camarones	26.07
Invertebrados sésiles	75.41	Anfípodos	5.41	Gasterópodos	26.37
Peces coralívoros obligatorios	74.55	Isópodos	5.29	Bivalvos	26.84
Bacterias pelágicas	65.06	Cefalópodos	5.26	Peces carnívoros (gpo. 3)	27.19
Cangrejos pagúridos	49.31	Peces coralívoros obligatorios	4.17	Peces coralívoros obligatorios	27.42
Piscívoros (gpo. 1)	47.08	Tanaidáceos	3.02	Cefalópodos	27.67
Camarones	35.22	Estomatópodos	2.21	Cangrejos pagúridos	27.79
Galateidos	34.99	Meiobentos	1.81	Corales	27.92
Peces carnívoros (gpo. 4)	28.65	Holotúridos/sipuncúlidos	1.71	Braquiuros	28.30
Peces carnívoros (gpo. 5)	25.83	Peces zooplanctófagos	0.95	Estomatópodos	29.29
Algas calcáreas	23.26	Equinodermos	0.68	Peces carnívoros (gpo. 5)	29.68
Peces carnívoros (gpo. 3)	21.15	Fitoplancton	0.00	Peces omnívoros	30.32
Piscívoros (gpo. 2)	10.24	Microfitobentos	0.00	Piscívoros (gpo. 3)	30.43
Cefalópodos	9.04	Piscívoros (gpo. 3)	0.00	Peces carnívoros (gpo. 4)	30.98
Peces carnívoros (gpo. 1)	8.01	Piscívoros (gpo. 1)	0.00	Piscívoros (gpo. 2)	31.31
Asteroideos	7.26	Algas ceramiales	0.00	Asteroideos	31.43
Peces carnívoros (gpo. 2)	6.50	Bacterias pelágicas	0.00	Zooxantelas	32.28
Peces zooplanctófagos	5.88	Bacterias bentónicas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 1)	32.78
Bivalvos	4.86	Asteroideos	0.00	Peces coralívoros facultativos	32.80
Piscívoros (gpo. 3)	1.77	Algas rojas foliáceas	0.00	Peces carnívoros (gpo. 2)	35.35
Estomatópodos	1.25	Algas calcáreas	0.00	Piscívoros (gpo. 1)	39.82

gpo. = grupo

Anexo 38. Gradiente para el arrecife Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea considerando el escenario máximo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Peces herbívoros	2592.22	Microfitobentos	502.15	Equinodermos	12.27
Microfitobentos	1963.25	Zooxantelas	149.93	Invertebrados sésiles	12.39
Bacterias bentónicas	1069.72	Peces carnívoros (gpo. 2)	82.78	Holo/meroplancton	12.78
Algas ceramiales	1014.94	Peces carnívoros (gpo. 4)	75.97	Algas calcáreas	14.07
Corales	628.58	Peces omnívoros	59.03	Algas rojas foliáceas	14.14
Meiobentos	618.27	Peces coralívoros facultativos	55.64	Bacterias bentónicas	14.17
Zooxantelas	469.10	Braquiuros	49.17	Algas ceramiales	14.17
Peces omnívoros	448.07	Corales	48.59	Bacterias pelágicas	14.34
Algas rojas foliáceas	329.06	Peces carnívoros (gpo. 5)	46.00	Fitoplancton	14.71
Copépodos	220.05	Poliquetos	42.46	Peces zooplanctófagos	29.23
Poliquetos	211.85	Peces carnívoros (gpo. 3)	38.13	Bivalvos	30.50
Holo/meroplancton	208.75	Camarones	35.87	Gasterópodos	30.73
Anfípodos	151.55	Isópodos	30.09	Peces coralívoros obligatorios	31.17
Peces coralívoros facultativos	138.52	Copépodos	28.84	Holotúridos/sipuncúlidos	31.42
Holotúridos/sipuncúlidos	136.91	Peces carnívoros (gpo. 1)	22.83	Meiobentos	31.48
Isópodos	136.11	Bivalvos	22.32	Corales	31.63
Tanaidáceos	135.71	Meiobentos	19.98	Asteroideos	31.64
Gasterópodos	121.30	Galateidos	18.31	Peces herbívoros	31.82
Equinodermos	111.73	Holo/meroplancton	17.86	Cangrejos pagúridos	32.01
Invertebrados sésiles	88.02	Anfípodos	17.85	Cefalópodos	32.04
Fitoplancton	85.54	Tanaidáceos	14.99	Tanaidáceos	32.08
Peces coralívoros obligatorios	78.92	Peces herbívoros	13.16	Isópodos	32.12
Bacterias pelágicas	76.96	Holotúridos/sipuncúlidos	11.58	Anfípodos	32.48
Cangrejos pagúridos	56.28	Peces coralívoros obligatorios	10.32	Galateidos	32.48
Camarones	53.82	Invertebrados sésiles	9.71	Copépodos	32.50
Galateidos	37.08	Piscívoros (gpo. 2)	9.30	Estomatópodos	32.81
Peces carnívoros (gpo. 4)	30.48	Cefalópodos	8.77	Peces carnívoros (gpo. 3)	33.48
Algas calcáreas	29.39	Gasterópodos	8.66	Poliquetos	33.52
Peces carnívoros (gpo. 5)	28.56	Cangrejos pagúridos	8.42	Camarones	33.97
Peces carnívoros (gpo. 3)	22.17	Peces zooplanctófagos	3.40	Peces carnívoros (gpo. 5)	34.24
Piscívoros (gpo. 2)	19.92	Estomatópodos	2.21	Piscívoros (gpo. 3)	34.53
Piscívoros (gpo. 1)	18.83	Equinodermos	0.68	Peces omnívoros	34.88
Peces carnívoros (gpo. 1)	14.40	Asteroideos	0.00	Peces carnívoros (gpo. 4)	35.55
Peces carnívoros (gpo. 2)	11.07	Bacterias bentónicas	0.00	Piscívoros (gpo. 2)	35.56
Asteroideos	10.43	Piscívoros (gpo. 3)	0.00	Zooxantelas	35.60
Cefalópodos	10.22	Algas rojas foliáceas	0.00	Peces coralívoros facultativos	35.69
Peces zooplanctófagos	6.80	Algas calcáreas	0.00	Braquiuros	35.75
Bivalvos	5.76	Ceramiales	0.00	Microfitobentos	36.85
Piscívoros (gpo. 1)	3.39	Fitoplancton	0.00	Peces carnívoros (gpo. 1)	37.00
Braquiuros	1.73	Bacterias pelágicas	0.00	Piscívoros (gpo. 1)	39.48
Estomatópodos	1.36	Piscívoros (gpo. 1)	0.00	Peces carnívoros (gpo. 2)	39.71

gpo. = grupo

Anexo 39. Gradiente para el arrecife Gran Barrera Arrecifal (zona norte) considerando el escenario mínimo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	728.48	Crustáceos	80.07	Cardúmenes grandes	9.09
Fitoplancton	533.36	Scómbridos/carángidos	34.64	Animales sésiles	21.59
Autótrofos bentónicos	509.88	Cardúmenes pequeños	31.52	Autótrofos bentónicos	23.13
Peces herbívoros	424.08	Peces omnívoros pequeños	28.03	Zooplankton	24.44
Descomponedores y microfauna	145.14	Tiburones y rayas	19.64	Descomponedores y microfauna	26.89
Animales sésiles	100.34	Moluscos y poliquetos	19.24	Fitoplancton	27.13
Cardúmenes pequeños	99.16	Cefalópodos	13.25	Tortugas grandes	29.25
Moluscos y poliquetos	70.95	Peces carnívoros grandes	11.86	Peces herbívoros	31.26
Equinodermos	44.85	Equinodermos	5.30	Meros grandes	32.15
Peces omnívoros pequeños	41.43	Animales sésiles	3.72	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	32.35
Peces carnívoros grandes	40.90	Zooplankton	3.05	<i>Penaeus esculentus</i>	32.51
Crustáceos	39.21	<i>Penaeus longistylus</i>	1.36	<i>Penaeus longistylus</i>	32.54
Tiburones y rayas	6.70	Peces herbívoros	1.26	Aves marinas	32.92
<i>Penaeus esculentus</i>	5.72	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	1.19	Equinodermos	33.85
Cefalópodos	5.47	<i>Penaeus esculentus</i>	0.87	Moluscos y poliquetos	33.91
<i>Metapenaeus endeavouri</i>	3.03	Meros grandes	0.00	Cefalópodos	34.50
Scómbridos/carángidos	2.94	Tortugas grandes	0.00	Cardúmenes pequeños	35.34
Aves marinas	2.74	Cardúmenes grandes	0.00	Tiburones y rayas	35.39
<i>Penaeus longistylus</i>	2.65	Aves marinas	0.00	Peces omnívoros pequeños	35.72
Meros grandes	0.29	Descomponedores y microfauna	0.00	Peces carnívoros grandes	35.80
Tortugas grandes	0.05	Fitoplancton	0.00	Scómbridos/carángidos	35.91
Cardúmenes grandes	0.00	Autótrofos bentónicos	0.00	Crustáceos	36.43

