



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



MODELADO DE ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS EN PECES QUE FORMAN AGRUPACIONES DE DESOVE

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS**

PRESENTA

REBECA SÁNCHEZ CÁRDENAS

LA PAZ, B.C.S., JUNIO DE 2012



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 28 del mes de Mayo del 2012 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 titulada:

**"MODELADO DE ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS EN PECES
QUE FORMAN AGRUPACIONES DE DESOVE"**

Presentada por el alumno:

SÁNCHEZ

Apellido paterno

CÁRDENAS

materno

REBECA

nombre(s)

Con registro:

B	0	8	1	2	8	7

Aspirante de:

DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

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

LA COMISION REVISORA

Director(a) de Tesis

DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ

DR. VÍCTOR MANUEL GÓMEZ MUÑOZ

DR. JOSÉ DE LA CRUZ AGÜERO

DR. JUST TOMÁS BAYLE SEMPERE

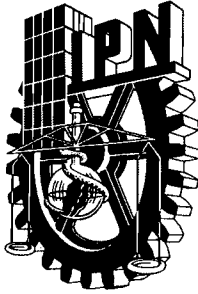
DRA. YVONNE SADOVY

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DRA. MARÍA MARGARITA CASAS VALDEZ



**CICIMAR
DIRECCIÓN**



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 04 del mes Junio del año 2012

el (la) que suscribe MC. REBECA SÁNCHEZ CÁRDENAS alumno(a) del

Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

con número de registro B081287 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:

"MODELADO DE ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS EN PECES

QUE FORMAN AGRUPACIONES DE DESOVE"

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. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: beckyalfa@gmail.com - farregui@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


MC. REBECA SÁNCHEZ CÁRDENAS
nombre y firma

Dedicado con amor

a mis padres

Carlos y Carmen

a mis hermanos

Karina, Karla y Carlos Alfonso

a mi sobrina

Anirak

a mi amor, mi compañero...

Luis Antonio

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) por la formación integral durante mi travesía en el programa de Doctorado en Ciencias Marinas.

Al Dr. Francisco Arreguín Sánchez por brindarme invaluableles enseñanzas a través de su apoyo, su confianza, su actitud positiva, su crítica constructiva, su tendencia a incentivar las inquietudes, a escuchar las ideas, y porque en diferentes momentos me hizo sentir alumna, colega y amiga.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Programa Institucional de Formación de Investigadores del IPN (PIFI-IPN) por los apoyos económicos que hicieron posible dedicar todo mi tiempo a los estudios de posgrado.

A los proyectos SIP-IPN 20090978, 20090932, 20100404, 20110785, 20121444 y 20121417 por proveer de recursos para el desarrollo de la tesis. También al proyecto SEP-CONACYT 155900.

Al Dr. Just T. Bayle Sempere y a la Universidad de Alicante (UA) por el recibimiento y el asesoramiento durante la estancia de investigación en la ciudad de Alicante, España. A Just por su amistad y sus enseñanzas de vida.

A los investigadores que con sus asesorías y comentarios contribuyeron a mi formación de grado, a la realización y conclusión de esta tesis; al Dr. Víctor Manuel Gómez Muñoz, al Dr. José De La Cruz Agüero, al Dr. José Luis Ortiz Galindo, a la Dra. Yvonne Sadovy, al Dr. Just T. Bayle Sempere y al M. en C. Luis Antonio Salcido Guevara.

A los investigadores que contribuyeron al desarrollo de esta tesis proporcionándome sus artículos o datos adicionales; a Valerie Allain, a Alfonso Aguilar Perera, a William Heyman, a Jeffrey A. Hutching, a Michael L. Burton, a Malcolm H. Taylor y a Just T. Bayle Sempere.

A la Dra. Yoloxóchitl Bustamante Díez y a los miembros del XXIX Consejo General Consultivo del IPN por sus enseñanzas y apoyo durante mi desempeño como Consejera General.

A mi padre, el Sr. Carlos Sánchez Solís, por inculcarme y recordarme buenos valores, como la responsabilidad, la constancia, la justicia, la prevención, la humanidad, la prudencia, pero sobre todo por incentivar mi lógica, mi creatividad, mi curiosidad y mi imaginación, que me ayudaron a encontrar una vocación en la investigación científica. Sobre todo agradezco a mi padre por dedicarme parte de su vida.

A mi madre, la Sra. Carmen Cárdenas Aguirre, por mostrarme y recordarme el amor, la sensibilidad, la generosidad y la humildad, y por su lucha. Sobre todo por darme su cariño siempre.

A mis hermanos Karina, Karla y Carlos Alfonso, y a mi sobrina Anirak por ser parte importante de mi motivación y mi corazón, por su apoyo, su cariño, por todos los momentos de mi vida junto a ustedes, por permitirme disfrutarlos, porque he aprendido mucho de ustedes. Aprovecho para agradecerle a mi cuñado Víctor por ser parte de la familia y un hermano más para mí.

A mi amor, Luis Antonio Salcido Guevara, por su amor, apoyo, comprensión, compañía y por esta pequeña pero hermosa familia que construimos, además por compartir los planes de vida y realizar los estudios de doctorado juntos. Hubo momentos hermosos y momentos difíciles, pero finalmente amor cumplimos una meta. A los seres que han sido parte de nuestra familia a Yngwie, a Fenicio[†] y Fenicia[†], a Coco Spock[†] y a Pituka Teresa Guevara[†] por hacer la diferencia.

A todas las personas que en algún momento me han regalado vivencias inolvidables que me han servido de soporte para seguir; a mis abuelitos lindos, Pachita[†] y Leopoldo[†], Juanita y Alfonso; a mis bisabuelitos, Carmela[†], Justo[†] y Alejandro[†]; a mis tías y tíos grandes, Boleri, Naty, Anita, Cipriano, Ofelia, Enrique[†], Mica, Bertha, Lupita, Felipe, Lety; a mis tíos y tías no tan grandes, Rosita, Polo, Manuel, Toño, Eva, Octavio, Isabel, Chuy, Miguel y Raúl; a Don Raúl Barceló; a Doña Maruja Sempere por mostrarme a Santa Pola y una cultura diferente; a mis amigos de la Isla de la Piedra, Mazatlán y del mundo, y a todos mis familiares que por motivos de espacio no mencioné, por favor reciban un sincero agradecimiento por el apoyo moral que recibí de ustedes durante mis estudios.

A los amigos que encontré en La Paz por permitirme disfrutar de su compañía, por sus muestras de afecto, por su frescura, por hacerme sentir como en familia, por ser como son que así se les estima, por su franqueza, por su belleza interior, por la seriedad de algunos, por compartir su cultura y porque he aprendido mucho de ustedes; a Mónica Rivera y David Ismael; a Gabriela García; a Itzel García; a Mariana Rodríguez; a Dana Arizmendi, a Iran y Nansureé; a Saúl Ramírez, Isabel y Adrián; a Lilia y Armando; a Rodolfo Vögler y Natalia Trabal; a Rocío Ronzon y Edgar Guzmán; a Xhel Moreno, Marina y Leonardo; a Alfredo y Anel; a Armando e Himara; a Margarita; a Manuel, Gladys e hijas; a Alejandra Chávez; a Susan Davies; a Arturo Uvera; a Teresa Barriga y Lorenzo; a Lorena, Fernando y Esteban; a Rocío Pacheco; a Mirtha Albanez; a Enrique Arcos; a Miriam Meraz; a Miryam Juárez; a Iván Abunader; Don Marcial; Don Trini; a Delis; a Víctor Vargas; a Paul Padilla; a Mónica Ruiz; a Arturo Tripp y Melisa; a Etel y Fernando; a los padres de mis amigos; y a todos los que me faltó nombrar, por favor reciban un cálido agradecimiento.

A los colegas, compañeros, amigos y conocidos que laboran en departamentos y laboratorios del CICIMAR por su compañerismo.

ÍNDICE

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
Lista de tablas	i
Lista de figuras	viii
Glosario de abreviaturas	xx
Resumen	xxiv
Abstract	xxv
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ANTECEDENTES	3
2.1 Modos reproductivos	3
2.1.1 Ríos y lagos	6
2.1.2 Mares y pantanos	7
2.2 Diagnóstico de las agrupaciones de desove	8
2.2.1 Ejemplos de agrupadores transitorios	9
2.2.2 Sitios de desove	11
2.2.3 Migración reproductiva	13
2.2.4 Temporalidad del desove	14
2.2.5 Sexualidad	16
2.2.6 Presión pesquera	18
3 PROBLEMA	20
4 HIPÓTESIS	21
5 OBJETIVOS	21
6 MATERIALES Y MÉTODOS	22
7 RESULTADOS	35
7.1 Especies	35
7.2 Semejanza reproductiva	47
7.2.1 Datos reproductivos	47
7.2.2 Exploración integral de la reproducción	49
7.3 Cronografía reproductiva	54
7.3.1 Periodo de desove	60
7.3.1.1 Latitud	61
7.3.1.2 Latitud por especies	63

ÍNDICE

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
7.3.1.3 Temperatura	65
7.3.1.4 Temperatura por especies	71
7.3.1.5 Serie histórica y LOTI	74
7.3.1.6 Modelado conceptual	76
7.3.2 Sincronía lunar	77
7.3.2.1 Latitud	78
7.3.2.2 Patrones de sincronía lunar	79
7.3.3 Duración de las agrupaciones	85
7.3.3.1 Latitud	85
7.3.3.2 Latitud por especies	87
7.3.3.3 Serie histórica y LOTI	88
7.3.4 Periodo del día de desove	90
7.3.4.1 Latitud	91
7.3.4.2 Patrones de sincronía diaria	92
7.3.4.3 Relación de los patrones de sincronía lunar y diaria	97
7.3.4.4 Modelado conceptual	99
7.4 Hábitat de desove	101
7.4.1 Profundidad	103
7.4.1.1 Latitud	104
7.4.1.2 Relación de la profundidad con la talla máxima	106
7.4.1.3 Modelado conceptual	107
7.5 Etografía reproductiva	108
7.5.1 Estructura social	113
7.5.1.1 Latitud	113
7.5.2 Organización para la fertilización	114
7.5.2.1 Latitud	115
7.5.2.2 Relación de la estructura social y la organización para la fertilización	116
7.5.2.3 Modelado conceptual	117
7.5.3 Cortejo, coloración reproductiva y territorialidad	118

ÍNDICE

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
7.5.3.1 Relación del cortejo, el cambio de coloración y la territorialidad	119
7.5.4 Tamaño de las agrupaciones	121
7.5.4.1 Latitud	122
7.5.4.2 Serie histórica y LOTI	123
7.5.4.3 Relación del tamaño de las agrupaciones y la talla máxima	127
7.5.4.4 Modelado conceptual	127
7.5.5 Migración	128
7.5.5.1 Latitud	129
7.5.5.2 Relación de la migración y la talla máxima	130
7.6 Estructura poblacional	132
7.6.1 Talla mínima de madurez	137
7.6.1.1 Latitud	138
7.6.1.2 Relación de la talla mínima de madurez con la talla máxima y la edad máxima	141
7.6.2 Talla de primera madurez	143
7.6.2.1 Latitud	144
7.6.2.2 Relación de la talla de primera madurez con las talla máxima y la edad máxima	148
7.6.3 Composición sexual	150
7.6.3.1 Latitud	151
7.6.3.2 Relación de la composición sexual con las tallas y edades	153
7.6.4 Edad de madurez	155
7.6.4.1 Latitud	156
7.6.4.2 Relación de la edad de madurez con las tallas y edades	159
7.6.5 Vida reproductiva	162
7.6.5.1 Latitud	163
7.6.5.2 Relación de la vida reproductiva con las tallas y edades	166

ÍNDICE

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
7.6.6 Agrupamiento de la estructura poblacional	168
7.6.7 Modelado conceptual	172
7.7 Género	174
7.7.1 Sexualidad	178
7.7.1.1 Latitud	178
7.7.1.2 Relación de la sexualidad con la composición sexual y el tamaño de las agrupaciones de desove	179
7.7.2 Talla mínima de cambio de sexo	181
7.7.2.1 Latitud	182
7.7.2.2 Relación de la talla mínima de cambio se sexo con las tallas, las edades, la composición sexual y la vida reproductiva	184
7.7.3 Edad de cambio de sexo	187
7.7.3.1 Latitud	187
7.7.3.2 Relación de la edad de cambio de sexo con las tallas, las edades, la composición sexual y la vida reproductiva	189
7.7.4 Modelado conceptual	191
7.8 Gametogénesis	194
7.8.1 Ovogénesis	198
7.8.1.1 Latitud	198
7.8.2 Liberación ovárica	199
7.8.3 Índice gonadosomático	199
7.8.3.1 Latitud	201
7.8.3.2 Relación del índice gonadosomático con rasgos de la estructura de las poblaciones adultas	204
7.8.4 Fecundidad	206
7.8.4.1 Latitud	207
7.8.4.2 Relación de la fecundidad parcial promedio con el índice gonadosomático y rasgos de la estructura de las poblaciones adultas	208
7.8.5 Diámetro de los ovocitos	201

ÍNDICE

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
7.8.5.1 Latitud	211
7.8.5.2 Relación del diámetro de los ovocitos con el índice gonadosomático, la fecundidad y rasgos de la estructura de las poblaciones adultas	212
7.8.6 Agrupamiento de la gametogénesis	213
7.8.7 Modelado conceptual	215
7.9 Progenie	218
7.9.1 Tamaño del huevo	220
7.9.1.1 Latitud	220
7.9.1.2 Relación del tamaño del huevo con rasgos de la gametogénesis y la estructura de las poblaciones adultas	222
7.9.2 Hábitat del huevo	223
7.9.2.1 Latitud	224
7.9.3 Agrupamiento de la progenie	225
7.9.4 Modelado conceptual	227
8 DISCUSIÓN	229
8.1 Especies	229
8.2 Semejanza reproductiva	230
8.3 Cronografía reproductiva	231
8.4 Profundidad de los sitios de desove	239
8.5 Etología reproductiva	240
8.6 Estructura poblacional	244
8.7 Género	247
8.8 Gametogénesis	250
8.9 Progenie	251
8.10 Estrategias reproductivas	252
9 CONCLUSIONES	260
10 BIBLIOGRAFÍA	262
11 ANEXOS	291

LISTA DE TABLAS

<i>Sección.tabla</i>	<i>Página</i>
2.1 Antecedentes que tratan sobre la definición de estrategias reproductivas en peces que habitan ríos y lagos.	6
2.2 Antecedentes acerca de la definición de estrategias reproductivas en peces que habitan en el mar y pantanos.	8
6.1 Sets de rasgos reproductivos cualitativos y cuantitativos considerados en la presente investigación.	25
6.2 Exploraciones realizadas entre las variables cualitativas y cuantitativas consideradas en el presente trabajo. Las abreviaturas se describen en la tabla 6.1.	32
7.1 Especies seleccionadas para la realización del presente trabajo, cuya particularidad es que forman agrupaciones de desove transitorias, incluyendo cuatro especies que también presentan agrupaciones de desove residentes.	37
7.2 Descripción de la subdivisión de los 26 rasgos reproductivos en 84 columnas que integran la matriz binaria general (MBG), así como el número de registros utilizados para la caracterización binaria.	47
7.3 Matriz binaria de los rasgos reproductivos de las 78 especies que forman agrupaciones de desove transitorias y las especies testigo. Las etiquetas de las columnas se detallan en la tabla 7.2.	50
7.4 Resumen de los rasgos reproductivos cronográficos de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.	55
7.5 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la latitud, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.	62
7.6 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la temperatura mínima del periodo de desove, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.	68
7.7 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la temperatura máxima del periodo de desove, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.	69
7.8 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman)	70

LISTA DE TABLAS

<i>Sección.tabla</i>	<i>Página</i>
para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la temperatura promedio del periodo de desove, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.	
7.9 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la temperatura promedio del periodo de desove, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.	71
7.10 El coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) de las relaciones entre la duración del periodo de desove (DPD) con la temperatura superficial del mar mínima, máxima y promedio durante el periodo de desove (TPD), en algunas especies de la familia Epinephelidae.	72
7.11 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el LOTI con la disminución anual de la DPD, las temperaturas de la época de desove y la PIED.	76
7.12 Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) global, en el Océano Atlántico tropical y en el Océano Indopacífico tropical.	82
7.13 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración de las agrupaciones de desove (DADT) en función de la latitud por hemisferios (norte y sur).	86
7.14 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el LOTI con el promedio anual de duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) y la variación anual de la DADT (VDADT).	89
7.15 Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) global, en el Océano Atlántico tropical y en el Océano Indopacífico tropical.	95
7.16 Resumen de la información sobre la profundidad del hábitat reproductivo de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.	102
7.17 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la profundidad promedio de los sitios de desove (PPSD) en función de la latitud, por hemisferios.	106
7.18 Resumen de la información que describe el comportamiento	109

LISTA DE TABLAS

<i>Sección.tabla</i>	<i>Página</i>
reproductivo de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.	
7.19 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir el tamaño de las agrupaciones de desove (TAD) en función de la latitud, por hemisferios.	123
7.20 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el LOTI con las fluctuaciones anuales del TAD y la variación del TAD (VTAD), global y por océanos.	126
7.21 Resumen de la información que describió la estructura de las poblaciones adultas de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.	133
7.22 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla mínima de madurez (TMIN) y al cociente TMIN/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.	139
7.23 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla mínima de madurez de las hembras (TMINH) y al cociente TMINH/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.	140
7.24 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla mínima de madurez de los machos (TMINM) y al cociente TMINM/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.	141
7.25 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el promedio de la talla mínima de madurez (TMIN) y el promedio del cociente TMIN/TMAP con el promedio de la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX) de cada especie, global y por géneros.	143
7.26 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla de primera madurez (TPIM) y el cociente TPIM/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.	146
7.27 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla de primera madurez de las hembras (TPIMH) y al cociente TPIMH/TMAP en función de la latitud, por	147

LISTA DE TABLAS

<i>Sección.tabla</i>	<i>Página</i>
hemisferios.	
7.28 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla de primera madurez de los machos (TPIMM) y al cociente TPIMM/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.	148
7.29 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el promedio de la talla de primera madurez (TPIM) y el promedio del cociente TPIM/TMAP con el promedio de la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX) de cada especie, global y por géneros.	149
7.30 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir la composición sexual (CSX) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	152
7.31 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la composición sexual (CSX) con la talla mínima de madurez (TMIN), la talla de primera madurez (TPIM), los cocientes TMIN/TMAP y TPIM/TMAP, la edad de madurez (EDMZ), la vida reproductiva (VIDR), la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX), global y por géneros.	153
7.32 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la edad de madurez (EDMZ) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	157
7.33 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la edad de madurez de las hembras (EDMZH) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	158
7.34 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la edad de madurez de los machos (EDMZM) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	158
7.35 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la edad de madurez (EDMZ) con la talla mínima de madurez (TMIN), la talla de primera madurez (TPIM), la talla máxima (TMAP) y la edad máxima	160