Anexo 40. Gradiente para el arrecife Gran Barrera Arrecifal (zona norte) considerando el escenario máximo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	1986.06	Crustáceos	78.41	Animales sésiles	24.93
Autótrofos bentónicos	1785.29	Scómbridos/carángidos	37.73	Autótrofos bentónicos	27.49
Peces herbívoros	1457.51	Cardúmenes pequeños	31.35	Zooplankton	29.36
Fitoplancton	1275.42	Peces omnívoros pequeños	27.03	Descomponedores y microfauna	33.33
Descomponedores y microfauna	590.75	Moluscos y poliquetos	19.16	Fitoplancton	33.75
Moluscos y poliquetos	290.93	Tiburones y rayas	17.73	Peces herbívoros	36.78
Cardúmenes pequeños	282.62	Cefalópodos	13.25	Tortugas grandes	38.10
Animales sésiles	256.30	Peces carnívoros grandes	10.11	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	38.80
Equinodermos	207.31	Equinodermos	5.22	<i>Penaeus esculentus</i>	38.80
Peces carnívoros grandes	150.83	Animales sésiles	3.64	<i>Penaeus longistylus</i>	38.88
Crustáceos	150.70	Zooplankton	3.05	Meros grandes	39.15
Peces omnívoros pequeños	122.46	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	1.56	Moluscos bentónicos	40.82
Cefalópodos	22.35	<i>Penaeus longistylus</i>	1.36	Equinodermos	40.82
Scómbridos/carángidos	21.20	Peces herbívoros	1.26	Cefalópodos	41.93
<i>Penaeus esculentus</i>	17.60	<i>Penaeus esculentus</i>	0.84	Cardúmenes pequeños	43.28
Tiburones y rayas	13.84	Meros grandes	0.33	Peces omnívoros pequeños	43.96
<i>Metapenaeus endeavouri</i>	10.39	Tortugas grandes	0.00	Aves marinas	43.98
<i>Penaeus longistylus</i>	8.34	Aves marinas	0.00	Tiburones y rayas	44.01
Aves marinas	7.94	Descomponedores y microfauna	0.00	Peces carnívoros grandes	44.34
Meros grandes	0.61	Fitoplancton	0.00	Scómbridos/carángidos	44.69
Tortugas grandes	0.12	Autótrofos bentónicos	0.00	Crustáceos	44.96

Anexo 41. Gradiente para el arrecife Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) considerando el escenario mínimo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	1449.80	Otros peces demersales	26.72	P. planctívoros grandes	13.78
Algas epilíticas	1448.65	Invertebrados pequeños	23.79	Peces coralívoros	13.79
Fitoplancton	1218.06	Invertebrados grandes	10.46	P. herbívoros grandes	13.80
Invertebrados pequeños	849.70	Lutjánidos pequeños	5.51	Peces detritívoros	13.82
Invertebrados grandes	535.31	P. planctívoros pequeños	5.24	P. herbívoros pequeños	13.82
Corales y zooxantelas	407.65	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	4.96	P. planctívoros pequeños	13.86
P. herbívoros pequeños	352.80	Zooplankton	4.20	Invertebrados pequeños	21.93
P. herbívoros grandes	350.99	Peces coralívoros	4.05	Esponjas	22.24
Esponjas	113.83	P. herbívoros grandes	3.64	Algas epilíticas	22.28
Otros peces demersales	91.83	Lutjánidos grandes	3.58	Corales y zooxantelas	22.37
Peces coralívoros	37.83	Peces detritívoros	2.04	Cefalópodos	34.44
P. planctívoros grandes	36.65	P. herbívoros pequeños	1.84	Zooplankton	34.61
Lutjánidos pequeños	28.49	Cefalópodos	1.68	Invertebrados grandes	35.40
Peces detritívoros	26.30	Esponjas	1.03	Otros peces letrínidos	37.13
Otros peces letrínidos	21.82	P. planctívoros grandes	0.46	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	38.21
Cefalópodos	17.55	Corales y zooxantelas	0.33	Serránidos grandes	38.62
Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	14.99	Serránidos pequeños	0.13	Serránidos pequeños	38.62
Peces pelágicos	12.75	Otros peces letrínidos	0.13	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	38.72
Lutjánidos grandes	7.37	Serránidos grandes	0.13	Lutjánidos grandes	39.12
Serránidos pequeños	7.28	Peces pelágicos	0.08	Lutjánidos pequeños	39.15
Serránidos grandes	3.85	Tiburones y rayas	0.00	Otros peces demersales	39.20
<i>Lethrinus chrysostomus</i>	3.16	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	0.00	Fitoplancton	40.68
Tiburones y rayas	1.49	Fitoplancton	0.00	Peces pelágicos	50.35
P. planctívoros pequeños	0.29	Algas epilíticas	0.00	Tiburones y rayas	86.31

P. = peces

Anexo 42. Gradiente para el arrecife Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) considerando el escenario máximo de perturbación.

Grado (D)		Intermediación (Bc)		Cercanía (Cc)	
Zooplankton	2782.54	Otros peces demersales	26.72	P. planctívoros grandes	13.78
Algas epilíticas	2660.49	Invertebrados pequeños	23.79	Peces coralívoros	13.79
Fitoplancton	2171.94	Invertebrados grandes	10.46	P. herbívoros grandes	13.80
Invertebrados pequeños	1537.45	Lutjánidos pequeños	5.51	Peces detritívoros	13.82
Invertebrados grandes	1368.46	P. planctívoros grandes	5.24	P. herbívoros pequeños	13.82
Corales y zooxantelas	1041.93	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	4.96	P. planctívoros pequeños	13.86
P. herbívoros pequeños	794.32	Zooplankton	4.20	Invertebrados pequeños	21.93
P. herbívoros grandes	725.26	Peces coralívoros	4.05	Esponjas	22.24
Otros peces demersales	334.44	P. herbívoros grandes	3.64	Algas epilíticas	22.28
Esponjas	223.70	Lutjánidos grandes	3.58	Corales y zooxantelas	22.37
Peces coralívoros	132.98	Peces detritívoros	2.04	Cefalópodos	34.44
P. planctívoros pequeños	107.46	P. herbívoros pequeños	1.84	Zooplankton	34.61
Cefalópodos	91.38	Cefalópodos	1.68	Invertebrados grandes	35.40
Lutjánidos pequeños	72.47	Esponjas	1.03	Otros peces letrínidos	37.13
Otros peces letrínidos	53.69	P. planctívoros grandes	0.46	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	38.21
Peces detritívoros	52.59	Corales y zooxantelas	0.33	Serránidos grandes	38.62
Peces pelágicos	35.50	Serránidos pequeños	0.13	Serránidos pequeños	38.62
Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	29.70	Otros peces letrínidos	0.13	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	38.72
Serránidos pequeños	17.79	Serránidos grandes	0.13	Lutjánidos grandes	39.12
Lutjánidos grandes	16.25	Peces pelágicos	0.08	Lutjánidos pequeños	39.15
<i>Lethrinus chrysostomus</i>	10.75	Tiburones y rayas	0.00	Otros peces demersales	39.20
Serránidos grandes	8.03	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	0.00	Fitoplancton	40.68
Tiburones y rayas	2.87	Fitoplancton	0.00	Peces pelágicos	50.35
P. planctívoros grandes	0.32	Algas epilíticas	0.00	Tiburones y rayas	86.31