LISTA DE TABLAS

<i>Sección.tabla</i>	<i>Página</i>
(EDMX), global y por géneros.	
7.36 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la vida reproductiva (VIDR) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	164
7.37 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la vida reproductiva de las hembras (VIDRH) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	165
7.38 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la vida reproductiva de los machos (VIDRM) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	165
7.39 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio de la vida reproductiva por especie (VIDR) con la talla mínima de madurez (TMIN), el cociente TMIN/TMAP, la talla de primera madurez (TPIM), el cociente TPIM/TMAP, la edad de madurez (EDMZ), la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX), global y por géneros.	166
7.40 Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficientes factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) para las especies a partir de los promedios de características de su población adulta, para ambos sexos y para las hembras.	172
7.41 Resumen de la información relacionada al género de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.	175
7.42 Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) para las especies a partir de la sexualidad, la composición sexual (CSX) y el tamaño de las agrupaciones de desove (TAD).	180
7.43 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	183
7.44 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) con las tallas y edades, la composición sexual	185

LISTA DE TABLAS

<i>Sección.tabla</i>	<i>Página</i>
y la vida reproductiva, global y por géneros.	
7.45 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	188
7.46 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) con las tallas y edades, la composición sexual y la vida reproductiva, global y por géneros.	190
7.47 Resumen de la información relacionada con la gametogénesis de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.	195
7.48 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir al índice gonadosomático máximo de las hembras (HIGM) en función de la latitud, por hemisferios.	203
7.49 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir al índice gonadosomático máximo de los machos (MIGM) en función de la latitud, por hemisferios.	204
7.50 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie del índice gonadosomático de las hembras y de los machos con las tallas, edades, la vida reproductiva y la composición sexual.	205
7.51 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para explicar a la fecundidad parcial promedio (FEPP) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	208
7.52 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la fecundidad parcial promedio (FEPP) con las tallas, edades, la vida reproductiva, el índice gonadosomático y la composición sexual.	209
7.53 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para explicar al diámetro máximo de los ovocitos (DIMO) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.	212
7.54 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie del diámetro máximo de los	213

LISTA DE TABLAS

<i>Sección.tabla</i>	<i>Página</i>
ovocitos (DIMO) con las tallas, edades, la vida reproductiva, el índice gonadosomático, la composición sexual y la fecundidad parcial.	
7.55 Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) para las especies a partir del tipo de ovogénesis, la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación (lunar y semilunar).	213
7.56 Resumen de la información que describió a la progenie de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.	218
7.57 Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir el diámetro promedio del huevo (DHU) en función de la latitud en el Hemisferio Norte.	221
7.58 El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie del diámetro promedio del huevo (DHU) con las tallas, edades, la vida reproductiva, el índice gonadosomático, la composición sexual, la fecundidad parcial y el diámetro máximo de los ovocitos.	222
7.59 Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) para las especies a partir del diámetro del huevo (DHU), la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación (lunar y semilunar).	226
8.1 Grupos de especies reproductivamente similares intragrupo, definidas a partir de la exploración integral mediante matrices binarias (sección 7.2), sus correspondientes tendencias de agrupamiento que resultaron de la exploración de los rasgos reproductivos y la estrategia reproductiva general (ERG) a la que mejor se adecuan.	255

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
2.1 Clasificación de estilos reproductivos de peces (Balon, 1990).	5
2.2 Esquema teórico de una agregación reproductiva transitoria.	9
6.1 Diagrama de los conjuntos de rasgos reproductivos numerados de acuerdo con el orden en que fueron explorados y las variables que se relacionaron interset. El guión, el círculo y el rectángulo indican que las características se relacionaron mediante métodos de correlación, agrupamiento y comparación gráfica respectivamente. Las abreviaturas se describen en la tabla 6.1.	29
7.1 Número de especies que presentan agrupaciones de desove transitorias (ADTs) por familia.	35
7.2 Longitud total mínima, promedio y máxima reportada para los adultos de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs).	36
7.3 Árbol de agrupamiento resultante de la matriz A. El asterisco (*) señala a las especies testigo. La línea punteada se posicionó con base en la indicación del Índice Falso F (IFF) para la formación de cinco grupos. Las especies encuadradas con el mismo color son las que permanecen juntas en un mismo grupo en el árbol derivado de la matriz B (figura posterior).	51
7.4 Árbol de agrupamiento resultante de la matriz B. El asterisco (*) señala a las especies testigo. La línea punteada se posicionó con base en la indicación del Índice Falso F para la formación de cinco grupos. Las especies encuadradas con el mismo color son las que permanecen juntas en un mismo grupo en el árbol derivado de la matriz A (figura anterior).	52
7.5 Índice Falso F (IFF) para los árboles de agrupamiento resultantes de la matriz A y B. La flecha indica el número de grupos con la mayor separación de acuerdo con el valor más alto del IFF.	53
7.6 Ubicación geográfica de la información acerca de la cronografía reproductiva.	54
7.7 Histogramas de la duración del periodo de desove (DPD) en número de meses.	60
7.8 Disposición latitudinal de la duración del periodo de desove (DPD) en número de meses, por océanos.	61
7.9 Disposición latitudinal de la duración del periodo de desove en número de meses, por hemisferios. La línea trazada	63

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
corresponde a los MGL ajustados (Tabla 7.5).	
7.10 Dispersión de la duración del periodo de desove (DPD) con respecto a la latitud y el coeficiente de correlación de Spearman (R) por hemisferios (SH, sur; NH, norte), en algunas especies de la familia Epinephelidae.	64
7.11 Histogramas de la temperatura superficial del mar mínima, máxima y promedio del periodo de desove.	66
7.12 Distribución de la duración del periodo de desove en número de meses, con respecto al promedio la temperatura superficial de mar. Los círculos señalan a las especies testigo visibles.	67
7.13 Dispersión de la duración del periodo de desove (DPD) y de la temperatura superficial del mar (TSM) mínima, máxima y promedio durante la época de desove con respecto a la latitud, de algunas especies de la familia Epinephelidae.	73
7.14 Disposición histórica de la duración del periodo de desove (DPD) de los agrupadores transitorios, en número de meses.	74
7.15 Tendencia histórica del promedio de la duración del periodo de desove y del promedio anual global del LOTI.	75
7.16 Modelo conceptual que representa las relaciones observadas entre la duración del periodo de desove (DPD) y la temperatura.	77
7.17 Histogramas del día lunar de inicio de las agrupaciones de desove (DLIAD) de los agrupadores transitorios.	78
7.18 Disposición latitudinal del día lunar del inicio de las agrupaciones de desove (DLIAD) de los agrupadores transitorios.	79
7.19 Sincronía lunar del inicio de las agrupaciones de desove (DLIAD) de los agrupadores transitorios y el agrupamiento basado en el resultado del ACP global (7.12). Donde: grupo 1, agregaciones entre el CC y CM en el Océano Atlántico; grupo 2, agregaciones entre el CM y CC en el Océano Indopacífico; y grupo 3, agregaciones el CC y CM en el Océano Indopacífico.	80
7.20 Ordinación de las 58 especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs) y dos especies testigo (<i>Cheilinus undulatus</i> y <i>Epinephelus morio</i>) de acuerdo con el ACP global de la sincronía lunar. G1, grupo 1; G2, grupo 2; G3, grupo 3.	81
7.21 Ordinación de las 30 especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs) en el Océano Atlántico y una especie testigo (<i>Epinephelus morio</i>) de acuerdo con el ACP de la	84

LISTA DE FIGURAS

Sección.figura	Página
sincronía lunar. G1, grupo 1; G2, grupo 2; G3, grupo 3; G4, grupo 4.	
7.22 Ordinación de las 28 especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs) en el Océano Indopacífico y una especie testigo (<i>Cheilinus undulatus</i>) de acuerdo con el ACP de la sincronía lunar.	84
7.23 Histogramas de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) en número de días.	85
7.24 Disposición latitudinal de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) en número de días.	86
7.25 Dispersión de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) con respecto a la latitud y el coeficiente de correlación de Spearman (R) por hemisferios (SH, sur; NH, norte), en algunas especies de la familia Epinephelidae.	88
7.26 Disposición histórica de las observaciones de duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) en número de días.	89
7.27 Tendencia histórica del promedio de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) en el sitio de reproducción y del promedio anual global del LOTI.	90
7.28 Histogramas del periodo del día de desove (PDD) en las categorías: 1, madrugada; 2, amanecer; 3, mañana; 4, mediodía; 5, tarde; 6, atardecer; 7, noche; y 8, medianoche.	91
7.29 Disposición latitudinal del periodo del día de desove (PDD). Categorías: 1, madrugada; 2, amanecer; 3, mañana; 4, mediodía; 5, tarde; 6, atardecer; 7, noche; y 8, medianoche.	92
7.30 Sincronía diaria del desove de los agrupadores transitorios por especie: Periodo del día de desove (Categorías: 1, madrugada; 2, amanecer; 3, mañana; 4, mediodía; 5, tarde; 6, atardecer; 7, noche; y 8, medianoche), número de datos y agrupamiento de las especies basado en el resultado del ACP global [Grupos: grupo 1, desoves en los periodos 5, 6, 7 y 8 en el Océano Indopacífico; grupo 2, desoves en los periodos 3 (solo una observación de <i>Chaetodipterus faber</i>), 5, 6 y 7 en el Océano Atlántico; grupo 3, desoves en los periodos 1, 2, 3 y 4 en el Océano Indopacífico].	93
7.31 Ordinación de las 35 especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs) y una especie testigo (<i>Cheilinus undulatus</i>) de acuerdo con el ACP global de la sincronía diaria	94

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
del desove. G1, grupo 1; G2, grupo 2; G3, grupo 3.	
7.32 Ordinación de 15 agrupadores transitorios de acuerdo con el ACP de la sincronía diaria del desove en el Océano Atlántico.	96
7.33 Ordinación de los 19 agrupadores transitorios una especie testigo (<i>Cheilinus undulatus</i>) de acuerdo con el APC de la sincronía diaria del desove del Océano Indopacífico.	97
7.34 Posicionamiento de periodo del ciclo lunar donde se presentan las agrupaciones de desove transitorias (ADTs) junto al periodo del día donde ocurre el desove, por especie. Periodos lunares: CC-CM es cuarto creciente-cuarto menguante (alrededor de luna llena) y CM-CC es cuarto menguante-cuarto creciente (alrededor de luna nueva). Periodos del día de desove: tarde-medianoche y madrugada-mediodía. Especies testigo: <i>C. undulatus</i> y <i>E. morio</i> . El círculo blanco indica a las especies que presentan agregaciones alrededor de LL y desoves entre la tarde y medianoche. El círculo negro indica a las especies que presentan agregaciones y desoves en los dos periodos lunares y del día respectivamente.	98
7.35 Modelo conceptual que representa las tendencias de la sincronía lunar y los periodos del día de desove, y su correspondencia.	100
7.36 Ubicación geográfica de la información acerca del hábitat reproductivo.	101
7.37 Histogramas de la profundidad promedio de los sitios de desove, en metros.	104
7.38 Disposición latitudinal de la profundidad promedio de los sitios de desove, global y por océanos.	105
7.39 Correlación de la profundidad promedio de los sitios de desove de cada especie con respecto al promedio de la longitud total máxima, mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	107
7.40 Modelo conceptual que representa la relación de correspondencia entre la profundidad promedio del sitio de desove y la latitud.	107
7.41 Ubicación geográfica de la información acerca del comportamiento reproductivo.	108
7.42 Histogramas de la estructura social de las agrupaciones de desove transitorias (ADTs).	113

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
7.43 Disposición latitudinal de la estructura social de las agrupaciones de desove transitorias (ADTs), global y por océanos.	114
7.44 Histogramas de la organización para la fertilización de los agrupadores transitorios.	115
7.45 Disposición latitudinal de la organización para la fertilización de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	116
7.46 Posicionamiento del tipo de estructura social (ES) de las agrupaciones de desove transitorias (ADTs) junto al tipo de organización de los individuos al momento de la fertilización (OF), por especie. <i>Cheilinus undulatus</i> y <i>Epinephelus morio</i> son especies testigo. Los cuadros negros en el eje izquierdo están señalando a las especies que presentan una ES en grupos y una OF en grupos; y lo cuadros blancos indican a las especies con una ES en harén y una OF en pares.	117
7.47 Modelo conceptual que representa la relación de correspondencia entre la estructura social y la organización para la fertilización.	118
7.48 Posicionamiento del número de registros de cortejo, cambios de coloración y territorialidad de los agrupadores transitorios, por especie. <i>C. undulatus</i> y <i>E. morio</i> son especies testigo. Las barras negras indican datos de presencia y las barras blancas corresponden a los datos de ausencia.	120
7.49 Histogramas del tamaño promedio de las agrupaciones de desove transitorias (TPAD), en número de individuos.	122
7.50 Disposición latitudinal del tamaño promedio de las agrupaciones de desove transitorias (TPAD), global y por océanos.	123
7.51 Disposición histórica del tamaño de las agrupaciones de desove transitorias (TAD), en número de individuos.	124
7.52 Tendencia histórica del promedio del tamaño de las agrupaciones de desove transitorias (TAD) y del promedio anual global del LOTI.	125
7.53 Correlaciones del promedio anual del tamaño de las agrupaciones de desove (TAD) y la variación del TAD (VTAD) con el LOTI del Océano Indopacífico; mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	126

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
7.54 Correlación del tamaño promedio de las agrupaciones de desove (TAD) de cada especie con respecto al promedio de la longitud total máxima, mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). El círculo señala a la especie testigo visible. La línea indica la tendencia.	127
7.55 Modelo conceptual que representa la relación entre el tamaño de las agrupaciones de desove y el LOTI en el Océano Indopacífico.	128
7.56 Histogramas de los tipos de migración reproductiva de los agrupadores transitorios.	129
7.57 Disposición latitudinal de los tipos de migración reproductiva de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	130
7.58 Posicionamiento del número de registros de los tipos de migración junto a la longitud máxima promedio por especie. Las especies testigo son <i>C. undulatus</i> y <i>E. morio</i> .	131
7.59 Ubicación geográfica de la información acerca de las características de las poblaciones adultas de los agrupadores transitorios.	132
7.60 Histogramas de la talla mínima de madurez (TMIM) de los agrupadores transitorios.	137
7.61 Disposición latitudinal de la talla mínima de madurez (TMIN) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	138
7.62 Correlaciones significativas de la talla mínima de madurez (TMIN) y del cociente TMIN/TMAP de cada especie con respecto al promedio de la longitud total máxima (TMAP), mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	142
7.63 Histogramas de la talla de primera madurez (TPIM) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	144
7.64 Disposición latitudinal de la talla de primera madurez (TPIM) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	145
7.65 Correlaciones significativas de la talla de primera madurez (TPIM) y del cociente TMIN/TMAP de cada especie con respecto al promedio de la longitud total máxima (TMAP), mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	149
7.66 Correlaciones significativas de la talla de primera madurez	150

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
(TPIM) de cada especie con respecto al promedio de edad máxima (TMAP), mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	
7.67 Histogramas de la composición sexual (CSX) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	151
7.68 Disposición latitudinal de la composición sexual (CSX) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	152
7.69 Correlaciones significativas del promedio de la composición sexual (CSX) de cada especie con respecto a la talla mínima de madurez (TMIN) y el cociente TMIN/TMAP mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	154
7.70 Histogramas de la edad de madurez (EDMZ) de los agrupadores transitorios.	155
7.71 Disposición latitudinal de la edad de madurez (EDMZ) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	156
7.72 Correlaciones significativas del promedio de la edad de madurez (EDMZ) de cada especie con respecto a la talla mínima de madurez (TMIN), al cociente TMIN/TMAP y a la talla de primera madurez (TPIM) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	161
7.73 Correlaciones significativas del cociente EDMZ/EDMX de cada especie con respecto a la talla mínima de madurez (TMIN) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	162
7.74 Histogramas de la vida reproductiva (VIDR) de los agrupadores transitorios.	163
7.75 Disposición latitudinal de la vida reproductiva (VIDR) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	164
7.76 Correlaciones significativas del promedio de la vida reproductiva (VIDR) de cada especie con el cociente EDMZ/EDMX y la edad máxima (EDMX) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	167
7.77 Correlaciones significativas del promedio de la vida reproductiva (VIDR) de cada especie con la talla mínima de madurez (TMIN),	168

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
la talla de primera madurez (TPIM) y la talla máxima (TMAP) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	
7.78 Ordinación de 28 agrupadores transitorios y dos especies testigo (<i>C. undulatus</i> y <i>E. morio</i>), de acuerdo con el componente principal 2 y el componente principal 3 del APC para ambos sexos. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2.	169
7.79 Las variables que tuvieron mayor influencia para la formación de los grupos a partir del ACP para ambos sexos (TMIN, talla mínima de madurez; VIDR, vida reproductiva; CSX, composición sexual) y los grupos determinados (grupo 1, especies que tienden a presentar menores TMINs y VIDRs; grupo 2, especies con mayores TMINs y VIDRs).	170
7.80 Ordinación de los 19 agrupadores transitorios y las dos especies testigo (<i>C. undulatus</i> y <i>E. morio</i>), de acuerdo con el componente principal 2 y el componente principal 3 del APC para las hembras. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2.	171
7.81 Las variables que tuvieron mayor influencia para la formación de los grupos a partir del ACP para las hembras (TMINH, talla mínima de madurez de las hembras; VIDRH, vida reproductiva de las hembras; CSX, composición sexual) y los grupos determinados (grupo 1, especies que tienden a presentar mayores TMINHs y VIDRHs; grupo 2, especies con menores TMINHs y VIDRHs).	171
7.82 Modelo conceptual de las relaciones entre las características de la población adulta, y su relación con la latitud.	173
7.83 Ubicación geográfica de la información relacionada con el género de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.	174
7.84 Histogramas del tipo de sexualidad de los agrupadores transitorios.	178
7.85 Disposición latitudinal de los tipos de sexualidad de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	179
7.86 Ordinación de los 25 agrupadores transitorios y una especie testigo (<i>C. undulatus</i>), de acuerdo con el componente principal 1 y 2 del APC. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2.	180
7.87 Las variables utilizadas para la formación de los grupos a partir del ACP (TAD, tamaño de las agrupaciones de desove; CSX,	181

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
composición sexual; y la sexualidad) y los grupos determinados (grupo 1, especies que tienden a presentar menores CSX y gonocorismo; grupo 2, especies con mayores CSX y protoginia).	
7.88 Histogramas de la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) de los agrupadores transitorios.	182
7.89 Disposición latitudinal de la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	183
7.90 Correlaciones significativas del promedio por especie de la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) con las tallas y edades mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	184
7.91 Correlaciones significativas del promedio por especie de la talla mínima de cambio de sexo entre la talla máxima (TMCSX/TMAP) con la talla de primera madurez entre la talla máxima (TPIM/TMAP), la edad de madurez entre la edad máxima (EDMZ/EDMX) y la vida reproductiva (VIDR) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	186
7.92 Histogramas de la edad de cambio de sexo (EMCSX) de los agrupadores transitorios.	187
7.93 Disposición latitudinal de la edad mínima de cambio de sexo (EMCS) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	188
7.94 Correlaciones significativas del promedio por especie de la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) con las tallas y edades mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	191
7.95 Modelo conceptual de la correspondencia entre la sexualidad, la composición sexual y el tamaño de las agrupaciones.	192
7.96 Modelo conceptual de las relaciones entre la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) y la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) con las tallas de madurez, las edades de madurez, la vida reproductiva, la composición sexual y la latitud.	193
7.97 Ubicación geográfica de la información relacionada con la gametogénesis.	194
7.98 Histogramas del tipo de gametogénesis de las hembras de los agrupadores transitorios.	198
7.99 Disposición latitudinal de los tipos de ovogénesis de los	199

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
agrupadores transitorios, global y por océanos.	
7.100 Histogramas del índice gonadosomático máximo de las hembras (HIGM) de los agrupadores transitorios.	200
7.101 Histogramas del índice gonadosomático máximo de los machos (MIGM) de los agrupadores transitorios.	201
7.102 Disposición latitudinal del índice gonadosomático de las hembras (HIGM) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	202
7.103 Disposición latitudinal del índice gonadosomático de los machos (MIGM) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	202
7.104 Correlaciones significativas del promedio por especie del índice gonadosomático de las hembras (HIGM) con el cociente TMINH/TMAP, la edad de madurez (EDMZH) y la edad máxima (EDMX) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	205
7.105 Histogramas de la fecundidad parcial promedio de los agrupadores transitorios, en número de ovocitos por hembra.	206
7.106 Disposición latitudinal de la fecundidad parcial promedio de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	207
7.107 Correlaciones significativas del promedio por especie de la fecundidad parcial promedio (FEPP) con la talla mínima de madurez (TMINH), la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	209
7.108 Histogramas del diámetro máximo de los ovocitos (DIMO) de los agrupadores transitorios, en milímetros.	210
7.109 Disposición latitudinal del diámetro máximo de los ovocitos (DIMO) los agrupadores transitorios, global y por océanos.	211
7.110 Ordinación de los 18 agrupadores transitorios de acuerdo con el componente principal 1 y 2 del APC a partir de la ovogénesis, la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2; G3 es el grupo 3; G4 es el grupo 4.	214
7.111 Las variables utilizadas para la formación de los grupos a partir del APC y los grupos determinados. Donde: ovogénesis 1 es sincrónica y 2 es sincrónica de grupo; ciclo de agregación 1 es lunar y 2 es semilunar; FEPP es la fecundidad parcial promedio;	215

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>	<i>Página</i>
el grupo 1, 2, 3 y 4 del APC corresponden a los agrupamientos de la 7.110.	
7.112 Modelo conceptual de las relaciones de correspondencia entre el ciclo de agregación (lunar y semilunar), el tipo de ovogénesis (asincrónica y sincrónica de grupo) y la fecundidad parcial promedio (FEPP).	216
7.113 Modelo conceptual de las relaciones entre el índice gonadosomático de las hembras (HIGM) y la fecundidad parcial promedio (FEPP) con la talla mínima de madurez (TMIN), la edad de madurez (EDMZ), la talla máxima, la edad máxima, el cociente TMIN/TMAP y la latitud.	217
7.114 Ubicación geográfica de la información acerca de la progenie.	218
7.115 Histogramas del diámetro promedio del huevo (DHU) de los agrupadores transitorios.	220
7.116 Disposición latitudinal del diámetro promedio del huevo (DHU) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	221
7.117 Correlaciones significativas del promedio por especie del diámetro promedio del huevo (DHU) con la fecundidad parcial promedio (FEPP), la composición sexual (CSX), la talla mínima de madurez (TMINH) y la talla máxima (TMAP) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.	223
7.118 Histogramas del tipo de hábitat del huevo de los agrupadores transitorios.	224
7.119 Disposición latitudinal del tipo de hábitat del huevo de los agrupadores transitorios, global y por océanos.	225
7.120 Ordinación de 10 agrupadores transitorios y una especie testigo (<i>E. morio</i>) de acuerdo con el componente principal 1 y 2 del APC a partir del tamaño del huevo, la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2.	226
7.121 Las variables utilizadas para la formación de los grupos a partir del APC y los grupos determinados. Donde: DHU es el diámetro promedio del huevo; ciclo de agregación, 1 es lunar y 2 es semilunar; FEPP es la fecundidad parcial promedio; el grupo 1 y 2 del APC corresponden a los agrupamientos de la 7.120.	227
7.122 Modelo conceptual de las relaciones de correspondencia entre el ciclo de agregación (lunar y semilunar) y el diámetro promedio	228

LISTA DE FIGURAS

<i>Sección.figura</i>		<i>Página</i>
	de los huevos (DHU).	
7.123	Modelo conceptual de las relaciones entre el diámetro promedio del huevo (DHU) con la composición sexual (CSX), la fecundidad parcial promedio (FEPP), la talla mínima de madurez (TMIN) y la talla máxima (TMAP).	228
8.1	Modelo conceptual general de la estrategia reproductiva semilunar en los agrupadores transitorios.	253
8.2	Modelo conceptual general de la estrategia reproductiva lunar en los agrupadores transitorios.	256

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ADRs	Agrupaciones de desove residentes.
ADTs	Agrupaciones de desove transitorias.
AVHRR	Radiómetro avanzado de muy alta resolución (Advanced Very-High-Resolution Radiometer)
CC	Cuarto creciente (fase lunar).
CC-CM	Periodo lunar entre el cuarto creciente y el cuarto menguante.
CM	Cuarto menguante (fase lunar).
CM-CC	Periodo lunar entre el cuarto menguante y el cuarto creciente.
CSX	Composición sexual (número de hembras por macho).
DADT	Duración de las agrupaciones de desove transitorias (número de días).
DHU	Diámetro promedio del huevo (milímetros).
DIMO	Diámetro máximo de los ovocitos (milímetros).
DLIAD	Día lunar de inicio de las agrupaciones de desove.
DPD	Duración del periodo de desove (número de meses).
EDMX	Edad máxima por especie (número de años).
EDMZ	Edad de madurez (número de años).
EDMZ/EDMX	EDMZ entre el promedio de la EDMX de la especie (cociente).
EDMZH	Edad de madurez de las hembras (número de años).
EDMZH/EDMX	EDMZH entre el promedio de la EDMX de la especie (cociente).
EDMZH/EDMX	EDMZH entre el promedio de la EDMX de la especie (cociente).
EDMZM	EDAD de madurez de los machos (número de años).
EMCSX	Edad mínima de cambio de sexo (número de años).
EMCSX/EDMX	EMCSX entre el promedio de la EDMX de la especie (cociente).
ERG	Estrategia reproductiva general.
ERG lunar	Estrategia reproductiva que involucra una periodicidad lunar del desove.
ERG semilunar	Estrategia reproductiva que involucra una periodicidad semilunar del desove.
ES	Estructura social.
FEPP	Fecundidad parcial promedio (número de ovocitos por hembra).
HIGM	Índice gonadosomático máximo de las hembras.
LAFV	Grupo de especies con ovogénesis asincrónica, ciclo lunar de agregación y que tienden a presentar una fecundidad mayor pero variable.
LK	Grupo de especies que presentan un ciclo lunar de agregación y que tienden a presentar un diámetro de huevo mayor.
LL	Luna llena (fase lunar).
LN	Luna nueva (fase lunar).

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

LOTI	Índice de Temperatura Tierra-Océano (Land-Ocean Temperature Index).
LSFV	Grupo de especies con ovogénesis sincrónica de grupo, ciclo de agregación lunar y que tienden a presentar una fecundidad mayor pero variable.
L_T	Longitud total o talla (centímetros).
L_T máxima	Longitud total máxima o talla máxima (centímetros).
L_T mínima	Longitud total mínima o talla mínima (centímetros).
L_T promedio	Longitud total promedio o talla promedio (centímetros).
Máx	Valor máximo.
MBG	Matriz binaria general.
M_d	Moda.
MIGM	Índice gonadosomático máximo de los machos.
Mín	Valor mínimo.
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (National Oceanic and Atmospheric Administration).
OF	Organización para la fertilización.
p. ej.	Por ejemplo.
PIED	Proporción transcurrida del año al momento del inicio de la época de desove.
PK	Grupo de especies que tienden a presentar la talla mínima de madurez (TMIN) a una mayor longitud (24 cm a 116.25 cm) y también una mayor vida reproductiva (VIDR, 19.35 años a 31.12 años).
PMM	Periodo del día entre la madrugada y el medio día.
POET	Programa para la protección de nuestros tesoros ambientales de la NOAA (Program-Protect Our Environmental Treasures).
PPSD	Profundidad promedio de los sitios de desove (metros).
PR	Grupo de especies que tienden a presentar la TMIN a una menor longitud (18.34 cm a 64.81 cm) y una menor vida reproductiva (2 años a 25 años).
PTM	Periodo del día entre la tarde y la media noche.
SCRFA	Sociedad para la conservación de las agregaciones de peces de arrecife (Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations).
Sp.	Especie.
Spp.	Especies.
SR	Grupo de especies que presentan un ciclo semilunar de agregación y que tienden a presentar un diámetro de huevo menor.
SSFM	Grupo de especies con ovogénesis sincrónica de grupo, ciclo de

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

	agregación semilunar y que tienden a presentar una menor fecundidad.
TAD	Tamaño promedio de las agrupaciones de desove (número de individuos).
TMAP	Talla o longitud total máxima de la especie (centímetros).
TMCSX	Talla o longitud total mínima de cambio de sexo (centímetros).
TMCSX/TMAP	TMCSX entre el promedio de la TMAP de la especie (cociente).
TMIM	Talla o longitud total mínima de madurez (centímetros).
TMIN/TMAP	TMIN entre el promedio de la TMAP de la especie (cociente).
TMINH	TMIN de las hembras (centímetros).
TMINH/TMAP	TMINH entre el promedio de la TMAP de la especie (cociente).
TMINM	TMIN de los machos (centímetros).
TMINM/TMAP	TMINM entre el promedio de la TMAP de la especie (cociente).
TPD	Temperatura del periodo de desove (grados centígrados).
TPD máxima	Temperatura máxima del periodo de desove (grados centígrados).
TPD mínima	Temperatura mínima del periodo de desove (grados centígrados).
TPD promedio	Temperatura promedio del periodo de desove (grados centígrados).
TPIM	Talla o longitud de primera madurez (centímetros).
TPIM/TMAP	TPIM entre el promedio de la TMAP de la especie (cociente).
TPIMH	TPIM de las hembras (centímetros).
TPIMH/TMAP	TPIMH entre el promedio de la TMAP de la especie (cociente).
TPIMM	TPIM de los machos (centímetros).
TPIMM/TMAP	TPIMM entre el promedio de la TMAP de la especie (cociente).
URL	Localizador Uniforme de Recursos (Uniform Resource Locator).
VDADT	DADT máxima menos la DADT mínima anual (número de días).
VDPD	DPD máxima menos la DPD mínima anual (número de meses).
VIDR	Vida reproductiva (número de años).
VIDRH	Vida reproductiva de las hembras (número de años).
VIDRM	Vida reproductiva de los machos (número de años).
VPIED	PIED máxima menos la PIED mínima anual.
VTAD	TAD máximo menos el TAD mínimo anual (número de individuos).
VTPD máxima	El valor más alto de la TPD máxima menos el menor valor de la TPD máxima por año (grados centígrados).
VTPD mínima	El valor más alto de la TPD mínima menos el menor valor de la TPD mínima por año (grados centígrados).

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

VTPD promedio	El valor más alto de la TPD promedio menos el menor valor de la TPD mínima por año (grados centígrados).
$\bar{X}$	Media o promedio.

RESUMEN

La biología reproductiva de los peces es diversa en cuanto a características y procesos que usualmente se clasifican conforme a semejanzas. Los modelos resultantes facilitan la vinculación de la reproducción y otros fenómenos biológicos y físicos en situaciones prácticas. El presente trabajo presenta la exploración de los procesos reproductivos de 78 teleósteos con el objetivo de identificar y proponer un modelo la estrategia reproductiva. Las especies fueron seleccionadas por formar agrupaciones de desove transitorias, bajo el supuesto de aminorar la variabilidad interespecífica. La mayoría fueron epinefélidos (26 spp), lutjánidos (11 spp) y carángidos (8 spp) constituyendo el 58%. También se incluyeron especies de Lethrinidae, Siganidae, Kyphosidae, Mugilidae, Scaridae, Acanthuridae, Balistidae, Mullidae, Ostraciidae, Ephippidae, Haemulidae, Labridae y Scombridae. La investigación se realizó con información publicada en documentos y bases de datos sobre aspectos de la reproducción acerca de la temporalidad, el hábitat, la etología, la estructura poblacional, el género, la gametogénesis y la progenie. El trabajo aporta un modelado conceptual de los procesos reproductivos, que resultó de la concepción integral de las exploraciones mediante Análisis Multivariado de Agrupamiento (Cluster), el coeficiente de correlación por rangos de Spearman, Modelos Lineales Generalizados y Análisis de Componentes Principales. A partir de los esquemas preestablecidos se determinó que las especies carecen de cuidado parental y son dispersadores de gametos en la columna de agua (pelagófilos). Bajo este esquema se detectaron dos comportamientos extremos. El primero es posiblemente más ancestral, presenta un componente etológico más complejo y se denominó como una estrategia reproductiva semilunar debido a que la agregación y desove se modeló en ciclos semilunares, que hipotéticamente rigen al proceso de ovogénesis. El segundo se nombró estrategia reproductiva lunar y se caracteriza principalmente por los ciclos lunares de agregación y el desove que hipotéticamente determinan patrones en la ovogénesis, que podría estar relacionada con la tendencia de asociación con un mayor tamaño de huevo con respecto a la estrategia anterior. En conclusión las agrupaciones de desove transitorias toman parte en más de una estrategia reproductiva.

ABSTRACT

The reproductive biology of fishes is diverse according with features and processes, which are usually modeled basin on similarities. These models make easier the linking of reproduction with other biological and physical phenomena in practical situations. This thesis presents an exploration of reproductive processes of 78 teleosts in order to identify and propose a model of the reproductive strategy. The species were selected through the criterion of forming transient spawning aggregations and under the assumption of slow inter-specific reproductive variability. Most were epinephelids (26 spp), lutjanids (11 spp) and carangids (8 spp). While 42% were species of Lethrinidae, Siganidae, Kyphosidae, Mugilidae, Scaridae, Acanthuridae, Balistidae, Mullidae, Ostraciidae, Ephippidae, Haemulidae, Labridae and Scombridae. The research was conducted with information published in documents and databases about reproductive aspects describing the temporality, the habitat, the ethology, the population structure, the gender, the gametogenesis and the offspring. As a result, this study provides a conceptual modeling of reproductive process which was through an integral conception of results from Cluster Multivariate Analysis, the Spearman's rank correlation coefficients, Generalized Linear Models and Principal Component Analysis. From preset classification were determined that the species group lack parental care and disperse their gametes in the water column (pelagophilos). Unde this scheme two extreme behaviors were detected. The first is possibly more ancestral and presents a more complex ethological component. It was designated as semilunar reproductive strategy, due to the aggregating and the spawning were modeled in semilunar cycles that hypothetically also govern the oogenesis process. The second was named lunar reproductive strategy and is mainly characterized by lunar cycles of aggregating and spawning, and a lunar pattern in oogenesis which could be related with the tendency of association between lunar patterns with bigger eggs. In conclusion, transient spawning aggregations are involved in more than one reproductive strategy.

1. INTRODUCCIÓN

Los peces son los vertebrados con la mayor diversidad de estrategias reproductivas (Munro *et al.*, 1990) y algunas incluyen la formación de agregaciones intraespecíficas con el propósito de desovar, de manera que incrementan significativamente sus densidades durante la época de reproducción (Domeier & Colin, 1997). La presente investigación se enfoca en la exploración y modelado de patrones reproductivos de un pequeño grupo de teleósteos (División: Teleostei; Nelson, 2006), seleccionado porque las especies pueden presentar agrupaciones de desove como parte de su estrategia reproductiva.

Las agrupaciones de desove pueden variar en forma, tamaño, temporalidad, hábitat, comportamiento y otros atributos, y para los peces de arrecife se han logrado tipificar en residentes y transitorias. Las agrupaciones de desove residentes (ADRs) están asociadas a sitios de reproducción localizados dentro de su zona de alimentación, y en términos temporales una sola agregación es una pequeña proporción del esfuerzo reproductivo anual; su ocurrencia puede ser diaria y con una duración de unas horas; durante varios meses y hasta todo el año (Domeier & Colin, 1997). Estas son observadas principalmente en especies que alcanzan tallas entre pequeñas y medianas con respecto a otros teleósteos, que relativamente realizan movimientos espaciales de corta distancia y usualmente no considerados como migraciones. Inicialmente Domeier y Colin (1997) señalaron que *Sparisoma rubripinne*, *Scarus croicensis*, *Thalassoma bifasciatum*, *Acanthurus bahianus*, *Acanthurus coeruleus*, *Acanthurus nigrofusus*, *Acanthurus triostegus* y *Ctenochaetus striatus* presentan ADRs. Por otra parte las agrupaciones de desove transitorias (ADTs) involucran el movimiento de los peces desde su lugar habitual hacia un sitio de reproducción exclusivo y una agregación es una proporción importante del esfuerzo de desove anual, ya que son infrecuentes pudiendo ser mensuales y durar algunos días, durante un periodo del año que puede ser de uno a tres meses (Domeier & Colin, 1997). Las especies que presentan ADTs alcanzan tallas relativamente grandes y pueden realizar migraciones con una magnitud de kilómetros para llegar a los sitios de desove. Algunas de estas especies se

reconocen por ser parte de importantes pesquerías y porque sus poblaciones están seriamente afectadas por la pesca de sus ADTs, como *Epinephelus striatus* (Domeier & Colin, 1997; Sadovy & Domeier, 2005), a causa del incremento en la vulnerabilidad y la capturabilidad (Arreguín-Sánchez & Pitcher, 1999), ambos producto del fenómeno de agregación en sitios localizados por los pescadores (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997; Bolden, 2000; Claro & Lindeman, 2003).