P.= peces

Anexo 43. Gradiente para el Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia identificado por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
P. carnívoros grandes (d)	0.01	P. carnívoros pequeños (d)	-0.06
Macrófitas bentónicas	-0.03	Macrófitas bentónicas	-0.06
Piscívoros grandes (d)	-0.07	Piscívoros grandes (d)	-0.10
P. carnívoros pequeños (d)	-0.11	Fitoplancton	-0.14
Fitoplancton	-0.13	P. herbívoros grandes (d)	-0.15
P. herbívoros grandes (d)	-0.13	Zooplancton	-0.18
Zooplancton	-0.17	P. carnívoros grandes (d)	-0.23
Microfitas bentónicas	-0.24	M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	-0.23
Piscívoros grandes (pelág.)	-0.28	Microfitas bentónicas	-0.24
Meiofauna	-0.30	Meiofauna	-0.27
P. pelágicos pequeños	-0.42	Cefalópodos	-0.33
Cefalópodos	-0.46	Piscívoros grandes (pelág.)	-0.34
M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	-0.53	P. planctívoros pequeños (d)	-0.38
P. planctívoros peq. (d)	-0.62	M_inv_ben. sedimentófagos (gpo. 5)	-0.53
M_inv_ben. carnívoros (gpo. 1)	-0.63	P. pelágicos pequeños	-0.58
M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	-0.80	P. omnívoros (d)	-0.84
M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	-0.90	P. planctívoros grandes (pelág.)	-0.85
P. planctívoros grandes (pelág.)	-0.91	M_inv_ben. filtradores (gpo. 3)	-0.96
P. herbívoros pequeños (d)	-1.00	P. herbívoros pequeños (d)	-0.97
P. omnívoros (d)	-1.42	M_inv_ben. herbívoros (gpo. 2)	-1.34
M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	-1.69	M_inv_ben. depositadores (gpo. 4)	-1.63
Tiburones (d)	-2.61	Tiburones (d)	-2.14

d = demersales, gpo. = grupo, M_inv_ben. = macroinvertebrados bentónicos, P = peces, pelág. = pelágico

Anexo 44. Gradiente para la Barrera Arrecifal de Tiahura identificado por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Piscívoros (gpo. 1)	0.38	Piscívoros (gpo. 1)	0.27
Cangrejos braquiuros	0.13	Peces carnívoros (gpo. 7)	-0.06
Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.07	Peces herbívoros	-0.09
Corales	-0.07	Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.12
Peces herbívoros	-0.08	Bacterias bentónicas	-0.12
Bacterias bentónicas	-0.10	Corales	-0.12
Equinodermos	-0.17	Cangrejos braquiuros	-0.13
Algas ceramiales	-0.17	Algas ceramiales	-0.15
Holo/meroplancton	-0.19	Holo/meroplancton	-0.20
Peces carnívoros (gpo. 6)	-0.25	Peces carnívoros (gpo. 6)	-0.21
Meiobentos	-0.28	Peces carnívoros (gpo. 8)	-0.21
Peces carnívoros (gpo. 7)	-0.29	Meiobentos	-0.25
Zooxantelas	-0.30	Equinodermos	-0.26
Peces carnívoros (gpo. 8)	-0.38	Peces coralívoros facultativos	-0.27
Poliquetos	-0.38	Zooxantelas	-0.32
Peces coralívoros facultativos	-0.42	Poliquetos	-0.41
Invertebrados sésiles	-0.48	Camarones	-0.44
Camarones	-0.55	Peces carnívoros (gpo. 4)	-0.46
Anfípodos	-0.58	Microfitobentos	-0.49
Microfitobentos	-0.61	Peces coralívoros obligatorios	-0.51
Peces carnívoros (gpo. 4)	-0.62	Peces omnívoros	-0.58
Fitoplancton	-0.69	Anfípodos	-0.61
Isópodos	-0.70	Isópodos	-0.62
Galateidos	-0.73	Fitoplancton	-0.63
Larvas de peces	-0.73	Copépodos	-0.68
Copépodos	-0.76	Peces carnívoros (gpo. 3)	-0.73
Peces coralívoros obligatorios	-0.80	Galateidos	-0.73

			<i>continuación</i>
Peces carnívoros (gpo. 3)	-0.80	Gasterópodos	-0.79
Cangrejos pagúridos	-0.80	Cangrejos pagúridos	-0.80
Gasterópodos	-0.81	Piscívoros (gpo. 2)	-0.81
Tanaidáceos	-0.86	Invertebrados sésiles	-0.83
Algas rojas foliáceas	-0.90	Larvas de peces	-0.84
Bacterias pelágicas	-0.99	Bacterias pelágicas	-0.91
Peces omnívoros	-1.07	Piscívoros (gpo. 3)	-0.92
Cefalópodos	-1.09	Tanaidáceos	-0.93
Peces carnívoros (gpo. 1)	-1.26	Cefalópodos	-0.95
Holotúridos/sipuncúlidos	-1.33	Peces zooplanctófagos	-1.13
Estomatópodos	-1.51	Algas rojas foliáceas	-1.23
Asteroideos	-1.60	Holotúridos/sipuncúlidos	-1.31
Peces zooplanctófagos	-1.69	Peces carnívoros (gpo. 1)	-1.56
Peces carnívoros (gpo. 5)	-1.79	Estomatópodos	-1.57
Algas calcáreas	-1.80	Algas calcáreas	-1.65
Piscívoros (gpo. 3)	-1.93	Asteroideos	-1.84
		Peces carnívoros (gpo. 5)	-2.06

gpo. = grupo

Anexo 45. Gradiente para el arrecife de Bolinao, Pangasinan identificado por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Crustáceos	-0.01	Zooplankton	-0.01
Peces damisela	-0.02	Peces damisela	-0.02
Zooplankton	-0.02	Crustáceos	-0.02
Meros	-0.03	Peces cardenales	-0.02
Peces cardenales	-0.07	Meros	-0.02
Otros peces piscívoros	-0.12	Erizos marinos	-0.11
Lábridos	-0.17	Otros piscívoros	-0.17
Erizos marinos	-0.17	Peces loro	-0.19
Peces loro	-0.20	Algas bentónicas	-0.19
Algas bentónicas	-0.23	Lábridos	-0.22
Calamar	-0.31	Calamar	-0.30
Otros invertebrados	-0.37	Otros invertebrados	-0.33
Pastos marinos	-0.38	Pastos marinos	-0.35
<i>Siganus fuscescens</i>	-0.48	Corales productores	-0.45
Corales productores	-0.52	Otros peces omnívoros	-0.50
Morenas	-0.59	<i>Siganus fuscescens</i>	-0.56
Otros peces omnívoros	-0.75	Morenas	-0.59
Moluscos	-0.91	Moluscos	-0.98
Corales constructores	-0.95	Corales constructores	-1.01
<i>Siganus spinus</i>	-1.01	<i>Siganus spinus</i>	-1.01
Góbidos	-1.18	Góbidos	-1.05
Fitoplancton	-1.63	Fitoplancton	-1.70
Pepinos marinos	-1.78	Pepinos marinos	-1.93

Anexo 46. Gradiente para el arrecife del Caribe Mexicano identificado por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Crustáceos	-0.23	Crustáceos	-0.25
Peces carnívoros	-0.29	Productores bentónicos	-0.26
Moluscos y poliquetos	-0.29	Peces carnívoros	-0.30
Cardúmenes	-0.30	Moluscos y poliquetos	-0.31
Productores bentónicos	-0.31	Cardúmenes	-0.34
Zooplankton	-0.41	Zooplankton	-0.41
Fitoplancton	-0.44	Fitoplancton	-0.48
Peces herbívoros	-0.56	Peces herbívoros	-0.52
Meros	-0.63	Animales sésiles	-0.70
Animales sésiles	-0.64	Equinodermos	-0.75
Scómbridos/carángidos	-0.71	Meros	-0.76
Equinodermos	-0.73	Scómbridos/carángidos	-0.90
Peces omnívoros	-1.11	Cefalópodos	-1.00
Cefalópodos	-1.12	Peces omnívoros	-1.02
Tiburones y rayas	-1.16	Tiburones y rayas	-1.38
Aves marinas	-1.50	Aves marinas	-1.46

Anexo 47. Gradiente para Cayos Looe identificado por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Tiburones y rayas	-0.01	Tiburones y rayas	-0.06
Peces carnívoros grandes	-0.09	Peces carnívoros grandes	-0.09
Zooplankton	-0.16	Zooplankton	-0.14
Crustáceos	-0.24	Productores bentónicos	-0.18
Productores bentónicos	-0.26	Piscívoros mesopelágicos	-0.22
Piscívoros mesopelágicos	-0.28	Descomponedores/microfauna	-0.27
Descomponedores/microfauna	-0.32	Crustáceos	-0.27
Meros grandes	-0.33	Moluscos y poliquetos	-0.38
Moluscos y poliquetos	-0.42	Meros grandes	-0.44
Peces carnívoros pequeños	-0.46	Animales sésiles	-0.51
Peces herbívoros pequeños	-0.49	Peces carnívoros pequeños	-0.57
Equinodermos	-0.57	Equinodermos	-0.57
Peces herbívoros grandes	-0.61	Peces herbívoros pequeños	-0.60
Animales sésiles	-0.61	Peces herbívoros grandes	-0.63
Peces planctívoros grandes	-0.63	Peces planctívoros grandes	-0.66
Peces planctívoros pequeños	-0.65	Peces planctívoros pequeños	-0.71
Fitoplancton	-0.70	Fitoplancton	-0.76
Cefalópodos	-0.88	Cefalópodos	-0.99

Anexo 48. Gradiente para la Franja Arrecifal de Tiahura identificado por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Piscívoros (gpo. 1)	0.26	Peces omnívoros	0.14
Peces omnívoros	0.13	Peces carnívoros (gpo. 2)	0.14
Peces carnívoros (gpo. 2)	-0.04	Piscívoros (gpo. 1)	0.06
Peces herbívoros	-0.09	Piscívoros (gpo. 2)	-0.05
Peces coralívoros facultativos	-0.09	Peces herbívoros	-0.08
Bacterias bentónicas	-0.12	Peces coralívoros facultativos	-0.09
Holo/meroplancton	-0.13	Holo/meroplancton	-0.13
Corales	-0.18	Bacterias bentónicas	-0.13
Zooxantelas	-0.22	Corales	-0.19
Algas ceramiales	-0.24	Peces carnívoros (gpo. 3)	-0.20
Peces carnívoros (gpo. 3)	-0.26	Peces carnívoros (gpo. 4)	-0.24
Peces carnívoros (gpo. 4)	-0.28	Zooxantelas	-0.25
Meiobentos	-0.34	Algas ceramiales	-0.26
Invertebrados sésiles	-0.38	Peces carnívoros (gpo. 1)	-0.27
Microfitobentos	-0.39	Meiobentos	-0.32
Peces carnívoros (gpo. 5)	-0.40	Invertebrados sésiles	-0.36
Cangrejos braquiuros	-0.42	Peces carnívoros (gpo. 5)	-0.38
Poliquetos	-0.45	Microfitobentos	-0.41
Piscívoros (gpo. 2)	-0.50	Isópodos	-0.47
Peces coralívoros obligatorios	-0.51	Poliquetos	-0.48
Isópodos	-0.52	Gasterópodos	-0.50
Gasterópodos	-0.54	Peces coralívoros obligatorios	-0.50
Peces carnívoros (gpo. 1)	-0.59	Galateidos	-0.56
Fitoplancton	-0.61	Cangrejos pagúridos	-0.65
Galateidos	-0.62	Anfípodos	-0.67
Cangrejos pagúridos	-0.63	Fitoplancton	-0.68
Equinodermos	-0.63	Copépodos	-0.70
Anfípodos	-0.69	Equinodermos	-0.74
Copépodos	-0.73	Camarones	-0.77
Algas rojas foliáceas	-0.74	Algas rojas foliáceas	-0.77
Cefalópodos	-0.78	Cefalópodos	-0.78
Tanaidáceos	-0.80	Tanaidáceos	-0.78
Holotúridos/sipuncúlidos	-0.89	Bacterias pelágicas	-0.91
Bacterias pelágicas	-0.95	Holotúridos/sipuncúlidos	-0.93
Camarones	-0.95	Piscívoros (gpo. 3)	-0.96
Peces zooplanctófagos	-1.06	Peces zooplanctófagos	-1.05
Asteroideos	-1.15	Asteroideos	-1.08
Piscívoros (gpo. 3)	-1.27	Bivalvos	-1.35
Bivalvos	-1.43	Estomatópodos	-1.55
Estomatópodos	-1.44	Algas calcáreas	-1.86
Algas calcáreas	-1.93	Cangrejos braquiuros	-2.48

gpo. = grupo

Anexo 49. Gradiente para la Gran Barrera Arrecifal (zona norte) identificado por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Peces omnívoros pequeños	-0.07	Peces omnívoros pequeños	-0.04
Peces carnívoros grandes	-0.16	Zooplankton	-0.06
Tiburones y rayas	-0.18	Peces herbívoros	-0.16
Zooplankton	-0.24	Peces carnívoros grandes	-0.18
Cardúmenes pequeños	-0.26	Tiburones y rayas	-0.19
Peces herbívoros	-0.30	Cardúmenes pequeños	-0.21
Fitoplancton	-0.32	Fitoplancton	-0.26
Descomponedores y microfauna	-0.40	Descomponedores y microfauna	-0.29
Animales sésiles	-0.42	Moluscos y poliquetos	-0.38
Moluscos y poliquetos	-0.51	Cefalópodos	-0.40
Crustáceos	-0.56	Crustáceos	-0.44
Autótrofos bentónicos	-0.56	<i>Penaeus esculentus</i>	-0.46
Equinodermos	-0.71	Equinodermos	-0.48
<i>Penaeus esculentus</i>	-0.79	Autótrofos bentónicos	-0.55
Aves marinas	-0.99	Animales sésiles	-0.58
Cefalópodos	-1.00	Scómbridos y carángidos	-0.73
Scómbridos y carángidos	-1.06	Aves marinas	-0.75
<i>Metapenaeus endeavouri</i>	-1.15	<i>Metapenaeus endeavouri</i>	-1.10
<i>Penaeus longistylus</i>	-1.17	<i>Penaeus longistylus</i>	-1.16
Meros grandes	-1.33	Meros grandes	-1.40

Anexo 50. Gradiente para la Gran Barrera Arrecifal (zona plataforma media) identificado por el índice de especie clave (Lks) bajo el enfoque de los dos escenarios de perturbación. Escenarios con mínima (Emin) y máxima (Emax) biomasa.

Emin	Lks	Emax	Lks
Fitoplancton	-0.19	Invertebrados grandes	-0.15
Invertebrados grandes	-0.20	Fitoplancton	-0.19
Corales y zooxantelas	-0.24	Zooplancton	-0.25
Invertebrados pequeños	-0.24	Algas epilíticas	-0.26
Zooplancton	-0.25	Corales y zooxantelas	-0.28
Algas epilíticas	-0.26	Otros peces demersales	-0.28
Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	-0.32	Invertebrados pequeños	-0.35
Otros peces demersales	-0.37	Lutjánidos pequeños	-0.38
Lutjánidos pequeños	-0.41	Mero (<i>Plectropomus spp.</i>)	-0.47
Peces coralívoros	-0.49	P. herbívoros pequeños	-0.49
P. herbívoros grandes	-0.54	P. herbívoros grandes	-0.52
Peces pelágicos	-0.56	Peces coralívoros	-0.55
P. herbívoros pequeños	-0.56	Cefalópodos	-0.64
Serránidos pequeños	-0.71	Peces pelágicos	-0.64
Lutjánidos grandes	-0.73	Serránidos pequeños	-0.72
Otros peces letrínidos	-0.75	Lutjánidos grandes	-0.76
Serránidos grandes	-0.77	Serránidos grandes	-0.81
Cefalópodos	-0.91	Otros peces letrínidos	-0.92
P. planctívoros pequeños	-1.21	P. planctívoros pequeños	-1.18
Esponjas	-1.26	Esponjas	-1.28
Peces detritívoros	-1.38	Peces detritívoros	-1.41
Tiburones y rayas	-1.51	<i>Lethrinus chrysostomus</i>	-1.56
<i>Lethrinus chrysostomus</i>	-1.58	Tiburones y rayas	-1.66
P. planctívoros grandes	-2.61		