Considerando la pertinencia de abordar estudios biológicos sobre especies biológicamente más vulnerables ante las actividades humanas y tratando de delimitar un grupo de peces con una variabilidad reproductiva intragrupo reducida para explorar su reproducción, la contribución del presente trabajo se centró en peces que presentan ADTs como una de sus tácticas reproductivas. En este caso se utilizó este proceso de agrupación de desove bajo el supuesto de que es un periodo crítico de la reproducción debido a que concentran el esfuerzo reproductivo en espacio y tiempo (Rhodes & Sadovy, 2002; Brulé *et al.*, 2003; Claydon, 2004), de manera que las especies con un tipo de agrupación de desove similar tendrían que presentar una estrategia reproductiva también semejante.

Como un primer paso en el modelado de los procesos reproductivos asociados a las agrupaciones de desove, se presentan una serie de exploraciones, tendencias, relaciones, sugerencias e hipótesis dirigidas a ampliar la comprensión del comportamiento y la ecología del proceso reproductivo que incluye a las ADTs. Mismo que puede ser aplicado para identificar características comunes en otras especies y tendencias entre localidades (Winemiller & Rose, 1992).

2. ANTECEDENTES

2.1 Modos reproductivos

El estudio de la reproducción ha sido importante a lo largo de la historia de las investigaciones sobre la ictiofauna. Se estima que los peces son los vertebrados más diversos en términos de sus estrategias reproductivas (Munro *et al.*, 1990), debido a la variedad de procesos reproductivos que se conocen. Los trabajos de Krizhanovsky (1949) (citado por Balon, 1981), Breder y Rosen (1966) y Balon (1990) son pioneros en el entendimiento y la clasificación de las estrategias reproductivas de los peces, además han proporcionado el marco conceptual a subsecuentes estudios sobre los modelos generales de la reproducción. Otras investigaciones se han hecho para grupos limitados principalmente por criterios taxonómicos, ecológicos (hábitat) y logísticos (disponibilidad de la información) (Daoulas *et al.*, 1993). Las metodologías cualitativas han sido las más utilizadas (p. ej.: Balon, 1975, 1981, 1990; Johannes, 1978; Daoulas *et al.*, 1993; Platania & Altenbach, 1998; Nordlie, 2000; Murua & Saborido-Rey, 2003), mientras que los trabajos donde se utilizaron métodos numéricos son escasos y relativamente recientes (p. ej.: Winemiller & Rose, 1992; Paugy, 2002; Growns, 2004). Al parecer se cuenta con más estudios para peces que habitan en cuerpos de agua dulce que para marinos.

Krizhanovsky (1949) ideó la utilización de una combinación de características reproductivas y de la ontogenia inicial, para establecer una clasificación de estilos reproductivos de los peces de agua dulce (citado por Balon, 1990). Balon (1975, 1981, 1990) retomó el trabajo de Krizhanovsky e hizo una modificación adicionando los estilos reproductivos de los peces marinos, de acuerdo con información disponible hasta ese momento.

La clasificación de estilos reproductivos de Balon (1990) es una de las clasificaciones más amplias, incluye criterios etológicos para dividir a tres grandes grupos de peces (no guardianes, guardianes e incubadores), mismos que se subdividen en seis grupos ecológicos con base en la forma de la puesta (dispersión en sustrato abierto, nidada en sustrato o sitio nidificado e incubación interna o externa) y al final se presenta una subdivisión tomando como criterios el tipo de

sustrato, características de la ontogenia inicial y el tipo de cuidado parental, dando como resultado 36 gremios (Balon, 1990) o estrategias reproductivas (Fig. 2.1). De acuerdo con Balon (1990) existen características reproductivas que no están consideradas dentro de esta clasificación y es necesario integrarlas para mejorarla o ampliarla.

Winemiller (1992) propuso una clasificación que incluye tres estrategias de vida en los peces, considerando los efectos de la fecundidad, la temporalidad de la maduración y la supervivencia: la estrategia periódica, la estrategia de equilibrio y la estrategia oportunista. La estrategia periódica es característica de peces cuya maduración se retrasa a una mayor talla, lo que resulta en la producción de un mayor número de crías por puesta y también los adultos pueden sobrevivir durante periodos con condiciones ambientales sub-óptimas (Winemiller & Rose, 1992). Los huevos tienden a ser pequeños y el crecimiento durante la ontogenia inicial tiende a ser relativamente rápido. También estas especies presentan un mayor tamaño de puesta en relación con un menor número de eventos de desove por año. La estrategia oportunista caracteriza a peces con una maduración en tallas más tempranas, el desove es frecuente durante un amplio periodo reproductivo, el crecimiento de la larva es rápido y la renovación de la población se realiza a un ritmo rápido, resultando en una alta tasa de crecimiento poblacional (Winemiller, 1992; Winemiller & Rose, 1992). Estos peces frecuentemente mantienen poblaciones densas en hábitats marginales y con una alta mortalidad por depredación durante el estadio adulto. La estrategia de equilibrio describe a peces con huevos grandes y cuidado parental que resulta en la producción de pocas crías de tamaño más grande o con un desarrollo más avanzado al inicio de su vida independiente (Winemiller, 1992).

Winemiller y Rose (1992) observaron que existen estrategias intermedias en la clasificación anterior. También se menciona que dentro de estas las especies de agua dulce tienden a presentar un cuidado parental altamente desarrollado que los peces marinos (Winemiller, 1992).

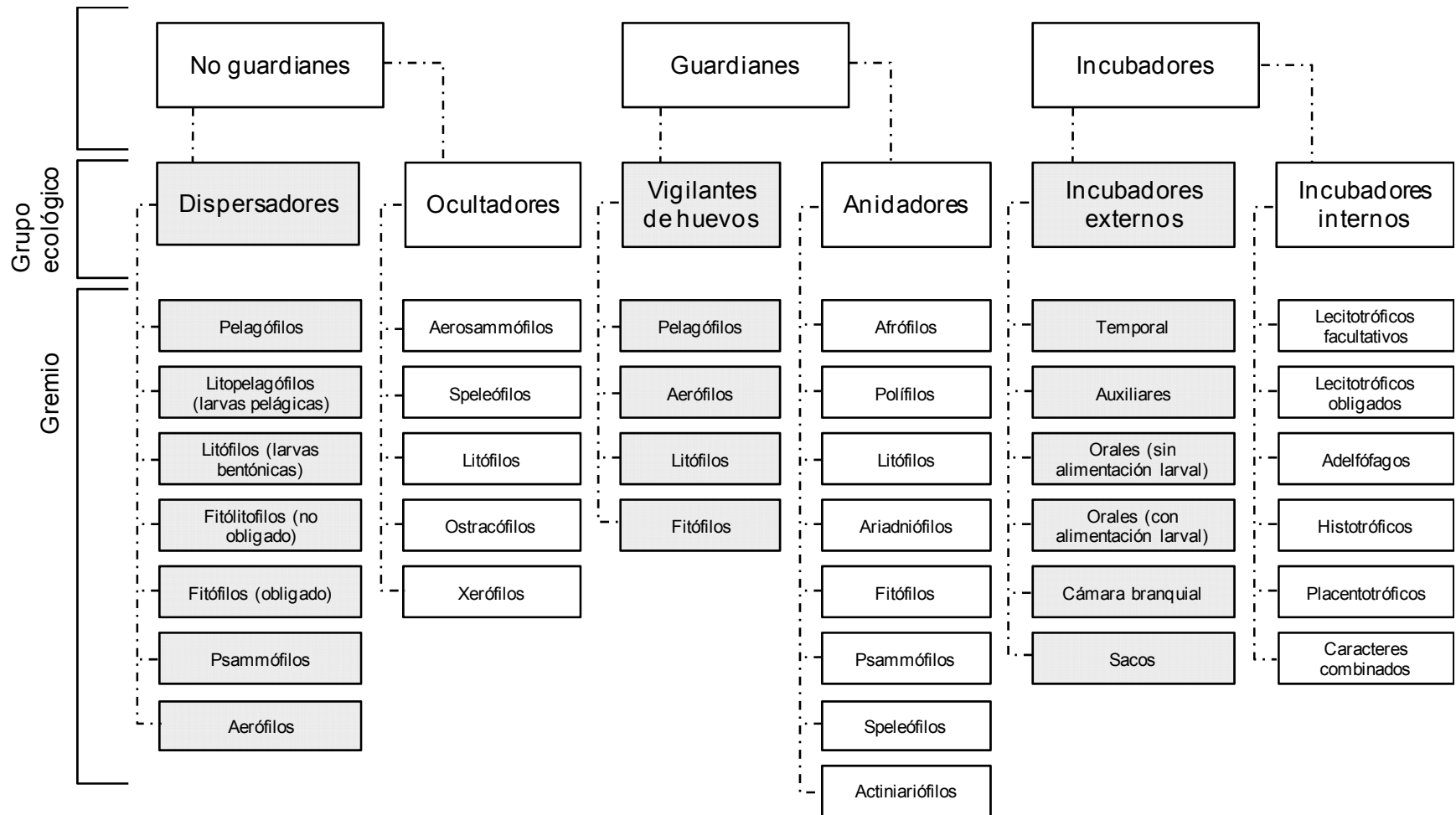


Figura 2.1 Clasificación de estilos reproductivos de peces (Balon, 1990).

2.1.1 Ríos y lagos

Entre las especies de ríos y lagos se encuentran las estrategias reproductivas más especializadas en cuanto al cuidado parental (Tabla 2.1), con una evidente relación con fenómenos estacionales como las lluvias y la competencia intraespecífica e interespecífica. Los modos reproductivos descritos (excluyendo los trabajos de Balon 1975, 1981, 1990) de los no guardianes se caracterizan principalmente por: a) la fertilización en pares, la producción de huevos no adhesivos y que pueden permanecer en suspensión en la columna de agua con la ayuda de las corrientes (*Hybognathus amarus*, *H. placitus*, *Notropis girardi*, *N. jemezanus*, *N. simus pecosensis* y *Macrhybopsis aestivalis*) (Platania & Altenbach, 1998); b) la formación de huevos adhesivos y demersales (*N. stramineus*, *Ambassis agassizii*, *Carassius auratus*, etc.) (Platania & Altenbach, 1998; Growns, 2004); c) baja fecundidad con huevos no adhesivos pero si demersales (*Galaxias rostratus*, *Misgurnus anguillicaudatus*, *Nannoperca australis*, etc.); d) semélparos con alta fecundidad y con huevos no adhesivos (*Bidyanus bidyanus*, *Geotria australis*, *Macquaria novemaculeata*, etc.) (Growns, 2004) y d) reproducción estacional, alta fecundidad y migraciones río arriba (*Clarias anguillaris*, *Brycinus nurse*, *Alestes baremoze*, etc.) (Paugy, 2002).

Tabla 2.1. Antecedentes que tratan sobre la definición de estrategias reproductivas en peces que habitan ríos y lagos.

Autor (es)	Especies (#)	Lugar	CER
Daoulas <i>et al.</i> , 1993	3 (Gobiidae)	Lago Trichonis, Grecia	Guardianes
Platania & Altenbach, 1998	7 (Cyprinidae)	Río Grande, Texas, E.U.A.	No guardianes
*Paugy, 2002	18 (8 familias)	Río Baoulé, Mali	No guardianes Guardianes
*Growns, 2004	63 (23 familias)	Ríos y lagos, SE de Australia	No guardianes Guardianes Incubadores

* Incorporó rasgos reproductivos que no consideró Balon (1990); CER, ubicación etológica de los resultados que presentan los autores de acuerdo con la clasificación de estilos reproductivos (CER) (Balon, 1990); SE, sureste.

Las estrategias de las especies guardianes se pueden distinguir con base en las siguientes particularidades: a) nidación (con y sin migración) y huevos grandes (*Arius graeffei*, *Gadopsis bispinosus*, *Maccullochella macquariensis*, etc.) (Gowns, 2004); b) semelparidad, poliginia y nidación en oquedades (*Economidichthys pygmaeus* y *E. trichonis*) (Daoulas *et al.*, 1993) y c) estrategia de equilibrio, ovocitos grandes y baja fecundidad (*Chrysichthys auratus* y *Sarotherodon galilaeus*) (Paugy, 2002). En los trabajos revisados, solo el de Gowns (2004) encontró reproducción mediante incubación de un bajo número de huevos (*Gambusia holbrooki*).

2.1.2 Mares y pantanos

Las investigaciones sobre peces marinos y que habitan pantanos (excluyendo los trabajos de Balon 1975, 1981, 1990) definieron un mayor número de especies con estilos reproductivos de los no guardianes. Los rasgos reproductivos conspicuos de las especies no guardianes son: a) migración para el desove y huevos pelágicos (*Mugil cephalus*); b) sin migración para el desove y huevos demersales (*Fundulus confluentus*, *F. similis*, *Floridichthys carpio*, *Jordanella floridae*, *Dormitator maculatus*, etcétera; Johannes, 1978; Nordlie, 2000); c) sin migración para el desove y huevos pelágicos (*Gerres abbreviatus*, *Anthias squamipinnis*, etc.) (Johannes, 1978); d) semelparidad, ovogénesis sincrónica, fecundidad determinada y desove total (*Mallotus villosus*, *Anguila* sp y *Oncorhynchus* sp); e) iteroparidad, ovogénesis sincrónica de grupo, fecundidad determinada y desove total (*Salmo salar*, *Salmo rutta*, *Clupea harengus*, etc.); f) iteroparidad, ovogénesis sincrónica de grupo, fecundidad determinada y desove parcial (*Gadus morhua*, *Limanda limanda*, *Pollachius virens*, etc.); g) iteroparidad, ovogénesis asincrónica, fecundidad determinada y desove parcial (*Scomber scombrus* y *Solea solea*); h) iteroparidad, ovogénesis asincrónica, fecundidad indeterminada y desove parcial (*Scomber japonicus*, *Thunnus albacares*, *Xiphias gladius*, etc.) (Murua & Saborido-Rey, 2003) y i) litofilia y huevos adhesivos (Nordlie, 2000) (Tabla 2.2).

La especie guardián (*Adinia xenica*) reportada por Nordlie (2000) se caracteriza por nidar en aguas someras y producir huevos adhesivos (Tabla 3). Las especies

incubadoras también se presentan en este tipo de ambientes y fueron observadas por Johannes (1978) y Nordlie (2000) (*Gambusia holbrooki*, *Poecilia latipinna*, etc.) (Tabla 2.2).

Tabla 2.2. Antecedentes acerca de la definición de estrategias reproductivas en peces que habitan en el mar y pantanos.

Autor (es)	Especies (#)	Lugar	CER
*Johannes, 1978	63 (24 familias)	Trópicos	No guardianes Incubadores
*Murua & Saborido-Rey, 2003	33 (17 familias)	Atlántico norte	No guardianes
Nordlie, 2000	11 (5 familias)	Pantanos salados, Florida, E.U.A.	No guardianes Guardianes incubadores

* Incorporó rasgos reproductivos que no consideró Balon (1990); CER, ubicación etológica de los resultados que presentan los autores de acuerdo con la clasificación de estilos reproductivos (CER) (Balon, 1990); SE, sureste.

2.2 Diagnósis de las agrupaciones de desove

Las agrupaciones de desove transitorias (ADTs) han sido observadas históricamente, distinguiéndose por la magnificencia de cientos y miles de peces en lugares y días predictibles cada año (Johannes, 1978; Taylor, 1984; Thresher, 1984; Shapiro, 1987). El concepto como tal fue propuesto por Domeier y Colin (1997) con base en las observaciones sobre algunos peces tropicales de arrecife. Los autores definieron a una agregación reproductiva como un grupo de peces de la misma especie reunidos con el propósito de desovar, en densidades o números significativamente más altos que aquellos encontrados en el sitio de desove en periodos no reproductivos. Las ADTs se distinguen a través de cuatro criterios principales: la utilización de sitios reproductivamente temporales fuera del hábitat de residencia, la brevedad del periodo reproductivo (meses), la frecuencia de agrupamiento (mensual y quincenal) y la persistencia de una agrupación en el sitio de desove (días y semanas) (Fig. 2.2). Existe controversia en relación a esta definición, principalmente en relación a la utilización de criterios con carácter objetivo

y determinantes para identificar a los tipos de agrupaciones de desove, mismo que será posible a medida que haya más información y más detallada de dichos fenómenos; Domeier y Colin (1997), y Claydon (2004) presentaron una discusión en ese sentido. No obstante la idea de una ADT es ampliamente aceptada (Lindeman *et al.*, 2000; Rhodes & Sadovy, 2002; Claro & Lindeman, 2003; SCRFA Global Database, 2004; Pet *et al.*, 2005; Pears *et al.*, 2007; Heyman & Kjerfve, 2008).

La formación de ADTs está confirmada en algunas especies de Acanthuridae, Kyphosidae, Labridae, Lethrinidae, Lutjanidae, Mugilidae, Mullidae, Scaridae, Scombridae, Serranidae, Siganidae, Sparidae (SCRFA Global Database, 2004) y Carangidae (Heyman & Kjerfve, 2008), y la lista de especies va en aumento. Los ejemplos típicos los presenta *Epinephelus striatus* (Domeier & Colin, 1997; Claro & Lindeman, 2003; Heyman & Kjerfve, 2008), que junto con otras especies de la familia Serranidae son los representantes más numerosos de este tipo de agrupaciones de desove.