P. = peces

Anexo 51. Matriz de consumos para el modelo de Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia. 1. Piscívoros grandes (pelágicos), 2. Peces planctívoros grandes (pelágicos), 3. Peces pelágicos pequeños, 4. Tiburones (demersales), 5. Piscívoros grandes (demersales), 6. Peces carnívoros grandes (demersales), 7. Peces carnívoros pequeños (demersales), 8. Peces planctívoros pequeños (demersales), 9. Peces herbívoros grandes (demersales), 10. Peces herbívoros pequeños (demersales), 11. Peces omnívoros (demersales), 12. Cefalópodos, 13. Macroinvertebrados bentónicos carnívoros (grupo 1), 14. Macroinvertebrados bentónicos herbívoros (grupo 2), 15. Macroinvertebrados bentónicos filtradores (grupo 3), 16. Macroinvertebrados bentónicos depositadores (grupo 4), 17. Macroinvertebrados bentónicos sedimentófagos (grupo 5), 18. Meiofauna, 19. Zooplancton, 20. Corales y zooxantelas, 21. Fitoplancton, 22. Macrófitas bentónicas, 23. Micrófitas bentónicas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0.08	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.21	0.00	0.00	0.08	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.02	0.00	0.00	0.02	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.15	0.00	0.00	0.04	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.05	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.26	0.00	0.00	0.00	0.22	0.62	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.05	0.00	0.00	0.03	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.10	0.00	0.00	0.02	0.11	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.76	0.34	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.36	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.54	0.09	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	1.62	0.00	0.00	0.01	0.00	0.62	0.00	0.10	0.02	0.43	12.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	2.97	6.20	0.00	0.00	0.00	0.17	7.53	0.00	0.07	0.02	0.42	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.98	3.86	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00	0.00	68.25	0.98	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.21	1.17	0.12	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.18	1.83	63.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo 52. Matriz de consumos para el modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa. 1. Piscívoros (grupo 1), 2. Piscívoros (grupo 2), 3. Piscívoros (grupo 3), 4. Peces carnívoros (grupo 1), 5. Peces carnívoros (grupo 2), 6. Peces carnívoros (grupo 3), 7. Peces carnívoros (grupo 4), 8. Peces carnívoros (grupo 5), 9. Peces carnívoros (grupo 6), 10. Peces carnívoros (grupo 7), 11. Peces carnívoros (grupo 8), 12. Peces coralívoros facultativos, 13. Peces coralívoros obligatorios, 14. Peces omnívoros, 15. Peces herbívoros, 16. Peces zooplancófagos, 17. Copépodos, 18. Anfípodos, 19. Isópodos, 20. Cangrejos braquiuros, 21. Cangrejos pagúridos, 22. Galateidos, 23. Tanaidáceos, 24. Camarones, 25. Estomatópodos, 26. Poliquetos, 27. Gasterópodos, 28. Bivalvos, 29. Cefalópodos, 30. Asteroideos, 31. Holotúridos y sipuncúlidos, 32. Equinodermos, 33. Meiobentos, 34. Corales, 35. Invertebrados sésiles, 36. Holo/meroplancton, 37. Larvas de peces, 38. Bacterias bentónicas, 39. Bacterias pelágicas, 40. Algas rojas foliáceas, 41. Algas calcáreas, 42. Algas ceramiales, 43. Fitoplancton, 44. Microfitobentos, 45. Zooxantelas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
9	5	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	15	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
11	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
12	7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
13	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
14	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
15	85	3	4	0	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	6	0	1	0	0	0	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	1	0	1	11	13	0	0	1	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	3	0	0	0	0	0	1	0	0	7	25	0	0	0	0	1	0	0	0	26	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	5	0	0	1	1	1	7	0	41	37	10	0	0	1	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	1	0	0	0	0	1	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
22	0	0	0	0	0	0	1	0	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
24	8	0	0	0	2	1	2	0	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
26	0	0	0	0	0	2	1	0	1	36	6	10	0	2	0	0	0	0	0	7	1	0	0	4	1	14	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

continuación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45			
27	0	0	0	0	0	3	2	0	13	25	1	5	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
32	0	0	0	4	0	0	0	0	9	2	24	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	50	7	0	0	24	2	80	22	0	0	3	11	0	536	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	2	45	38	1	0	0	0	0	0	11	2	0	0	4	1	17	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	7	17	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	0	0	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	16	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	36	35	201	133	22	18	141	0	0	0	79	0	0	0	51	0	2585	0	0	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	33	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	18	432	0	16	15	8	6	1	1	7	2	0	71	3	0	0	0	0	0	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	8	0	56	1252	1	49	47	24	18	3	3	20	8	0	218	9	0	0	0	0	0	640	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	19	0	0	0	19	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2591	0	0	0	26	1	0	0	1	0	0	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	422	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 53. Matriz de consumos para el modelo Bolinao, Pangasinan, Filipinas. 1. Pastos marinos, 2. Algas bentónicas, 3. Zooplancton, 4. Pepinos marinos, 5. Erizos marinos, 6. *Siganus fuscescens*, 7. *Siganus spinus*, 8. Meros, 9. Lábridos, 10. Morenas, 11. Peces damisela, 12. Góbidos, 13. Peces loro, 14. Peces cardenales, 15. Calamar, 16. Otros peces planctívoros, 17. Otros piscívoros, 18. Otros peces herbívoros, 19. Otros peces omnívoros, 20. Corales constructores, 21. Corales productores, 22. Otros invertebrados, 23. Crustáceos, 24. Moluscos, 25. Fitoplancton.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.00	0.00	0.00	0.00	577.67	178.37	6.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	206.31	42.25	16.91	0.00	0.00	0.00	21.41	0.13	24.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	5.91	0.00	0.00	0.00	7.84	12.27	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.45	0.00	0.00	0.00	1.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.02	0.00	35.46	0.00	22.35	31.81	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.91	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.11	0.06	0.00	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	0.17	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.21	0.03	0.00	0.00	0.00	0.48	1.52	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	25.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	23.06	0.00	0.00	5.16	3.41	0.00	0.37	0.00	0.00	0.28	0.00	1.25	0.52	0.12	0.07	0.00	0.00	10.09	0.00	4.34	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.84	0.46	6.14	1.72	0.00	3.15	4.30	0.12	0.35	0.01	8.41	0.00	0.00	0.00	13.48	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.93	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.03	0.00	0.86	0.00	0.00	0.00	2.98	0.00	0.00
25	0.00	0.00	9.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00

Anexo 54. Matriz de consumos para el modelo del Caribe Mexicano. 1. Fitoplancton, 2. Productores bentónicos, 3. Zooplancton, 4. Animales sésiles, 5. Moluscos y poliquetos, 6. Crustáceos, 7. Equinodermos, 8. Cefalópodos, 9. Tortugas marinas, 10. Aves marinas, 11. Peces herbívoros, 12. Peces omnívoros, 13. Peces carnívoros, 14. Meros, 15. Cardúmenes, 16. Scómbridos y carángidos, 17. Tiburones y rayas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0.000	0.000	2028.114	337.836	4.686	324.953	160.066	0.000	0.000	0.000	28.100	0.000	6.573	0.000	97.374	0.000	0.000
2	0.000	0.000	0.000	2616.690	2309.994	372.557	1222.480	0.000	0.095	0.000	3069.104	76.419	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	302.349	0.000	9.371	157.302	5.277	18.507	0.000	0.000	9.367	22.795	16.104	0.000	136.991	2.950	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000	435.760	254.581	131.922	0.000	0.028	0.000	0.000	13.677	13.803	0.000	21.002	0.000	0.053
5	0.000	0.000	0.000	0.000	210.851	405.673	5.277	51.179	0.013	0.000	0.000	30.394	65.401	0.000	91.168	0.516	0.593
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	84.860	0.000	14.730	0.073	0.000	0.000	9.769	66.058	4.473	109.784	0.000	0.414
7	0.000	0.000	0.000	0.000	23.428	368.418	0.000	0.000	0.008	0.000	0.000	9.769	56.199	0.000	0.000	1.404	0.018
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.970	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.404	0.041
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.000	3.474	25.306	1.039	0.000	9.911	0.129
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.028	0.000	3.256	4.930	0.000	0.000	2.836	0.188
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.567	0.012	0.170	0.000	0.000	4.601	4.961	0.000	4.898	0.411
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094	0.000	0.000	0.000	0.000	0.329	0.127	0.000	0.000	0.025
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.283	0.000	1.240	0.000	0.434	0.000	0.000	20.048	3.581	0.363
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.146	0.062
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Anexo 55. Matriz de consumos para el modelo de Cayos Looe, Florida, EUA. 1. Tiburones y rayas, 2. Piscívoros mesopelágicos, 3. Peces planctívoros grandes, 4. Peces carnívoros grandes, 5. Peces planctívoros pequeños, 6. Peces carnívoros pequeños, 7. Meros grandes, 8. Peces herbívoros pequeños, 9. Peces herbívoros grandes, 10. Tortugas, 11. Cefalópodos, 12. Equinodermos, 13. Crustáceos, 14. Moluscos y poliquetos, 15. Animales sésiles, 16. Zooplancton, 17. Descomponedores y microfauna, 18. Fitoplancton, 19. Productores bentónicos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.88	62.34	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.22	86.88	0.00	6.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.09	86.22	0.00	76.73	0.00	10.81	3.55	0.00	0.00	0.00	3.81	0.00	9.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.22	98.82	0.00	45.14	2.81	3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	12.38	0.00	9.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.70	66.32	0.00	103.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	3.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.53	102.14	0.00	12.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.36	66.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.77	11.94	0.00	15.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.86	0.00	3.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.19	0.00	0.00	177.54	0.00	66.44	0.00	2.60	0.00	0.00	0.00	115.18	229.20	8.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	1.97	26.53	34.73	150.46	8.43	123.60	2.43	0.00	2.16	0.01	24.58	5.76	72.19	44.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	2.34	41.78	88.10	496.50	0.00	338.36	0.00	2.60	0.00	0.00	79.82	99.82	579.31	284.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.10	0.00	110.97	108.33	4.22	125.15	0.00	0.00	10.81	0.02	0.00	376.26	63.17	258.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	13.26	604.85	180.55	684.22	247.20	0.00	10.41	0.00	0.00	37.72	5.76	126.33	26.69	374.84	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	42.23	92.04	769.64	284.88	5369.75	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.76	9.02	373.70	164.93	1339.09	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	8.47	130.90	0.00	333.73	0.00	2572.50	1959.40	0.02	0.00	1063.50	360.94	796.34	1259.48	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo 56. Matriz de consumos para el modelo de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa considerando el escenario de máxima (Emax) biomasa en estado de perturbación. 1. Piscívoros (grupo 1), 2. Piscívoros (grupo 2), 3. Piscívoros (grupo 3), 4. Peces carnívoros (grupo 1), 5. Peces carnívoros (grupo 2), 6. Peces carnívoros (grupo 3), 7. Peces carnívoros (grupo 4), 8. Peces carnívoros (grupo 5), 9. Peces coralívoros facultativos, 10. Peces coralívoros obligatorios, 11. Peces omnívoros, 12. Peces herbívoros, 13. Peces zooplancófagos, 14. Copépodos, 15. Anfípodos, 16. Isópodos, 17. Cangrejos braquiuros, 18. Cangrejos pagúridos, 19. Galateidos, 20. Tanaidáceos, 21. Camarones, 22. Estomatópodos, 23. Poliquetos, 24. Gasterópodos, 25. Bivalvos, 26. Cefalópodos, 27. Ofiúridos, 28. Asteroideos, 29. Holotúridos y sipuncúlidos, 30. Equinodermos, 31. Meiobentos, 32. Corales, 33. Invertebrados sésiles, 34. Holo/meroplancton, 35. Bacterias bentónicas, 36. Bacterias pelágicas, 37. Algas rojas foliáceas, 38. Algas calcáreas, 39. Algas ceramiales, 40. Fitoplancton, 41. Microfitobentos, 42. Zooxantelas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42			
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
10	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	4	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
12	10	11	2	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	53	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	1	4	5	0	0	20	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	19	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
18	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	1	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	23	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4			
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	1	3	2	17	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	1	3	8	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

	continuación																																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42							
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
29	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
30	0	0	0	0	0	0	1	4	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
31	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	8	0	0	7	0	0	23	0	0	0	6	35	0	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
32	0	0	0	0	0	0	0	2	62	70	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	7	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
33	0	0	0	0	0	0	1	1	17	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
34	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	37	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	49	36	88	0	19	12	92	19	0	9	60	0	0	0	0	91	0	510	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	27	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
37	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	52	167	0	21	16	4	0	1	1	4	1	0	31	2	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	15	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	162	515	0	65	48	11	0	3	2	11	4	0	96	7	0	0	0	0	0	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1862	0	24	17	1	0	0	0	1	0	0	20	0	0	0	0	0	7	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 57. Matriz de consumos para el modelo de la Gran Barrera Arrecifal, Zona Norte, Australia. 1. Cefalópodos, 2. Meros grandes, 3. Scómbridos y caránjidos, 4. Aves marinas, 5. Tiburones y rayas, 6. Cardúmenes pequeños, 7. Peces carnívoros grandes, 8. Cardúmenes grandes, 9. *Penaeus longistylus*, 10. Otros camarones, 11. *Penaeus esculentus*, 12. Peces omnívoros pequeños, 13. Tortugas marinas grandes, 14. Crustáceos, 15. *Metapenaeus endeavouri*, 16. Equinodermos, 17. Moluscos y poliquetos, 18. Zooplancton, 19. Animales sésiles, 20. Peces herbívoros, 21. Descomponedores y microfauna, 22. Fitoplancton, 23. Autótrofos bentónicos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0.57	0.00	0.35	0.00	0.07	0.00	0.10	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	1.67	0.04	0.00	0.87	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.37	0.00	4.22	0.26	0.18	0.25	0.58	0.30	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.06	0.04	0.83	0.12	0.40	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.37	0.00	0.00	0.19	0.01	0.00	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.12	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.06	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.42	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.03	0.00	1.17	0.05	0.24	0.00	0.19	0.00	0.00	0.01	0.00	0.43	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.57	0.02	0.50	0.00	0.17	0.31	0.19	0.04	0.48	0.16	1.19	1.29	0.00	1.66	0.54	0.10	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.33	0.04	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	2.54	0.00	0.00	0.52	0.00	2.67	0.00	1.66	0.00	2.94	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	2.40	0.00	0.30	0.00	0.48	0.00	3.90	0.76	0.48	1.20	1.33	5.74	0.00	4.97	0.00	2.59	7.15	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00
18	1.14	0.00	0.42	0.06	0.00	60.21	2.34	5.46	0.02	0.31	0.07	3.01	0.00	6.63	0.54	0.15	0.66	0.00	9.25	1.06	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.37	1.37	0.00	0.48	0.14	1.33	0.86	0.00	5.25	0.54	4.99	6.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	7.18	0.00	0.03	0.00	5.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	3.04	0.54	5.84	18.70	105.87	7.03	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.10	0.00	0.00	0.04	0.00	1.15	0.00	6.25	0.00	0.15	9.24	423.47	8.14	0.26	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	1.70	0.11	0.00	0.04	0.00	6.20	0.01	11.05	0.00	27.63	19.69	0.00	31.09	261.63	0.00	0.00	0.00

Anexo 58. Matriz de consumos para el modelo de la Gran Barrera Arrecifal, Zona Plataforma Media, Australia. 1. Tiburones y rayas, 2. Mero (*Plectropomus spp.*), 3. Peces pelágicos, 4. Serránidos pequeños, 5. Serránidos grandes, 6. Lutjánidos grandes, 7. Lutjánidos pequeños, 8. Cefalópodos, 9. Peces coralívoros, 10. *Lethrinus chrysostomus*, 11. Otros peces letrínidos, 12. Peces planctívoros grandes, 13. Otros peces demersales, 14. Peces planctívoros pequeños, 15. Corales y zooxantelas, 16. Invertebrados grandes, 17. Invertebrados pequeños, 18. Peces detritívoros, 19. Peces herbívoros pequeños, 20. Zooplancton, 21. Peces herbívoros grandes, 22. Esponjas, 23. Fitoplancton, 24. Algas epilíticas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.03	0.30	0.17	0.07	0.08	0.14	0.27	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.02	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.01	0.06	0.05	0.07	0.08	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.01	0.06	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.01	0.12	0.09	0.06	0.03	0.06	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.05	0.45	0.35	0.27	0.10	0.20	0.68	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.03	0.12	1.52	0.15	0.08	0.15	0.55	3.31	0.00	0.05	0.45	0.00	1.08	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.05	0.24	0.35	0.23	0.12	0.23	0.90	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.04	0.07	0.02	0.01	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.03	0.12	0.17	0.13	0.07	0.13	0.27	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.17	1.07	1.76	0.77	0.39	0.75	0.27	0.66	0.00	0.03	0.08	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.10	2.73	0.70	0.62	0.31	0.45	1.36	0.33	0.00	0.02	0.06	0.00	0.54	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.21	1.76	3.49	0.80	0.49	0.92	2.45	0.99	0.00	0.04	0.10	0.00	1.08	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.54	0.00	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	44.78	8.29	0.00	0.00	0.00	2.91	0.00	0.00	0.00
16	0.07	0.47	0.70	1.04	0.70	1.49	7.66	10.08	0.00	1.34	10.07	0.00	31.52	0.00	0.00	8.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.05	0.12	0.52	1.04	0.35	1.12	6.87	10.74	3.01	0.67	5.04	1.27	33.68	3.19	0.00	76.13	41.46	4.33	3.32	0.00	2.91	0.00	0.00	0.00
18	0.02	0.20	0.24	0.08	0.04	0.08	0.30	0.33	0.00	0.00	0.02	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	0.18	1.96	2.48	0.67	0.40	0.75	2.81	0.00	0.00	0.03	0.08	0.00	1.08	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.00	1.01	0.00	0.00	0.22	0.55	6.61	0.00	0.00	0.00	11.47	1.08	113.95	731.69	44.78	165.82	4.33	29.84	164.54	8.74	17.93	0.00	0.00
21	0.16	2.08	2.32	0.65	0.50	0.70	2.04	0.00	0.00	0.03	0.08	0.00	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	2.15	0.00	0.00	7.46	8.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.39	0.00	8.96	66.33	0.00	0.00	658.17	0.00	35.86	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.04	3.19	0.00	179.12	207.27	8.66	198.92	0.00	189.39	0.00	0.00	0.00