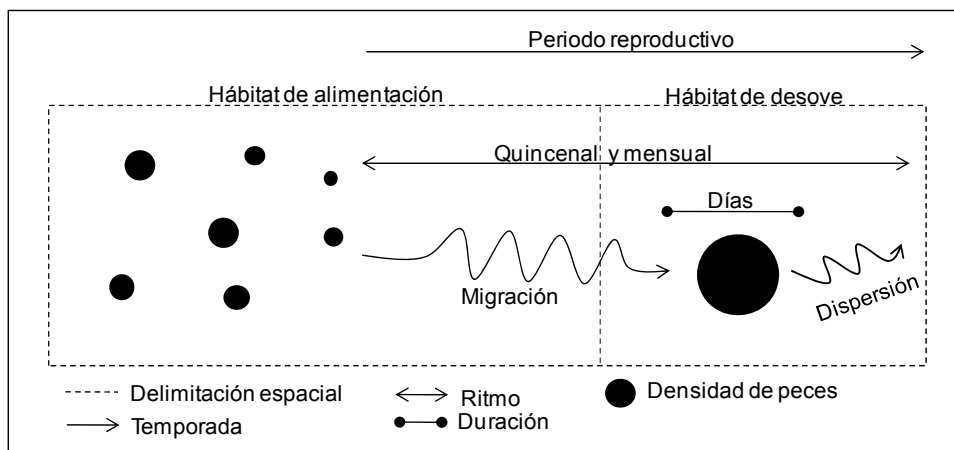


Figura 2.2. Esquema teórico de una agregación reproductiva transitoria.

2.2.1 Ejemplos de agrupadores transitorios

La familia Epinephelidae (antes subfamilia Epinephelinae; Smith & Craig, 2007) es un grupo de peces que no presentan cuidado parental y tienen una fuerte tendencia hacia el hermafroditismo funcional (Breder & Rosen, 1966; Thresher,

1984). La familia se integra por alrededor de 159 especies de peces marinos y 15 géneros (Heemstra & Randall, 1993). La especie *E. striatus* es uno de los epinefélidos que forma ADTs (Domeier & Colin, 1997; Claro & Lindeman, 2003; Heyman & Requena, 2003; Heyman & Kjerfve, 2008), lo que lo define como un agrupador transitorio. Uno de sus sitios tradicionales es Mahahual, un lugar de desove localizado a 350 m de la línea de costa sur del Mar Caribe Mexicano (Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996). Se han observado migraciones hacia el norte a lo largo de la costa de Quintana Roo, México, para arribar a los sitios de desove, donde las agrupaciones se forman durante los cuatro días alrededor de la luna llena, de diciembre a febrero (Aguilar-Perera, 1994; Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; Aguilar-Perera, 2006). Un comportamiento similar se observó en las costas de las Islas Caimanes (Colin *et al.*, 1987; Whaylen *et al.*, 2004; Whaylen *et al.*, 2007), Belice (Sala *et al.*, 2001; Starr *et al.*, 2007; Heyman & Kjerfve, 2008), Cuba (Claro & Lindeman, 2003), Bahamas (Colin, 1992), Puerto Rico (Sadovy, 1993) y otros lugares. La evidencia sugiere que toda la actividad reproductiva de esta especie ocurre asociada a las ADTs (Sadovy & Eklund, 1999).

La familia Lutjanidae es uno de los principales recursos pesqueros en las plataformas de la zona tropical y subtropical, no presentan cuidado parental, desovan huevos pelágicos (Breder & Rosen, 1966) y son considerados gonocóricos (Thresher, 1984; Claro & Lindeman, 2008). Actualmente la familia se integra por 17 géneros y 103 especies, de las cuales 65 pertenecen al género *Lutjanus* (Allen, 1985; Cervigón, 1993 en Claro & Lindeman, 2008) y se estima que la mayoría de las especies forman ADTs (Claro & Lindeman, 2008). *Lutjanus analis* está reportada como agrupador transitorio entre los Lutjanidae (Domeier & Colin, 1997; Claro & Lindeman, 2003; Heyman & Kjerfve, 2008). Este pez realiza movimientos espaciales hacia la pendiente del borde exterior y pasajes de los arrecifes de la costa de Cuba, en la época de reproducción (abril a septiembre; Claro & Lindeman, 2003); su estancia dura cinco o seis días alrededor del plenilunio y la luna en cuarto menguante (Claro & Lindeman, 2003). Claro y Lindeman (2008) mencionaron que en casi todas las especies de Lutjanidae el desove ocurre durante el crepúsculo o la

noche, y generalmente asociado a alguna fase de la luna y con las mareas altas (Claro & Lindeman, 2008).

La familia Carangidae no presenta cuidado parental, sus huevos son pelágicos y hasta donde se sabe son gonocóricos (Thresher, 1984). Esta familia se integra por 32 géneros y 140 especies (Nelson, 2006). Recientemente Heyman & Kjerfve (2008) documentaron las primeras ADTs de algunos Carangidae en Gladden Spitt, Belice; un ejemplo es *Caranx latus* que llega a dicho lugar para agregarse durante ocho días alrededor de la luna llena de marzo a agosto, aunque se le puede observar en abundancia tres veces menor durante todos los meses del año.

2.2.2 Sitios de desove

Los sitios de agregación reproductiva son específicos, frecuentemente denominados tradicionales (Johannes, 1978; Thresher, 1984; Shapiro, 1987; Robertson, 1991; Helfman *et al.*, 1997; Zeller, 1998; Sadovy & Eklund, 1999; Sluka, 2000; Sala *et al.* 2001; Rhodes & Sadovy, 2002; Claro & Lindeman, 2003; Claydon, 2004; Burton *et al.*, 2005; Claydon, 2005; Heyman *et al.*, 2005; Whiteman *et al.*, 2005; Kadison *et al.*, 2006; Heyman & Kjerfve, 2008) y pueden ser utilizados por varias especies, ya sea simultáneamente, en diferente hora, mes o año (Thresher, 1984; Domeier & Colin, 1997; Sala *et al.*, 2001; Heyman & Requena, 2002; Whaylen *et al.*, 2004; Graham & Castellanos, 2005; Heyman & Kjerfve, 2008). Agregaciones de *Epinephelus fuscoguttatus*, *Epinephelus polyphekadion* y *Plectropomus areaolatus* se observan en la misma área y temporada en la costa de Palau, Micronesia (Johannes *et al.*, 1999). En un área del Arrecife Glover, Belice se agrupan más de 24 especies de peces, entre ellas, *E. striatus*, *Mycteroperca bonaci*, *Mycteroperca tigris* y *Mycteroperca venenosa* presentan diferentes patrones de llegada, salida, fechas de mayor abundancia y liberación de gametos (Sala *et al.*, 2001). Excepcionalmente *E. striatus* y *M. bonaci* fueron observadas liberando gametos juntas al oeste de Pequeña Caimán, Islas Caimanes (Whaylen *et al.*, 2007); lo que sugiere una oportunidad de hibridación en las poblaciones silvestres.

Las ADTs muestran fidelidad a un área de reproducción determinada. Algunos autores mencionan la constancia de la especie con variaciones intraespaciales (Domeier & Colin, 1997; Heyman *et al.*, 2005; Kadison *et al.*, 2006; Heyman & Kejerfve, 2008) y otra evidencia supone fidelidad individual. Zeller (1998) observó que individuos de *Plectropomus leopardus* solo utilizaban uno de cuatro lugares monitoreados en la costa de Isla Lizard, Australia. También las investigaciones de Johannes *et al.* (1999) y Starr *et al.* (2007) indican que los mismos peces de *E. polyphkadion* (Palau, Micronesia) y *E. striatus* (Belice) respectivamente, regresan al mismo sitio de desove cada año.

Las características geomorfológicas de las zonas de desove son diferentes (Caydon, 2004). Las ADTs se presentan en el borde de proyecciones de la plataforma con superficie relativamente plana en Bahamas (Colin, 1992); cerca de promontorios de arrecifes en Belice (Heyman *et al.*, 2005; Graham *et al.*, 2008; Heyman & Kjerfve, 2008) e Islas Caimanes (Whaylen *et al.*, 2004; Whaylen *et al.*, 2007); encima de canales de arrecife en Micronesia (Johannes *et al.*, 1999) e Maldivas (Sluka, 2000); cerca de pendientes de arrecife y el borde de la plataforma en Cuba (García-Cagide *et al.*, 1994; Claro & Lindeman, 2003), Australia (Zeller, 1998), Islas Vírgenes (Nemeth *et al.*, 2007) y Florida (Burton *et al.*, 2005). Estos sucesos sugieren que estas áreas tienen propiedades reproductivamente benéficas para muchas especies de peces marinos, sin embargo no hay explicaciones contundentes al respecto (Claydon, 2004; Whaylen *et al.*, 2004). Algunas conjeturas afirman: una óptima dispersión de los huevos y las larvas, la baja depredación de los productos, la disponibilidad de alimento para la primera alimentación, el aseguramiento del regreso de la progenie a su lugar de nacimiento (Johannes, 1978; García-Cagide *et al.*, 1994; Domeier & Colin, 1997; Claydon, 2004; Heyman & Kjerfve, 2008), la conveniente localización de los sitios, la reducción de la depredación de los adultos, la disponibilidad de refugios para los reproductores (Thesher, 1984; Domeier & Colin, 1997; Claydon, 2004) y la presencia de factores atractivos que motivan a los peces a seleccionar el lugar; como corrientes particulares (Heyman & Kjerfve, 2008).

2.2.3 Migración reproductiva

La migración reproductiva anual es una parte integral de la historia de vida de muchos peces teleósteos, ocurren cambios en el estado nutricional, las tasas de alimentación y la energía almacenada decrecen y hay un incremento en el desarrollo gonádico asociado (Pollock, 1984). La migración ocurre cuando la zona de residencia y de reproducción están separadas (Claydon, 2004). Favorece la conexión de los individuos dispersados en áreas extensas de plataformas insulares y continentales, con sitios de desove específicos (Nemeth *et al.*, 2007). El proceso lógico es que los adultos perciban un factor proximal (Colin *et al.*, 1987; Robertson, 1991) que induzca el comportamiento migratorio. Esta habilidad determinará en parte el éxito del condensado del potencial reproductivo de una población en una región (Korringa, 1947 en Johannes, 1978; Robertson, 1991; Nemeth *et al.*, 2007), asimismo en los agrupadores transitorios.

Los peces que forman ADTs deben recorrer hasta kilómetros para llegar a sus zonas de reproducción (Shapiro, 1987; Colin *et al.*, 1987; Robertson, 1991; Zeller, 1998; Bolden, 2000; Appeldoorn & Lindeman, 2003; Claydon, 2004). *Acanthopagrus australis* puede recorrer 80 km camino al sitio de desove en la Bahía Moretón, Australia (Pollock, 1984); *P. leopardus* logra trasladarse 17 km durante dos o tres días para reproducirse en la costa de la Isla Lizard, Australia (Zeller, 1998); *Epinephelus guttatus* viaja un promedio de 16.6 km para llegar a liberar sus gametos en el Banco Red Hind, Islas Vírgenes (Nemeth *et al.*, 2007). Se ha observado que no toda la población adulta participa en la migración de desove anual. En *Acanthopagrus australis* aproximadamente la mitad de la población adulta no participa en la migración de desove anual y los adultos no migratorios permanecen en las áreas de alimentación dentro del estuario durante el periodo de desove (Pollock, 1984).

El mecanismo de localización de los lugares de reproducción aun se desconoce (Robertson, 1991; Zeller, 1998). Una posibilidad es que los individuos lleguen y seleccionen el mismo sitio de desove cada vez (Domeier & Colin, 1997). Colin *et al.* (1987) propuso que si los Serranidae siguen el movimiento de la corriente por el

borde de los arrecifes de franja (Islas Caimanes) encontraran en su camino el lugar de agregación y si la agrupación no está presente, los peces podrán identificar el área como la extensión más amplia del arrecife con una corriente en movimiento. Algunos autores mencionan que la habilidad para llegar a los sitios de desove podría ser aprendida por interacción social, por ejemplo, reproductores reclutas siguiendo a adultos experimentados (Domeier & Colin, 1997; Johannes *et al.* 1999; Bolden, 2000). En el Banco Grammanik (Santo Thomas, Islas Vírgenes) se observó en repetidas ocasiones a *Lutjanus cyanopterus* moviéndose rápidamente a través de los arrecifes, aparentemente al azar, agregándose a grandes grupos o dividiéndose en grupos más pequeños; esto se asoció a una posible táctica para recoger a otros participantes de la agregación para finalmente establecerse en algún sitio dentro de un área de $\geq 60\ 000\ m^2$ (Kadison *et al.*, 2006). También se considera que el establecimiento de la agregación se deba a una función de las corrientes predominantes, pese a que la batimetría y la orientación del banco son bastante homogéneas (Kadison *et al.*, 2006).

2.2.4 Temporalidad del desove

Por definición las ADTs se presentan en temporadas breves y particulares. El esfuerzo reproductivo circanual se efectúa durante la misma época (Johannes, 1978; Thresher, 1984; Shapiro, 1987; Sadovy & Eklund, 1999; Sluka, 2000; Sala *et al.*, 2001; Rhodes & Sadovy, 2002; Claro & Lindeman, 2003; Claydon, 2004; Burton *et al.*, 2005; Claydon, 2005; Whiteman *et al.*, 2005; Kadison *et al.*, 2006; Heyman & Kjerfve, 2008), cuyo periodo puede ser normalmente desde un mes, p.ej. *E. striatus* (Colin, 1992; Aguilar-Perera, 2006; Whaylen *et al.*, 2007), *L. cyanopterus* (Heyman *et al.*, 2005); hasta seis meses, p. ej. *E. fuscoguttatus* (Pet *et al.*, 2006), *Lutjanus synagris* (Claro & Lindeman, 2003), de acuerdo con la observación personal en la literatura científica.

Desde una perspectiva la periodicidad anual se aborda a través de la biología de los adultos (Robertson, 1991; Helfman *et al.*, 1997), principalmente por aspectos relacionados con la gametogénesis y las actividades de puesta, donde los ciclos

anuales de la temperatura y el fotoperiodo tienen un papel importante (Walsh, 1987; Pankhursts & Porter, 2003). El fotoperiodo inhibe la síntesis de melatonina pineal, lo que se traduce en una señal endócrina que estimula la producción de gonadotropinas (Bromage *et al.*, 2001; Pankhursts & Porter, 2003); mientras que la temperatura parece afectar la expresión génica y la subsecuente actividad de proteínas en fases críticas de la cascada endócrina; si bien sus efectos no son totalmente entendidos, es claro que cambios relativamente pequeños pueden generar cambios endócrinos y especialmente en peces tropicales (Bromage *et al.*, 2001; Pankhursts & Porter, 2003). En hábitats tropicales la temperatura parece tener un efecto regulador más importante sobre la reproducción que el fotoperiodo (Conover, 1992; Sadovy & Eklund, 1999; Nemeth *et al.*, 2007), aunque ambos pueden figurar como factores proximales principales pero en diferentes fases del ciclo reproductivo (Pankhursts & Porter, 2003).

En Hawaii se observó un efecto inhibitorio del nivel máximo de la temperatura anual sobre la reproducción peces (Walsh, 1987). Algunos Serranidae y Lutjanidae tienden a desovar por debajo del máximo grado de temperatura del año en latitudes tropicales (Thresher, 1984; Shapiro, 1987) y su época de reproducción esta evidentemente asociada con la temperatura, por ejemplo en *E. striatus* (24-26°C; Sadovy & Eklund, 1999) y *L. cyanopterus* (25.6-28.2°C; Heyman *et al.*, 2005; Kadison *et al.*, 2006).

Otras ideas de la estacionalidad reproductiva abordan aspectos relacionados con la disposición de los huevos y las larvas en condiciones ambientales que favorecen su supervivencia (Domeier & Colin, 1997; Bromage *et al.*, 2001). Además se le confiere una función de selección natural la alta supervivencia y a la óptima dispersión de las larvas, que históricamente determina la temporalidad (Conover, 1992). Johannes (1978) sugirió que un estado abiótico adecuado son las corrientes de menor intensidad del año y que si el desove se lleva a cabo en esa época, las larvas tienen una mayor posibilidad de desarrollarse hasta ser juveniles sin que sean llevadas lejos de sustratos adecuados para el asentamiento. Otro aspecto relevante es el incremento de la supervivencia cuando la reproducción ocurre en épocas de

abundancia de alimento en el plancton (Johannes, 1978; Jones, 1980 en Claydon, 2005).

Varios autores mencionan que las ADTs son consistentes con una cronología lunar durante el periodo reproductivo (Taylor, 1984; Robertson, 1991; Sadovy & Eklund, 1999; Claydon, 2004; Burton *et al.*, 2005; Nemeth *et al.*, 2007), y asimismo son frecuentemente vinculadas con periodos particulares del ciclo lunar (Taylor, 1984; Domeier & Colin, 1997; Rhodes & Sadovy, 2002; Whaylen *et al.*, 2004; Burton *et al.*, 2005; Heyman *et al.*, 2005; Kadison *et al.*, 2006; Luckhurst *et al.*, 2006; Whaylen *et al.*, 2007; Starr *et al.*, 2007; Heyman & Kjerfve, 2008). Cabe mencionar que esto es común entre los peces de arrecife (Johannes, 1978; Taylor, 1984; Thresher, 1984; Robertson *et al.*, 1990; Robertson, 1991), incluso aquellos que no forman agregaciones reproductivas. En congruencia las ADTs parecen presentarse una o dos veces por mes (Johannes, 1978; Domeier & Colin, 1997) y de acuerdo con los procesos intrínsecos del desarrollo de las ADTs y las observaciones de Colin *et al.* (1987), la sincronía con el ciclo lunar puede estar ocurriendo durante la migración y el desove.

2.2.5 Sexualidad

El hermafroditismo protogínico y el gonocorismo son los tipos de sexualidad más comúnmente asociados a las ADTs. Durante la transición sexual del hermafroditismo protogínico, las células germinales femeninas son absorbidas mientras que las células germinales masculinas proliferan (Adams, 2003). Las hembras de las especies protogínicas muestran menores longitudes y un mayor índice gonadosomático que los machos (Buxton & Garratt, 1990). Teóricamente una hembra cambia de sexo cuando percibe alguna proporción más pequeña o más grande de individuos dentro de un grupo social, y cuando los machos son relativamente abundantes la proporción de individuos que cambian de sexo puede ser baja y alternativamente cuando los machos son raros la proporción de organismos en transición podría incrementarse (Coleman *et al.*, 1996). Se cree que puede haber un mecanismo compensatorio para regular la proporción sexual durante

las agrupaciones de desove, por tanto el porcentaje de organismos de transición es variable, y se cree que el mecanismo social es el mediador del cambio de sexo (Coleman *et al.*, 1996).

Aparentemente el cambio de género es una táctica reproductiva que permite a los individuos maximizar su éxito reproductivo durante su vida, desarrollando una función genérica diferencial por talla (Buxton & Garratt, 1990), y por su parte las ADTs favorecen las interacciones sociales para el cambio de sexo (Domeier & Colin, 1997; Claydon, 2004), al margen de otros mecanismos de sincronización del cambio de sexo (Coleman *et al.*, 1996).

Erisman *et al.* (2009) afirmaron que la pérdida del cambio de sexo (hermafroditismo) en los Epinephelidae fue influenciada por cambios en el comportamiento de apareamiento de ciertas especies. Propusieron que ocurre un cambio de un comportamiento de desove en pares a un desove en grupos, cuando los machos más grandes pierden la habilidad de excluir a los machos más pequeños del apareamiento. Entonces los machos más pequeños incrementan su éxito reproductivo con respecto a los machos más grandes, al tener un mayor acceso a las hembras a través del desove en grupos. Así el incremento en el número de machos participantes durante el desove conlleva un incremento en la competencia entre el esperma, y por tanto los machos pequeños y grandes presentan una respuesta en la que destinan una mayor energía a la producción de gametos (incrementan el tamaño de sus testículos) para incrementar su éxito reproductivo. Los autores mencionaron que como resultado de los cambios en la estructura de apareamiento a grupo y el incremento en los niveles de competencia del esperma, el cambio de sexo se reduce y las especies evolucionan a una condición gonocórica.

En el otro extremo la condición gonocórica se caracteriza porque los individuos funcionan regularmente y consistentemente como un solo género, aun cuando sus gónadas contengan una variable cantidad de células que tipifiquen al género opuesto (Atz, 1964 en Sadovy & Shapiro, 1987).

2.2.6 Presión pesquera

Algunas pesquerías obtienen sus mayores rendimientos durante las temporadas de formación de las agrupaciones de desove, a causa del incremento en la vulnerabilidad y la capturabilidad (Arreguín-Sánchez & Pitcher, 1999), ambos producto del fenómeno de agregación en sitios localizados por los pescadores (Arreguín-Sánchez *et al.*, 1997; Bolden, 2000; Claro & Lindeman, 2003). Diversas investigaciones mencionan que la sobreexplotación pesquera es el factor más importante como agente causal de la disminución en la abundancia de los reproductores así como de la desaparición de las agrupaciones (Johannes *et al.*, 1999; Coleman *et al.*, 1996; Sala *et al.*, 2001; Rhodes & Sadovy, 2002; Rhodes *et al.*, 2005; Aguilar-Perera, 2006). En México se documentó la desaparición de las agregaciones reproductivas de *E. striatus* de la costa de Mahahual, Quintana Roo, hecho que se atribuye principalmente a la sobreexplotación pesquera de las mismas (Aguilar-Perera, 2006).

Los efectos de la presión pesquera sobre una agrupación de desove en los arrecifes de coral dependen de varios factores, como el número de distintos sitios de desove, las distancias de migración, la proporción de la población adulta que participa en cada evento de agregación, los tiempos de residencia en los lugares de agrupación, así como alguna diferencia potencial entre sexos en las tasas de participación y los tiempos de residencia (Zeller, 1998). La presión pesquera podría alterar la proporción sexual mediante la selectividad de un género, en el caso del hermafroditismo protogínico, y la pesca selectiva de los machos puede ocasionar una alteración en la talla, en la cantidad de organismos en transición y en el incremento de la proporción de hembras por cada macho (Coleman *et al.*, 1996; Giménez-Hurtado *et al.*, 2003). De ser así, la reducción en el número de machos no repercute en la capacidad reproductiva de las hembras, pero si en la oportunidad de desovar (Coleman *et al.*, 1996), por tanto ocurre una reducción en la cantidad de huevos fertilizados y las hembras que no lograron desovar total o parcialmente podrían entrar en un estado de atresia folicular. También la extracción de organismos grávidos ocasiona cambios negativos en el potencial reproductivo a través de la reducción de la fecundidad de la población, misma que repercute en la disminución del tamaño de

la población (Coleman *et al.*, 1996). Además existe la hipótesis de que al remover a los peces más viejos se impide que los peces jóvenes adquieran experiencia para arribar a los sitios de desove (Gilmore & Jones, 1992 en Aguilar-Perera, 2006; Coleman *et al.*, 1996). Se considera que la disminución de la longitud total promedio y de cambio de sexo son síntomas asociados a la pesca sobre las agrupaciones de desove (Coleman *et al.* 1996).

Desde hace algunos años se sugiere la necesidad de proteger a las agregaciones reproductivas mediante vedas o zonas prohibidas a la pesca (Coleman *et al.*, 1996; Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; Sala *et al.*, 2001; Brulé *et al.*, 2003; Claro & Lindeman, 2003; Giménez-Hurtado, 2005; Rhodes *et al.*, 2005; Aguilar-Perera, 2006; López-Rocha & Arreguín-Sánchez, 2008), restricciones en la talla y biomasa capturada (Rhodes & Sadovy, 2002; Giménez-Hurtado, 2005; Rhodes *et al.*, 2005), la prohibición de la comercialización de especies en sus épocas de no pesca (Rhodes & Sadovy, 2002; Rhodes *et al.*, 2005) y la prohibición total de la pesca de especies consideradas en peligro de extinción (Brulé *et al.*, 2003). También monitorear a las agregaciones reproductivas conocidas (Aguilar-Perera, 2006), implementar programas internacionales de marcado y recaptura en especies como *E. striatus* que parece cruzar la frontera entre Belice y México para alcanzar los sitios de desove (Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996), evaluar a las implicaciones socioeconómicas derivadas de la prohibición de la pesca (Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; Brulé *et al.* 2003), entre otras medidas.

En Pohnpei, Micronesia y Palau, se provee protección específica para las agrupaciones de desove, mediante la prohibición de la comercialización de peces en ciertas temporadas y/o la protección de los sitios de agrupación (Rhodes, 2003; Rhodes *et al.*, 2005). En Belice se cerró la pesca en 11 sitios de desove desde el 2003 y se realiza un programa sistemático de monitoreo (Gobierno de Belice, 2003 en Aguilar-Perera *et al.*, 2009). También está prohibida la pesca sobre algunas agrupaciones de desove en Bermudas, República Dominicana y Puerto Rico (Johannes *et al.*, 1999).

3. PROBLEMA

Los antecedentes son un indicador de la necesidad de desarrollar investigaciones dirigidas a establecer modelos generales de la reproducción, p. ej. el número de especies estudiadas en la Tabla 2.1 y 2.2 representan solo el 0.71% de los 27,977 peces descritos de acuerdo con Nelson (2006). También muestran que se tiene un conocimiento más detallado sobre las estrategias reproductivas de especies de agua dulce que de las marinas, y que es necesario pasar de la descripción escrita al modelado conceptual y matemático de cada uno de los patrones reproductivos. Además al ser los peces tan diversos en términos de sus estrategias reproductivas (Munro *et al.*, 1990), la utilización de criterios biológicos que faciliten el estudio de grupos de peces reproductivamente menos diversos, puede llevar a la comprensión de procesos reproductivos más específicos y de mayor utilidad para otras disciplinas.

En ese sentido el presente trabajo es una contribución para ampliar el conocimiento de las estrategias reproductivas en los peces marinos y al mismo tiempo a la exploración de las agrupaciones de desove transitorias como criterio de selección de un grupo de teleósteos. Estas especies se verían beneficiadas en términos de conservación y aprovechamiento sustentable, si se logra generar conocimiento biológico útil para el planteamiento de puntos de referencia en las pesquerías de todo el mundo y otras actividades humanas relacionadas con las agrupaciones de desove, principalmente aquellas de tipo transitorias (ADTs), debido a su susceptibilidad a la sobreexplotación pesquera (Johannes *et al.*, 1999; Rhodes, 2003), evidenciada por la disminución de la abundancia de los reproductores y la extirpación de las agrupaciones de algunos sitios (Johannes *et al.*, 1999; Coleman *et al.*, 1996; Sala *et al.*, 2001; Rhodes & Sadovy, 2002; Rhodes *et al.*, 2005; Aguilar-Perera, 2006). De esta forma, la determinación de características que identifiquen a especies con una mayor vulnerabilidad reproductiva ante perturbaciones, servirá como una herramienta para implementar medidas de manejo adicionales o más adecuadas en tales poblaciones, y posiblemente en otras lo suficientemente similares y poco estudiadas (Coleman *et al.*, 1996); así como detectar problemas en diferentes localidades geográficas involucrando a una diversidad de peces (Winemiller & Rose, 1992).

4. HIPÓTESIS

De acuerdo con las observaciones previas sobre las primeras especies definidas como agrupadores transitorios: *Epinephelus striatus*, *E. adscensionis*, *E. guttatus*, *E. itajara*, *Mycteroperca microlepis*, *M. tigris*, *M. venenosa*, *M. bonaci*, *M. phenax*, *Lutjanus analis*, *L. cyanopterus*, *L. jocu*, *L. griseus*, *Plectropomus leopardus*, *P. areolatus*, *Siganus canaliculatus*, *Symphorichthys nematophorus* y *S. spilurus* (Domeier & Colin, 1997). Considerando que su modo reproductivo carece de cuidado parental, dispersan sus gamétos en el sustrato descubierto y tienen una estrecha relación con los ciclos lunares (Johannes, 1978; Domeier & Colin, 1997; Heyman & Requena, 2003; Claydon, 2004) se conjetura que los peces (Teleostei) que forman agrupaciones de desove transitorias, tienen una estrategia reproductiva común, bajo el supuesto de que son especies que presentan un modo similar de agregación para el desove y por lo tanto el resto de los procesos reproductivos se podría esperar que fueran semejantes.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Identificar y proponer un modelo de la estrategia reproductiva en peces (Teleostei) que forman agrupaciones de desove transitorias.

5.2 Objetivos específicos

- a) Identificar especies Teleostei que formen agrupaciones de desove transitorias.
- b) Definir la semejanza reproductiva de los agrupadores transitorios.
- c) Explorar la variación de los rasgos reproductivos de los agrupadores transitorios.
- d) Proponer un modelado conceptual de los procesos reproductivos relacionados con las agregaciones reproductivas transitorias.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Fuentes de información

Los datos utilizados en la presente investigación se obtuvieron de tesis, revistas científicas, informes de investigación y bases de datos, localizados en bibliotecas y sitios del internet. La base de datos de la SCRFA (URL: <http://www.scrfa.org/database/>, versión 06/2008) se utilizó para iniciar la definición de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs) a través de la revisión de su literatura citada. La fuente Fishbase (URL: <http://www.fishbase.org/>) aportó información reproductiva importante de investigaciones realizadas, que por su antigüedad se dificulta acceder al documento original. Cabe mencionar que fue posible cotejar algunos datos de Fishbase con la referencia citada. La herramienta Google Académico (URL: <http://scholar.google.com/>) se utilizó para la búsqueda de bibliografía especializada de las bases de datos electrónicas en-línea.

La información sobre temperatura superficial del mar fue obtenida de la base de datos POET (URL: <http://poet.jpl.nasa.gov/>), generadas por el algoritmo AVHRR Pathfinder versión 5, con base en mediciones del sensor AVHRR (Advanced Very-High-Resolution Radiometer) de la NOAA con una resolución de 4 km y disponibles para el periodo 1985-2007.

Las anomalías térmicas globales se representaron a través del Índice de Temperatura Tierra-Océano (LOTI; del inglés, Land-Ocean Temperature Index), que fue obtenido de la base de datos de índices climáticos de la NOAA (URL: <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/climateindices/list/index.html>). El LOTI combina las temperaturas del aire medidas a dos metros de altura en las estaciones meteorológicas alrededor del mundo y las temperaturas superficiales del mar generadas a través de los satélites e *in situ* para los primeros años (Hansen *et al.*, 2005; Hansen *et al.*, 2010). El LOTI se divide entre 100 para obtener una anomalía de temperatura en grados centígrados y se le suman 14 °C para obtener el valor de temperatura, solo en el caso de la media global anual; de acuerdo con la base de datos de la NOAA.

El programa Google Earth versión 5 se utilizó para georeferenciar las observaciones reproductivas señaladas en la literatura con una aproximación de decimales de grados, cuando no se reportó una coordenada geográfica en los documentos originales. Las abreviaturas Lat y Lon corresponden a latitud y longitud respectivamente. Los nombres geográficos se consultaron en el Atlas Universal de Reader's Digest (Ang *et al.*, 1992).

6.2 Selección de especies

Las especies objetivo se buscaron y determinaron de la literatura científica, como aquellas que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs) de acuerdo con la definición de Domeier y Colin (1997). Las especies consideradas contaron con una especificación o sugerencia de la formación de ADTs en la literatura. También se incluyeron aquellas con las siguientes particularidades: a) duración del periodo reproductivo de uno a seis meses, b) migración a un sitio de desove ubicado fuera del área de alimentación de los periodos no reproductivos, c) frecuencia de agrupamiento mensual o quincenal y d) el mantenimiento de la agrupación en el sitio de desove durante un periodo de días. Algunos agrupadores transitorios fueron considerados aún cuando la especie también ha sido definida como formadora de otro tipo de agregación, esperando observar una diferenciación de las mismas durante el análisis de la estrategia reproductiva. Asimismo se consideró si las especies solo contaron con una sugerencia de la formación de ADTs o si mostraron algún tipo de distinción.

En algunas exploraciones estadísticas se incluyeron especies testigo, seleccionadas por presentar agrupaciones de desove residentes (ADRs) o algún tipo de agregación no determinado. Estas se incluyeron a manera de puntos de referencia o indicadores, cuyo propósito fue empezar a señalar una estrategia reproductiva diferencial entre las especies que presentan ADTs con respecto a otro tipo de agregación (p. ej. ADRs) u otro tipo de táctica para el desove, y poder discutirlo en términos del tipo de agregación. Estas especies no fueron sujetas a una revisión exhaustiva, sino que se incluyeron de acuerdo con la disponibilidad de

información. A cada especie se le asignó un número clave para representarlas en los análisis estadísticos y los gráficos de dispersión; la abreviatura Sp. se utilizó para hacer referencia a una especie, y Spp. se refiere a un grupo de especies del mismo género.

6.3 Rasgos reproductivos

Las características reproductivas cualitativas y cuantitativas (Tabla 6.1) se definieron tras la revisión de documentos sobre diferentes aspectos de la biología reproductiva de los peces. La composición del listado está determinada por la disponibilidad de información. En total se incluyeron 34 rasgos o variables reproductivas, mismos que representaron aspectos de la temporalidad reproductiva, el hábitat de desove, aspectos etológicos, características de los adultos, el género, la gametogénesis y la progenie. Otras variables como la talla o longitud total máxima de las especies y la edad máxima (ver descripción en el anexo 2 y 3) se utilizaron para realizar exploraciones del comportamiento de los rasgos reproductivos con respecto a estas variables y otros cálculos relacionados con las características reproductivas, p. ej. las estimaciones de la vida reproductiva (Tabla 6.1). Los valores que se utilizaron fueron los promedios por especie.

Los rasgos reproductivos se compilaron tanto de los textos como de las tablas y gráficos de los documentos consultados. Los gráficos se leyeron con el programa de análisis de imagen Sigma Scan Pro, versión 5.0.0. La información se almacenó y organizó a través de una base de datos relacional, donde cada registro se ligó fundamentalmente con la especie, la ubicación geográfica, la época y la referencia bibliográfica.

La descripción de los datos cuantitativos se realizó mediante el valor mínimo (Mín), máximo (Máx), moda (M_d) y media ($\bar{X}$), mientras que para los datos cualitativos se crearon clasificaciones con base en conceptos establecidos o agrupaciones naturales. Los conceptos utilizados como clasificaciones fueron los tipos de estructura social, organización para la fertilización, sexualidad, ovogénesis, liberación ovárica y hábitat del huevo (Helfman *et al.*, 1997; Marza 1938 en Wallace & Selman,

1981). Las agrupaciones naturales que se utilizaron fueron por ejemplo el periodo del día donde se concentran los eventos de desove o las fases lunares.

Tabla 6.1. Sets de rasgos reproductivos cualitativos y cuantitativos considerados en la presente investigación.