Anexo 59. Matriz de impactos tróficos mixtos del modelo de Atolón Uvea, Islas Loyalty, Nueva Caledonia. 1. Piscívoros grandes (pelágicos), 2. Peces planctívoros grandes (pelágicos), 3. Peces pelágicos pequeños, 4. Tiburones (demersales), 5. Piscívoros grandes (demersales), 6. Peces carnívoros grandes (demersales), 7. Peces carnívoros pequeños (demersales), 8. Peces planctívoros pequeños (demersales), 9. Peces herbívoros grandes (demersales), 10. Peces herbívoros pequeños (demersales), 11. Peces omnívoros (demersales), 12. Cefalópodos, 13. Macroinvertebrados bentónicos carnívoros (grupo 1), 14. Macroinvertebrados bentónicos herbívoros (grupo 2), 15. Macroinvertebrados bentónicos filtradores (grupo 3), 16. Macroinvertebrados bentónicos depositadores (grupo 4), 17. Macroinvertebrados bentónicos sedimentófagos (grupo 5), 18. Meiofauna, 19. Zooplancton, 20. Corales y zooxantelas, 21. Fitoplancton, 22. Macrófitas bentónicas, 23. Micrófitas bentónicas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
2	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
3	0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
4	-0.3	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.4	-0.2	-0.4	0.0	-0.2	-0.1	-0.5	0.0	0.2	0.6	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
6	0.0	0.0	0.1	0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.3	0.0	-0.3	0.2	-0.1	-0.4	0.1	-0.3	-0.4	-0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.7	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
8	0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	-0.4	-0.2	0.0	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	0.0	0.1	-0.5	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-0.2	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4
19	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.6	0.0	-0.4	0.0	0.0
20	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.1	0.0	0.0
21	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	-0.3	0.0	0.0
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.5	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2

Anexo 60. Matriz de impactos tróficos mixtos del modelo de la Barrera Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa. 1. Piscívoros (grupo 1), 2. Piscívoros (grupo 2), 3. Piscívoros (grupo 3), 4. Peces carnívoros (grupo 1), 5. Peces carnívoros (grupo 2), 6. Peces carnívoros (grupo 3), 7. Peces carnívoros (grupo 4), 8. Peces carnívoros (grupo 5), 9. Peces carnívoros (grupo 6), 10. Peces carnívoros (grupo 7), 11. Peces carnívoros (grupo 8), 12. Peces coralívoros facultativos, 13. Peces coralívoros obligatorios, 14. Peces omnívoros, 15. Peces herbívoros, 16. Peces zooplantófagos, 17. Copépodos, 18. Anfípodos, 19. Isópodos, 20. Cangrejos braquiuros, 21. Cangrejos pagúridos, 22. Galateidos, 23. Tanaidáceos, 24. Camarones, 25. Estomatópodos, 26. Poliquetos, 27. Gasterópodos, 28. Bivalvos, 29. Cefalópodos, 30. Asteroideos, 31. Holotúridos y sipuncúlidos, 32. Equinodermos, 33. Meiobentos, 34. Corales, 35. Invertebrados sésiles, 36. Holo/meroplancton, 37. Larvas de peces, 38. Bacterias bentónicas, 39. Bacterias pelágicas, 40. Algas rojas foliáceas, 41. Algas calcáreas, 42. Algas ceramiales, 43. Fitoplancton, 44. Microfitobentos, 45. Zooxantelas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45		
1	0.3	0.7	1.0	0.1	0.3	0.6	0.3	0.4	0.1	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.3	0.6	0.1	0.2	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1		
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
5	0.0	0.1	0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
9	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.3	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	
12	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	
13	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	
15	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.4	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.2	0.0	0.5	0.1		
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

continuación[illegible]

Anexo 61. Matriz de impactos tróficos mixtos del modelo Bolinao, Pangasinan, Filipinas. 1. Pastos marinos, 2. Algas bentónicas, 3. Zooplancton, 4. Pepinos marinos, 5. Erizos marinos, 6. *Siganus fuscescens*, 7. *Siganus spinus*, 8. Meros, 9. Lábridos, 10. Morenas, 11. Peces damisela, 12. Góbidos, 13. Peces loro, 14. Peces cardenales, 15. Calamar, 16. Otros peces planctívoros, 17. Otros piscívoros, 18. Otros peces herbívoros, 19. Otros peces omnívoros, 20. Corales constructores, 21. Corales productores, 22. Otros invertebrados, 23. Crustáceos, 24. Moluscos, 25. Fitoplancton.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.1
2	-0.1	-0.2	0.1	-0.2	0.2	-0.1	0.3	-0.1	0.0	-0.1	0.5	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5	0.2	-0.4	0.1	0.0	0.0	0.3	-0.1
3	0.0	0.0	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.5	0.0	0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.5	0.0	-0.2	-0.7
4	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	-0.4	-0.3	-0.1	0.1	-0.4	-0.3	-0.2	0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.2	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.1
6	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.8	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	-0.1	0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.7	0.4	0.0	-0.1	-0.1	-0.2
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	-0.4	-0.3	-0.1	-0.2	0.0	-0.4	0.1	0.2	-0.1	0.3	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.1
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.3	-0.2	0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	-0.1	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0
20	0.0	0.0	-0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.2
21	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
22	0.0	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.2
23	0.3	0.2	-0.2	0.0	-0.4	0.2	0.1	0.4	0.2	0.4	0.0	0.3	0.1	0.2	0.3	-0.3	0.1	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.3	-0.2	0.2
24	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Anexo 62. Matriz de impactos tróficos mixtos del modelo del Caribe Mexicano. 1. Fitoplancton, 2. Productores bentónicos, 3. Zooplancton, 4. Animales sésiles, 5. Moluscos y poliquetos, 6. Crustáceos, 7. Equinodermos, 8. Cefalópodos, 9. Tortugas marinas, 10. Aves marinas, 11. Peces herbívoros, 12. Peces omnívoros, 13. Peces carnívoros, 14. Meros, 15. Cardúmenes, 16. Scómbridos y carángidos, 17. Tiburones y rayas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	-0.22	0.00	0.30	0.02	-0.05	0.07	0.02	0.02	0.01	0.12	0.00	0.01	0.01	0.02	0.14	0.03	0.03
2	0.00	-0.30	-0.07	0.06	0.19	0.15	0.34	0.06	0.18	0.04	0.60	0.17	0.06	0.09	0.02	0.13	0.02
3	-0.37	0.01	-0.44	-0.04	-0.01	-0.03	-0.01	0.05	0.00	0.03	0.01	0.03	-0.01	-0.02	0.04	0.04	0.00
4	-0.03	-0.15	-0.09	-0.19	-0.11	0.02	-0.10	-0.04	0.01	-0.01	-0.10	-0.06	-0.06	0.01	0.00	-0.04	0.04
5	0.05	-0.04	-0.01	-0.39	-0.24	0.02	-0.11	0.23	-0.01	0.07	-0.09	0.02	0.08	-0.04	0.08	0.01	-0.16
6	0.01	0.06	-0.10	0.04	-0.23	-0.31	-0.49	-0.02	0.10	0.04	0.07	0.02	-0.04	0.25	0.05	-0.01	0.10
7	-0.03	-0.04	-0.02	-0.13	-0.05	0.08	-0.11	-0.01	0.01	0.01	-0.11	-0.02	0.12	0.01	-0.01	0.01	-0.01
8	0.00	0.00	-0.01	0.01	-0.02	-0.02	0.02	-0.44	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.08	-0.01	0.01	-0.05
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.03	0.00	0.00
11	0.00	-0.21	0.01	-0.02	-0.06	-0.04	-0.11	-0.03	-0.05	-0.01	-0.22	-0.08	-0.02	0.05	-0.02	0.13	0.05
12	0.01	0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.02	0.00	-0.06	-0.22	0.00	-0.01	-0.01	0.03	0.06
13	0.00	0.10	0.01	0.03	0.03	-0.10	0.06	0.00	0.02	0.07	-0.37	-0.24	-0.22	-0.13	-0.01	-0.01	-0.15
14	0.00	-0.02	0.00	-0.01	0.00	0.02	-0.01	0.00	-0.01	-0.02	0.08	0.06	-0.20	-0.14	0.00	0.00	0.04
15	0.02	-0.01	-0.05	0.01	0.01	-0.14	0.11	-0.02	-0.02	0.45	-0.01	-0.01	-0.01	-0.05	-0.46	0.03	0.08
16	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	-0.01	-0.03	0.00	-0.04	-0.03	-0.05	-0.12	0.02	-0.03	-0.49	0.02
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.01	-0.03	-0.02