Set	Rasgo reproductivo	Unidad	Abreviatura
Cronografía reproductiva	Duración del periodo de desove	Meses	DPD
	DPD máxima menos la DPD mínima anual (variación)	Proporción	VDPD
	Proporción transcurrida del año al momento del inicio de la época de desove	Proporción	PIED
	Día de inicio de las ADTs	Día lunar	DLIAT
	Duración de la ADTs	Días	DADT
	DADT máxima menos la DADT mínima anual (variación)	Días	VDADT
	Periodo del día de desove	Tipo	PDD
Hábitat de desove	Profundidad promedio del sitio de desove	Metros	PPSD
Etografía reproductiva	Estructura social	Tipo	ES
	Organización para la fertilización	Tipo	OF
	Cortejo	Presencia/ausencia	
	Coloración reproductiva	Presencia/ausencia	
	Territorialidad	Presencia/ausencia	
	Tamaño de las agrupaciones	Número de individuos	TAD
	TAD máxima menos la TAD mínima anual (variación)	Número de individuos	VTAD
Estructura poblacional	Migración	Presencia/ausencia	
	Talla o longitud total mínima de madurez	Centímetros	TMIN, TMINH (hembras), TMINM (machos)
	TMIN entre el promedio de la talla o longitud total máxima de la especie	Proporción	TMIN/TMAP, TMINH/TMAP (hembras), TMINM/TMAP (machos)
	Talla o longitud total de primera madurez	Centímetros	TPIM, TPIMH (hembras), TPIMM (machos)
	TPIM entre el promedio de la talla o longitud total máxima de la especie	Proporción	TPIM/TMAP, TPIMH/TMAP (hembras), TPIMM/TMAP (machos)
	Edad de madurez	Años	EDMZ, EDMZH (hembras), EDMZM (machos)
	EDMZ entre el promedio de la edad máxima de la especie	Proporción	EDMZ/EDMX, EDMZH/EDMX (hembras), EDMZM/EDMX (machos)
	Composición sexual	Hembra(s) por macho	CSX
	Vida reproductiva	Años	VIDR, VIDRH (hembras),

Set	Rasgo reproductivo	Unidad	Abreviatura
			VIDRM (machos)
Género	Sexualidad	Tipo	
	Talla o longitud total mínima de cambio de sexo	Centímetros	TMCSX
	Edad mínima de cambio de sexo	Años	EMCSX
Gametogénesis	Ovogénesis	Tipo	
	Liberación ovárica	Tipo	
	Índice gonadosomático máximo	Porcentaje	HIGM (hembras), MIGM (machos)
	Fecundidad parcial promedio	Número de ovocitos por hembra	FEPP
	Diámetro máximo de los ovocitos	Milímetros	DIMO
Progenie	Diámetro promedio del huevo	Milímetros	DHU
	Hábitat del huevo	Tipo	
Otras variables	Talla o longitud total máxima de la especie	Centímetros	TMAP (Anexo 2)
	Edad máxima de la especie	Años	EDMX (Anexo 3)
	Temperatura del periodo de desove	Grados centígrados	TPD
	El menor valor de la TPD menos el mayor valor de la TPD por año		VTPD
	El menor valor de la TPD		TPD mínima
	El valor promedio de la TPD		TPD promedio
	El mayor valor de la TPD		TPD máxima
	El valor más alto de la TPD mínima menos el menor valor de la TPD mínima por año	Grados centígrados	VTPD mínima
	El valor más alto de la TPD máxima menos el menor valor de la TPD máxima por año	Grados centígrados	VTPD máxima
	El valor más alto de la TPD promedio menos el menor valor de la TPD mínima por año	Grados centígrados	VTPD promedio
	Índice de Temperatura Tierra-Océano (Land-Ocean Temperature Index)		LOTI

Las tallas de los individuos se representaron mediante la longitud total. La transformación de la longitud furcal (L_F) y longitud estándar (L_E) a longitud total (L_T) se realizó mediante la ecuación:

$$L_T = L_X / P_{LT}$$

donde L_X es la L_F ó L_E en centímetros y P_{LT} es la proporción promedio de L_X en la L_T en individuos adultos. La P_{LT} se calculó a través de imágenes laterales de cada especie, midiendo la L_T , la L_F y la L_E en pixeles y aplicando la ecuación $P_{LT} = L_X / L_T$. Se obtuvo una P_{LT} particular para cada tipo de longitud y para cada especie. La vida

reproductiva o el número de años que duran reproductivamente activos los individuos se estimó a partir de la ecuación:

$$VIDR=EDMX-EDMZ,$$

donde: *VIDR*, es la vida reproductiva; *EDMX*, es el promedio de la edad máxima de la especie y *EDMZ*, es la edad de madurez (Martínez-Andrade, 2003).

6.4 Exploración integral de los datos

Se realizó un análisis exploratorio para detectar agrupamientos naturales de las especies de acuerdo con las similitudes de sus características reproductivas. Para ello la información cuantitativa y cualitativa se integró en dos matrices binarias (especies y rasgos reproductivos), donde 1 codifica si la especie presenta la característica y 0 cuando no. La semejanza reproductiva de las especies se determinó mediante el Análisis Multivariante de Agrupamiento (AMA, del inglés Cluster Multivariate Analysis). El método estadístico aplica el Algoritmo de Vinculación de Ward (AVW, Ward, 1963) a través del Coeficiente de Similitud de Jaccard. AVW promedia todas las distancias entre los pares de objetos de todos los grupos, con ajustes para las covarianzas, para estimar a qué distancia están los grupos. El Índice Falso F (IFF, del inglés Pseudo F Index) fue aplicado para discernir el número óptimo de grupos en los datos. El estadístico Falso F describe la relación de la varianza entre grupos con la varianza dentro de cada grupo (Calinski & Harabasz, 1974):

$$IFF=[GSS/(K-1)]/[WSS/(N-K)]$$

donde *N* es el número de observaciones, *K* es el número de grupos en cada paso de la agrupación jerárquica, *GSS* es la suma de cuadrados entre grupos y *WSS* es la suma de cuadrados dentro del grupo. Los altos valores del IFF indican la separación de un número de grupos y que los componentes son similares en cada uno. Particularmente los repuntes del IFF indican una gran separación entre los grupos. La utilización del IFF se recomienda con matrices rectangulares y con el AVW. Los

métodos estadísticos se computaron mediante el programa Systat (Versión 12.02.00, Systat Software, Inc.).

6.5 Modelado conceptual

El modelado conceptual se utilizó para esquematizar de forma lógica y ordenada los procesos reproductivos, así como las relaciones entre las tácticas reproductivas, incluyendo la agrupación de desove transitoria. Las relaciones y la correspondencia entre los componentes de la estrategia reproductiva se determinó con base en la exploración de las relaciones $v=v(v')$, $v=v(e)$ y $v=v(t)$, donde v y v' son rasgos reproductivos, e es el espacio geográfico (latitud y longitud) y t es la época (año, mes, día y hora), y también a través de agrupamientos y comparaciones gráficas de las características reproductivas.

Los rasgos reproductivos fueron organizados en siete grupos de datos afines (Tabla 6.1). La figura 6.1 muestra estos grupos de datos numerados de acuerdo con el orden en que fueron explorados y las variables que se utilizaron para definir las relaciones intereset.

6.5.1 Métodos estadísticos

Previo a iniciar una exploración de los rasgos reproductivos, estos se sometieron a una depuración que consistió en la eliminación de los registros repetidos y de los datos anómalos. Los registros repetidos se debieron a que un mismo dato se registró a partir del documento original (cita primaria) pero que también se obtuvo a partir del trabajo de otro autor (cita secundaria). Los datos anómalos consistieron en valores y características que discreparon con lo normalmente reportado.

Posteriormente cada set de datos cuantitativos se sometió a una prueba de Shapiro-Wilk, para determinar si su distribución de probabilidades se asemeja a una distribución normal (Shapiro & Wilk, 1965). Asimismo se evaluó la homocedasticidad de las variables mediante la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene.

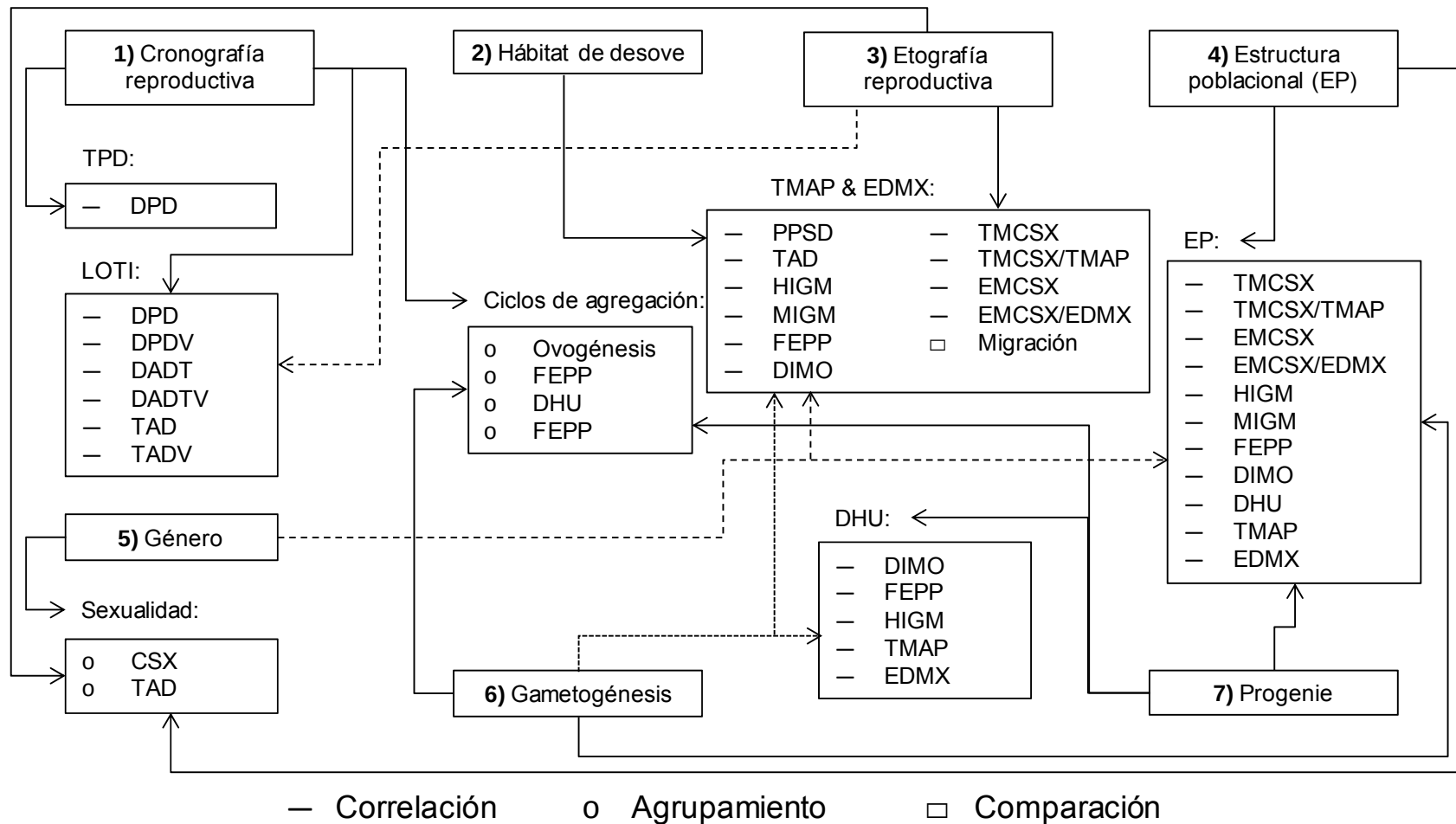


Figura 6.1 Diagrama de los conjuntos de rasgos reproductivos numerados de acuerdo con el orden en que fueron explorados y las variables que se relacionaron interset. El guión, el círculo y el rectángulo indican que las características se relacionaron mediante métodos de correlación, agrupamiento y comparación gráfica respectivamente. Las abreviaturas se describen en la tabla 6.1.

Los sets de datos no cumplieron íntegramente con los supuestos de normalidad y homocedasticidad; los resultados se muestran en el Anexo 1, por ende se utilizaron métodos exentos de dichos requisitos (Zar, 2010). Los métodos estadísticos utilizados fueron el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman), los modelos lineales generalizados (MLGs) y el análisis de componentes principales (ACP).

La R de Spearman es una medida de correlación (la asociación o interdependencia) entre dos variables. El coeficiente varía desde 1 indicando una relación positiva perfecta hasta -1 para una correlación inversa perfecta, donde el cero indica que las variables son completamente independientes (Spearman, 1904). La R de Spearman fue evaluada a través de la prueba de t de Student con $n-2$ grados de libertad, donde n es el número de datos y un nivel de significancia de 0.05; bajo la hipótesis nula $H_0: R=0$ y la hipótesis alternativa $H_A: R \neq 0$, donde R es la R de Spearman. La R de Spearman es útil para contrastar la tendencia de los MLGs durante las exploraciones de las tendencias latitudinales de los rasgos reproductivos.

El ajuste del MLG se realizó mediante el método de máxima verosimilitud, utilizando una función teórica de probabilidades adecuada para representar el fenómeno:

$$\eta = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_p X_p$$

donde η es la función de enlace, b_0 y b_p son los parámetros o estimadores máximo verosímiles y X_p son las variables predictoras (McCullagh & Nelder, 1989). La función de enlace $\eta = g(\bar{y})$ se definió con base en la distribución de probabilidad teórica a la que mejor se ajusta la variable de respuesta $\bar{y}$: $\eta = \bar{y}$ (distribución Normal), $\eta = \log(\bar{y})$ (distribución Poisson), $\eta = \log[\bar{y}/(1-\bar{y})]$ (distribución binomial), $\eta = \bar{y}^{-1}$ (distribución gamma), $\eta = \bar{y}^{-2}$ (distribución Gaussiana), etc. La distribución de probabilidad teórica que mejor describe a $\bar{y}$ se eligió comparando la log-verosimilitud de las distribuciones teóricas ajustadas y seleccionando aquella distribución con el valor log-verosimilitud más alto, debido a que indica una mayor cobertura de la distribución teórica por parte de la distribución ajustada. La construcción de un MLG se inició con la creación de

un modelo para $\bar{y}$ con cada una de las variables predictoras, denominados modelos bivariados: $\eta=b_0+b_1X_1$, $\eta=b_0+b_2X_2$ y $\eta=b_0+b_pX_p$.

Después al modelo bivariado con la menor devianza residual se le adicionó una nueva variable predictiva X_p , creando un nuevo modelo con dos variables predictivas. La devianza D es la medida de la discrepancia entre las predicciones del modelo y los datos observados, de la cual la devianza nula D_{nl} es la variación de la relación $\eta=b_0$ y la devianza residual D_r es la discrepancia de la relación $\eta=b_0+b_1X_1$. En seguida se evaluó estadísticamente si la disminución de la D_r en el segundo modelo (con dos variables predictivas) con respecto a la D_r del primer modelo (con una variable predictiva) fue significativa. Si el cambio en la D_r fue significativo se decidió incluir a X_p en el MLG, teniendo un nuevo modelo con dos variables predictivas. Después al modelo resultante se le adicionó una nueva variable predictiva X_p para probar estadísticamente el cambio en la D_r y decidir si se incluye la nueva variable, y así sucesivamente con cada variable predictiva. Una prueba χ^2 fue utilizada para evaluar el cambio en la D_r , bajo la hipótesis nula $H_0: \nabla D_r=0$ y la hipótesis alternativa $H_A: \nabla D_r \neq 0$, donde ∇D_r es la disminución en la D_r . El estadístico de prueba fue $\chi^2=D_{r2}-D_{r1}$, donde D_{r1} es la devianza residual del modelo inicial y D_{r2} es la devianza residual del modelo con una variable predictora adicional. La probabilidad del estadístico χ^2 se calculó con un grado de libertad y se comparó con un valor de significancia de 0.05 (McCullagh & Nelder, 1989).

La bondad de ajuste de los MLGs se evaluó a partir de los parámetros y la devianza escalada (McCullagh & Nelder, 1989; Agresti, 2002). Los parámetros b_0 y b_p se evaluaron mediante el estadístico de Wald que se asemeja a una χ^2 , y se basa en la pendiente y en la curvatura, con un nivel de significancia de 0.05; bajo la hipótesis nula $H_0: b=0$ y la hipótesis alternativa $H_A: b \neq 0$. La devianza escalada es la devianza residual entre el parámetro de dispersión ($D_e=D_r/\emptyset$) y entre mayores son sus valores menor es el ajuste. La D_e se evaluó mediante una prueba de χ^2 con $n-nv$ grados de libertad, donde n es el número de datos, nv es el número de variables en

el modelo y con un nivel de significancia de 0.05; bajo la hipótesis nula $H_0: D_e=0$ y la hipótesis alternativa $H_A: D_e \neq 0$.

El ACP fue utilizado para explorar el agrupamiento de un set de datos y determinar la contribución de las variables para la formación de los grupos, y así determinar tendencias de correspondencia entre los rasgos reproductivos. El ACP fue computado mediante matrices de correlación y con base en un set de datos estandarizados. Los grupos se determinaron a partir de los componentes principales, cuya función es extraer la mayor cantidad de varianza del set de datos (Tabachnick & Fidell, 2007). Cada componente principal fue interpretado de acuerdo con los factores de peso (del inglés, factor loadings), considerando los valores absolutos de 0.32 o más (Tabachnick & Fidell, 2007) y la dirección de los vectores de cada variable.

Los métodos estadísticos se computaron mediante los programas Statistica (Versión 8.0, Statsoft, Inc.), Statgraphics Centurion XV (Versión 15.2.05, StatPoint, Inc.) y Excel (Versión 2007, Microsoft Corporation). El programa Sigma Plot (Versión 10, Systat Software, Inc.) fue utilizado para la elaboración de los gráficos. La tabla 6.2 resume las exploraciones que se realizaron, indicando las variables, el método utilizado y la sección donde se encuentran descritos los resultados.

Tabla 6.2. Exploraciones realizadas entre las variables cualitativas y cuantitativas consideradas en el presente trabajo. Las abreviaturas se describen en la tabla 6.1.