Anexo 63. Matriz de impactos tróficos mixtos para el modelo de Cayos Looe, Florida, EUA. 1. Tiburones y rayas, 2. Piscívoros mesopelágicos, 3. Peces planctívoros grandes, 4. Peces carnívoros grandes, 5. Peces planctívoros pequeños, 6. Peces carnívoros pequeños, 7. Meros grandes, 8. Peces herbívoros pequeños, 9. Peces herbívoros grandes, 10. Tortugas, 11. Cefalópodos, 12. Equinodermos, 13. Crustáceos, 14. Moluscos y poliquetos, 15. Animales sésiles, 16. Zooplancton, 17. Descomponedores y microfauna, 18. Fitoplancton, 19. Productores bentónicos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	-0.18	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.01	-0.81	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.04	-0.54	-0.30	-0.13	-0.16	-0.05	-0.08	-0.28	-0.18	0.07	-0.06	0.07	0.08	0.03	0.03	0.07	-0.06	-0.06	0.11
3	0.02	0.05	-0.12	-0.03	-0.11	-0.02	-0.05	-0.02	0.01	-0.03	0.02	0.02	-0.04	0.00	-0.09	-0.10	0.08	0.08	0.02
4	-0.19	0.00	-0.01	-0.30	-0.14	-0.42	0.56	-0.05	0.07	0.00	-0.18	-0.09	-0.10	-0.06	0.03	0.02	-0.01	-0.01	0.02
5	0.02	0.05	-0.14	-0.01	-0.16	-0.03	-0.02	-0.03	-0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	-0.02	-0.13	0.08	0.09	0.02
6	0.04	0.04	-0.06	-0.04	-0.03	-0.03	-0.15	-0.04	0.07	-0.06	-0.04	-0.03	-0.22	-0.08	-0.06	-0.02	0.04	0.03	-0.01
7	-0.31	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.01	0.30	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.03	0.05	-0.03	-0.03	-0.01	-0.05	-0.06	-0.22	-0.18	-0.07	-0.01	-0.07	-0.03	-0.01	0.02	0.01	-0.01	0.00	-0.19
9	0.02	0.03	-0.02	-0.03	0.00	-0.03	-0.04	-0.16	-0.14	-0.05	0.00	-0.06	0.00	-0.01	0.01	0.01	-0.01	0.00	-0.14
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.05	0.00	-0.08	-0.01	-0.04	0.00	-0.07	0.00	0.01	0.00	-0.23	0.01	-0.03	-0.02	0.01	0.01	-0.01	-0.01	0.00
12	-0.01	0.00	0.00	0.05	0.03	-0.01	0.06	-0.04	-0.06	-0.07	-0.01	-0.20	0.06	-0.04	-0.22	0.05	0.04	-0.01	-0.04
13	0.00	-0.01	0.01	-0.03	-0.05	0.03	0.32	0.06	-0.33	0.14	-0.02	-0.24	-0.16	-0.19	0.07	-0.03	0.01	0.05	0.06
14	0.17	0.03	-0.01	0.18	-0.11	0.06	-0.03	-0.06	-0.07	-0.03	0.22	-0.09	0.09	-0.16	-0.17	-0.03	-0.03	-0.13	-0.02
15	-0.04	-0.03	-0.01	0.01	-0.14	-0.05	0.03	-0.06	-0.06	0.27	-0.06	0.07	-0.03	-0.08	-0.24	-0.17	-0.15	0.07	-0.08
16	0.01	0.06	0.29	0.03	0.42	0.06	-0.01	-0.05	0.00	0.02	0.08	0.01	-0.03	-0.05	0.06	-0.52	-0.29	-0.34	0.01
17	0.01	0.04	0.17	0.01	0.27	-0.02	0.00	0.00	-0.01	-0.05	0.06	-0.02	0.01	-0.01	-0.15	0.31	-0.44	-0.21	0.03
18	0.02	0.01	0.06	0.02	0.08	0.02	0.00	-0.01	-0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.06	0.01	0.09	-0.06	-0.08	0.00
19	0.07	0.08	-0.05	0.05	-0.06	0.11	0.02	0.58	0.50	0.27	-0.01	0.25	0.13	0.04	-0.06	0.01	0.00	-0.01	-0.33

Anexo 64. Matriz de impactos tróficos mixtos del modelo de la Franja Arrecifal de Tiahura, Isla Moorea, Polinesia Francesa. 1. Piscívoros (grupo 1), 2. Piscívoros (grupo 2), 3. Piscívoros (grupo 3), 4. Peces carnívoros (grupo 1), 5. Peces carnívoros (grupo 2), 6. Peces carnívoros (grupo 3), 7. Peces carnívoros (grupo 4), 8. Peces carnívoros (grupo 5), 9. Peces coralívoros facultativos, 10. Peces coralívoros obligatorios, 11. Peces omnívoros, 12. Peces herbívoros, 13. Peces zooplanctófagos, 14. Copépodos, 15. Anfípodos, 16. Isópodos, 17. Cangrejos braquiuros, 18. Cangrejos pagúridos, 19. Galateidos, 20. Tanaidáceos, 21. Camarones, 22. Estomatópodos, 23. Poliquetos, 24. Gasterópodos, 25. Bivalvos, 26. Cefalópodos, 27. Ofiúridos, 28. Asteroideos, 29. Holotúridos y sipuncúlidos, 30. Equinodermos, 31. Meiobentos, 32. Corales, 33. Invertebrados sésiles, 34. Holo/meroplancton, 35. Bacterias bentónicas, 36. Bacterias pelágicas, 37. Algas rojas foliáceas, 38. Algas calcáreas, 39. Algas ceramiales, 40. Fitoplancton, 41. Microfitobentos, 42. Zooxantelas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42		
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	continuación																																											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42		
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 65. Matriz de impactos tróficos mixtos para el modelo de la Gran Barrera Arrecifal, Zona Norte, Australia. 1. Cefalópodos, 2. Meros grandes, 3. Scómbridos y caránjidos, 4. Aves marinas, 5. Tiburones y rayas, 6. Cardúmenes pequeños, 7. Peces carnívoros grandes, 8. Cardúmenes grandes, 9. *Penaeus longistylus*, 10. Otros camarones, 11. *Penaeus esculentus*, 12. Peces omnívoros pequeños, 13. Tortugas marinas grandes, 14. Crustáceos, 15. *Metapenaeus endeavouri*, 16. Equinodermos, 17. Moluscos y poliquetos, 18. Zooplancton, 19. Animales sésiles, 20. Peces herbívoros, 21. Descomponedores y microfauna, 22. Fitoplancton, 23. Autótrofos bentónicos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	-0.1	0.1	-0.4	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	0.2	-0.1	0.2	-0.2	-0.2	0.1	0.1	-0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.1
4	0.0	0.0	0.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	-0.7	0.0	0.0	-0.4	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.0
7	-0.1	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.2
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.1	-0.3	-0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	-0.2	0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.3	-0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4	0.1	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	0.1	0.0	-0.2	-0.4	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0
20	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.5	0.0	0.0	-0.4
21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.1	-0.3	0.0	-0.5	-0.1	0.0
22	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	-0.1	-0.3	0.0
23	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.2	0.0	-0.1	0.1	-0.1	0.1	0.4	0.1	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	-0.4

Anexo 66. Matriz de impactos tróficos mixtos para el modelo de la Gran Barrera Arrecifal, Zona Plataforma Media, Australia. 1. Tiburones y rayas, 2. Mero (*Plectropomus spp.*), 3. Peces pelágicos, 4. Serránidos pequeños, 5. Serránidos grandes, 6. Lutjánidos grandes, 7. Lutjánidos pequeños, 8. Cefalópodos, 9. Peces coralívoros, 10. *Lethrinus chrysostomus*, 11. Otros peces letrínidos, 12. Peces planctívoros grandes, 13. Otros peces demersales, 14. Peces planctívoros pequeños, 15. Corales y zooxantelas, 16. Invertebrados grandes, 17. Invertebrados pequeños, 18. Peces detritívoros, 19. Peces herbívoros pequeños, 20. Zooplancton, 21. Peces herbívoros grandes, 22. Esponjas, 23. Fitoplancton, 24. Algas epilíticas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	0.0	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
3	0.0	-0.1	-0.5	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	0.0	-0.2	-0.1	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.1	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
14	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.2	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	-0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.1	-0.1	0.1	-0.1	-0.2	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	-0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	0.0	-0.1
18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.2
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.1	0.2	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.5	0.0	-0.1	-0.5	0.0
21	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.2
22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.5	-0.2	0.0
24	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.1	-0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.0	0.4	-0.1	0.0	-0.2