Variable(es)	Variable(es)	Sección de resultados	Método
DPD	Latitud	7.3.1.1	MLG, R de Spearman
DPD	TPD	7.3.1.3	MLG, R de Spearman
LOTI	DPD (promedio anual), VDPD anual, TPD mínima (promedio anual), VTPD mínima anual, TPD máxima (promedio anual), VTPD máxima anual, TPD promedio (promedio anual), VTPD promedio anual, PIED (promedio anual), VPIED anual	7.3.1.5	R de Spearman
DLIAD, latitud, longitud		7.3.2.2	ACP
DADT	Latitud	7.3.3.1	MLG, R de Spearman
DADT (promedio anual), VDADT anual	LOTI	7.3.3.3	R de Spearman
PDD, Latitud, Longitud		7.3.4.2	ACP
PDD, ciclo lunar, ciclo semilunar		7.3.4.3	Posicionamiento

Variable(es)	Variable(es)	Sección de resultados	Método
PPSD	Latitud	7.4.1.1	MLG, R de Spearman
PPSD	TMAP (promedio por especie)	7.4.1.2	R de Spearman
ES	OF	7.5.2.2	Posicionamiento
Cortejo	Cambio de coloración, territorialidad	7.5.3.1	Posicionamiento
TAD	Latitud	7.5.4.1	MLG, R de Spearman
TAD (promedio anual), VTAD anual	LOTI	7.5.4.2	R de Spearman
TAD	TMAP (promedio por especie)	7.5.4.3	R de Spearman
Migración	TMAP (promedio por especie)	7.5.5.2	Posicionamiento
TMIN, TMIN/TMAP, TMINH, TMINM	Latitud	7.6.1.1	MLG, R de Spearman
TMAP, EDMX	TMIN, TMINH, TMINM, TMIN/TMAP, TMINH/TMAP, TMINM/TMAP, TMIN, TMINH, TMINM, TMIN/TMAP, TMINH/TMAP, TMINM/TMAP	7.6.1.2	R de Spearman
TPIM, TPIM/TMAP, TPIMH, TPIMM	Latitud	7.6.2.1	MLG, R de Spearman
TMAP, EDMX	TPIM, TPIMH, TPIMM, TPIM/TMAP, TPIMH/TMAP, TPIMM/TMAP, TPIM, TPIMH, TPIMM, TPIM/TMAP, TPIMH/TMAP, TPIMM/TMAP	7.6.2.2	R de Spearman
CSX	Latitud	7.6.3.1	MLG, R de Spearman
CSX	TMIN, TMIN/TMAP, TMINH, TMINH/TMAP, TMINM, TMINM/TMAP, TPIM, TPIM/TMAP, TPIMH, TPIMH/TMAP, TPIMM, TPIMM/TMAP, EDMZ, EDMZ/EDMX, EDMZH, EDMZH/EDMX, EDMZM, EDMZM/EDMX, VIDR, VIDRH, VIDRM, TMAP, EDMX	7.6.3.2	R de Spearman
EDMZ, EDMZH, EDMZM	Latitud	7.6.4.1	MLG, R de Spearman
EDMZ, EDMZ/EDMX, EDMZH, EDMZH/EDMX, EDMZM, EDMZM/EDMX	TMIN, TMIN/TMAP, TPIM, TPIM/TMAP, TMAP, EDMX, TMINH, TMINH/TMAP, TPIMH, TPIMH/TMAP, TMINM, TMINM/TMAP, TPIMM, TPIMM/TMAP,	7.6.4.2	R de Spearman
VIDR, VIDRH, VIDRM	Latitud	7.6.5.1	MLG, R de Spearman
VIDR, VIDRH, VIDRM	TMIN, TMIN/TMAP, TPIM, TPIM/TMAP, EDMZ, EDMZ/EDMX, TMAP, EDMX, TMINH, TMINH/TMAP, TPIMH, TPIMH/TMAP, EDMZH, EDMZH/EDMX, TMINM, TMINM/TMAP, TPIMM, TPIMM/TMAP, EDMZM, EDMZM/EDMX,	7.6.5.2	R de Spearman
CSX, TMIN, TMIN/TMAP, EDMZ, EDMZ/EDMX, VIDR		7.6.6	ACP
CSX, TMINH, TMINH/TMAP, EDMZH, EDMZH/EDMX, VIDRH		7.6.6	ACP
Sexualidad, CSX, TAD		7.7.1.2	ACP
TMCSX	Latitud	7.7.2.1	MLG, R de Spearman
TMCSX, TMCSX/TMAP	CSX, TMIN, TMIN/TMAP, TMINH, TMINH/TMAP, TMINM, TMINM/TMAP, TPIM, TPIM/TMAP, TPIMH, TPIMH/TMAP, TPIMM, TPIMM/TMAP, EDMZ, EDMZ/EDMX, EDMZH, EDMZH/EDMX, EDMZM, EDMZM/EDMX, VIDR, VIDRH, VIDRM, TMAP, EDMX	7.7.2.2	R de Spearman
EMCSX	Latitud	7.7.3.1	MLG, R de Spearman
EMCSX, EMCSX/EDMX	TMCSX, TMCSX/TMAP, CSX, TMIN, TMIN/TMAP, TMINH, TMINH/TMAP, TMINM/TMAP, TPIM, TPIM/TMAP,	7.7.3.2	R de Spearman

Variable(es)	Variable(es)	Sección de resultados	Método
	TPIMH, TPIMH/TMAP, EDMZ, EDMZ/EDMX, EDMZH, EDMZH/EDMX, EDMZM, EDMZM/EDMX, VIDR, VIDRH, VIDRM, TMAP, EDMX		
HIGH, MIGM	Latitud	7.8.3.1	MLG, R de Spearman
HIGH, MIGM	CSX, TMINH, TMINH/TMAP, EDMZH, EDMZH/EDMX, VIDRH, TMAP, EDMX, TMINM, TMINM/TMAP, EDMZM, EDMZM/EDMX, VIDRM	7.8.3.2	R de Spearman
FEPP	Latitud	7.8.4.1	MLG, R de Spearman
FEPP	HIGM, CSX, TMINH, TMINH/TMAP, EDMZH, EDMZH/EDMX, VIDRH, VIDRM, TMAP, EDMX	7.8.4.2	R de Spearman
DIMO	Latitud	7.8.5.1	MLG, R de Spearman
DIMO	FEPP, HIGMH, CSX, TMINH, TMINH/TMAP, EDMZH, EDMZH/EDMX, VIDRH, TMAP, EDMX	7.8.5.2	R de Spearman
Ovogénesis, FEPP, ciclo lunar, ciclo semilunar		7.8.6	ACP
DHU	Latitud	7.9.1.1	MLG, R de Spearman
DHU	DIMO, FEPP, HIGM, CSX, TMINH, TMINH/TMAP, EDMZH, EDMZH/EDMX, VIDRH, TMAP, EDMX	7.9.1.2	R de Spearman
DHU, FEPP, ciclo lunar, ciclo semilunar		7.9.3	ACP

MLG, Modelo Lineal Generalizado; R de Spearman, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; ACP, Análisis de Componentes Principales; Posicionamiento, cada rasgo reproductivos se graficó por especie (por presencia/ausencia o número de datos) y se posicionaron los gráficos de manera que se observe en la horizontal cuando una especie presenta y cuando no presenta una característica con respecto a otra. Las abreviaturas se describen en la tabla 6.1.

7. RESULTADOS

7.1 Especies

Se listaron 78 especies (Teleostei) de 17 familias de tres órdenes (Mugiliformes, Perciformes y Tetraodontiformes), cuya afinidad es la formación de agrupaciones de desove transitorias (ADTs) (Tabla 7.1). Las especies *Plectropomus leopardus*, *Epinephelus polyphekadion*, *Epinephelus merra* e *Hipposcarus longiceps* fueron reportadas con ambos tipos de agregaciones reproductivas, residentes y transitorias. Las familias Epinephelidae (26 spp), Lutjanidae (11 spp) y Carangidae (8 spp) constituyen el 58% del total (Fig. 7.1). Mismas que corresponden a las familias sometidas a un mayor número de estudios, de acuerdo con sus apariciones en las bases de datos de literatura científica.

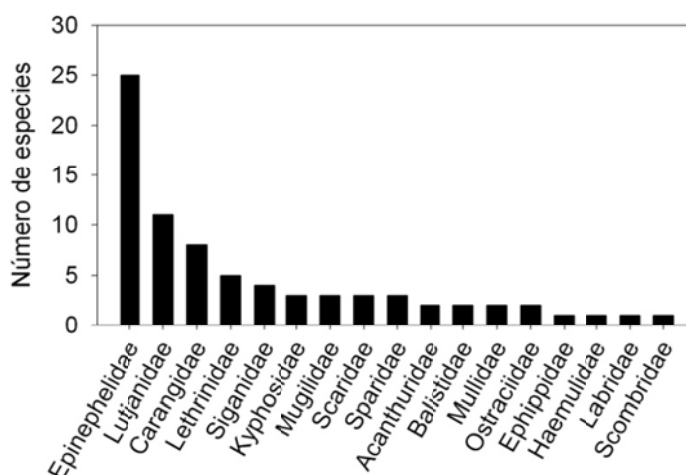


Figura 7.1 Número de especies que presentan agrupaciones de desove transitorias (ADTs) por familia.

El listado de especies se construyó con base en 47 referencias que corresponden a artículos, informes de investigación, tesis y la base de datos global de la SCRFA (Sadovy de Mitcheson *et al.*, 2008). Las fuentes respaldan un total de 224 registros, de los cuales, en 159 se especifica el tipo de agregación, en 33 se dedujo el tipo de agregación y en 32 de los casos los autores insinuaron el tipo de agregación (Tabla 7.1). La falta de especificación del tipo de agrupación de desove se debe a tres principales motivos: primero por la falta de información, segundo

porque el autor no consideró los conceptos debido a que se plantearon después de realizar su trabajo y tercero porque no se encontraba dentro de los propósitos del trabajo.

Cabe mencionar que se reservaron dos especies que fungieron como testigos de las posteriores exploraciones estadísticas mediante métodos de agrupamiento. La primera fue *Cheilinus undulatus* que forma agrupaciones de desove residentes (Sadovy *et al.*, 2003; Russell, 2004; Colin, 2010) y que fue representada con el número 78 en las exploraciones y gráficos. La segunda fue *Epinephelus morio* que se ha señalado que no forma agrupaciones de desove (Coleman *et al.*, 1996) y fue referenciada con el número 80.

Las longitudes totales (L_T) de los adultos de las especies que presentan ADTs, oscilan entre los 17 cm y los 250 cm. Las mediciones corresponden a individuos que se encontraron en sus hábitats de alimentación, en sus rutas de migración reproductiva, en las ADTs y en las capturas comerciales. Las L_T mínimas reportadas considerando a todas las especies fueron 17-135 cm ($M_d = 39$ cm, $\bar{X} = 42.18$ cm), las L_T promedio 31.90-121.43 cm ($M_d = 50.11$ cm, $\bar{X} = 58.01$ cm) y las L_T máximas 25-250 cm ($M_d = 100$ cm, $\bar{X} = 79.38$ cm) (Fig. 7.2).

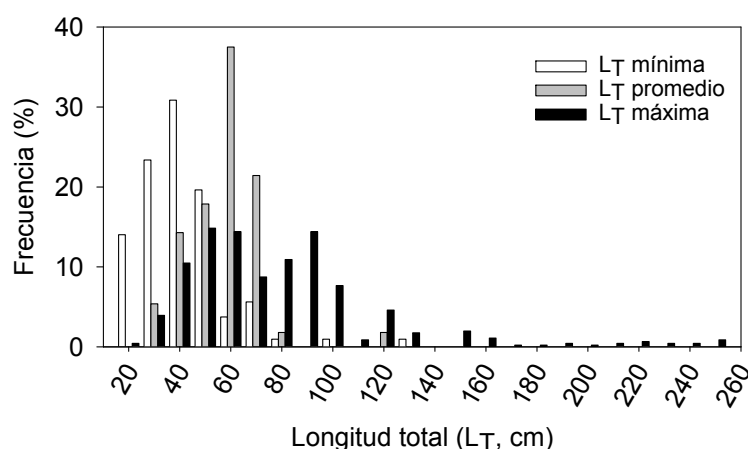


Figura 7.2 Longitud total mínima, promedio y máxima reportada para los adultos de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs).

Tabla 7.1 Especies seleccionadas para la realización del presente trabajo, cuya particularidad es que forman agrupaciones de desove transitorias, incluyendo cuatro especies que también presentan agrupaciones de desove residentes.

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
Mugilidae	1	<i>Liza vaigiensis</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	2	<i>Crenimugil crenilabris</i>	Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	3	<i>Neomyxus leuciscus</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
Epinephelidae	4	<i>Plectropomus oligacanthus</i>	Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	5	<i>Plectropomus maculatus</i>	Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	6	<i>Plectropomus leopardus</i> ¹	Transitoria	E	Arrecife de la Gran Barrera, Australia	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Arrecife Scott, Cairns, Australia	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Ngerumekaol, Palau, Micronesia	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Residente	R	Raja Ampat, Indonesia	Sadovy & Liu, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Residente	R	Maluku, Indonesia	Sadovy & Liu, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Residente	R	Sulawesi, Indonesia	Sadovy & Liu, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	D	Isla Lizard, Arrecife de la Gran Barrera, Australia	Zeller, 1998
	7	<i>Plectropomus areolatus</i>	Transitoria	E	Laguna Marovo, Islas Salomón	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	New Ireland, Papúa Nueva Guinea	Hamilton <i>et al.</i> , 2004
			Transitoria	E	Santuario Marino Kehpara, Pohnpei, Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	8	<i>Cephalopholis argus</i>	Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
						2008
	9	<i>Cephalopholis miniata</i>	Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	81	<i>Mycteroperca microlepis</i>	Transitoria	E	Florida, Estados Unidos	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	D	Sureste de Estados Unidos	Koenig <i>et al.</i> , 2000
	10	<i>Mycteroperca phenax</i>	Transitoria	D	Noreste del Golfo de México	Coleman <i>et al.</i> , 1996
			Transitoria	E	Florida, Estados Unidos	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Este del Golfo de México	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	D	Este de Florida	Harris <i>et al.</i> , 2002
			Transitoria	D	Sureste de Estados Unidos	Koenig <i>et al.</i> , 2000
	11	<i>Mycteroperca bonaci</i>	Transitoria	E	Cuba	Claro & Lindeman, 2003
			Transitoria	E?	Honduras	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E?	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria ²	E?	Mar Caribe	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
	12	<i>Mycteroperca venenosa</i>	Transitoria	E	Cuba	Claro & Lindeman, 2003
			Transitoria	D	Long Island, Bahamas	Colin, 1992
			Transitoria	E	Bahamas	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Puerto Rico	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	D	Banco Grammanik, Islas Vírgenes	Nemeth <i>et al.</i> , 2006
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
			Transitoria	E	Banco de Campeche, Golfo de México	Tuz-Sulub <i>et al.</i> , 2006
	13	<i>Mycteroperca tigris</i>	Transitoria	E	Isla de Vieques, Puerto Rico	Domeier & Colin, 1997

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
			Transitoria	E	Guanaja, Honduras	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	D	Banco Grammanik, Islas Vírgenes	Nemeth <i>et al.</i> , 2006
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
			Transitoria	E	Banco de Campeche, Golfo de México	Tuz-Sulub <i>et al.</i> , 2006
	14	<i>Epinephelus ongus</i>	Transitoria	E	New Ireland, Papúa Nueva Guinea	Hamilton <i>et al.</i> , 2004
			Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	15	<i>Epinephelus corallicola</i>	Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	16	<i>Epinephelus polyphekadion</i> ¹	Transitoria	E	Nueva Caledonia	Chavet & Clua, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	New Ireland, Papúa Nueva Guinea	Hamilton <i>et al.</i> , 2004
			Transitoria	D	Palau, Micronesia	Johannes <i>et al.</i> , 1999
			Transitoria	E	Pohnpei, Micronesia	Rhodes & Sadovy, 2002
			Transitoria	I	Santuario Marino Kehpara, Pohnpei, Micronesia	Rhodes & Sadovy, 2002
			Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	Seychelles	Robinson <i>et al.</i> , 2008
			Residente	E	Maluku, Indonesia	Sadovy & Liu, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Residente	E	Sulawesi, Indonesia	Sadovy & Liu, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Residente	E	Raja Ampat, Indonesia	Sadovy & Liu, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	17	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	Transitoria	E	Nueva Caledonia	Chavet & Clua, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	New Ireland, Papúa Nueva Guinea	Hamilton <i>et al.</i> , 2004

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
			Transitoria	D	Palau, Micronesia	Johannes <i>et al.</i> , 1999
			Transitoria	I	Arrecife de la Gran Barrera, Australia	Pears <i>et al.</i> , 2007
			Transitoria	E	Santuario Marino Kehpara, Pohnpei, Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	Seychelles	Robinson <i>et al.</i> , 2008
	18	<i>Epinephelus itajara</i>	Transitoria	D	Este del Golfo de México	Bullock <i>et al.</i> , 1992
			Transitoria	D	Bahía Babitonga, Brasil	Calaveri-Gerhardinger <i>et al.</i> , 2006
			Transitoria	E	Florida, Estados Unidos	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Mar Caribe	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	D	Florida, Estados Unidos	Koenig & Coleman, 2009
	19	<i>Epinephelus malabaricus</i>	Transitoria	E	Nueva Caledonia	Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	20	<i>Epinephelus trimaculatus</i>	Transitoria	E	Islas Salomón	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	21	<i>Epinephelus multinotatus</i>	Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	22	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	Transitoria	D	Fiji	Chavet & Clua, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	Nueva Caledonia	Chavet & Clua, 2004 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	23	<i>Epinephelus guttatus</i>	Transitoria	D	Puerto Rico	Colin <i>et al.</i> , 1987
			Transitoria	E	Puerto Rico	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Bermudas	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	I	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	I	Arrecife de plataforma, Bermudas	Luckhurst <i>et al.</i> , 2006
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
			Transitoria	D?	Abril La Sierra, Puerto Rico	Sadovy <i>et al.</i> , 1994
			Transitoria	D?	Arrecife Tourmaline, Puerto Rico	Sadovy <i>et al.</i> , 1994
			Transitoria	D?	Bajo de Cico, Puerto Rico	Sadovy <i>et al.</i> , 1994

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
	24	<i>Epinephelus striatus</i>	Transitoria	E	Mahahual, Quintana Roo, México	Aguilar-Perera, 2006
			Transitoria	I	Cayo The Exuma Land, Bahamas	Bolden, 2000
			Transitoria	D	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Carter <i>et al.</i> , 1991
			Transitoria	E	Cuba	Claro & Lindeman, 2003
			Transitoria	D	Islas Caimanes	Colin <i>et al.</i> , 1987
			Transitoria	D	Long Island, Bahamas	Colin, 1992
			Transitoria	E	Bermudas	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Bahamas	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Quintana Roo, México	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Oeste de la India	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	D	Banco Grammanik, Islas Vírgenes	Nemeth <i>et al.</i> , 2006
			Transitoria	D	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
			Transitoria	D	Arrecife Glover, Belice	Sala <i>et al.</i> , 2001
			Transitoria	D	Grand Cayman, Islas Caimanes	Tucker <i>et al.</i> , 1993
			Transitoria	E	Puerto Rico	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	D	Isla Sesoko, Japón	Inagami <i>et al.</i> , 2007
			Residente	D	Bahía Amitori, Isla Iriomote, Japón	Inagami <i>et al.</i> , 2007
			Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	25	<i>Epinephelus adscensionis</i>	Transitoria	E	Puerto Rico	Domeier & Colin, 1997
	26	<i>Epinephelus merra</i> ¹	Transitoria	D	Isla Sesoko, Japón	Inagami <i>et al.</i> , 2007
			Residente	D	Bahía Amitori, Isla Iriomote, Japón	Inagami <i>et al.</i> , 2007
			Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	27	<i>Epinephelus maculatus</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	28	<i>Epinephelus spilotoceps</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	29	<i>Trachinotus falcatus</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
Carangidae	30	<i>Seriola dumerili</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
Lutjanidae	31	<i>Decapterus macarellus</i>	Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
	32	<i>Carangoides bartholomaei</i>	Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
	33	<i>Carangoides ruber</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
	34	<i>Caranx hippos</i>	Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
	35	<i>Caranx latus</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
	36	<i>Caranx crysos</i>	Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
	37	<i>Symphorus nematophorus</i>	Transitoria	E?	Palau, Micronesia	Domeier & Colin, 1997
	38	<i>Symphorichthys spilurus</i>	Transitoria	E	New Ireland, Papúa Nueva Guinea	Hamilton <i>et al.</i> , 2004
			Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	39	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	E	Suroeste de Riley's Hump, Florida, Estados Unidos E.U.A.	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
	40	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
			Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	Cuba	Claro & Lindeman, 2003
	41	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Transitoria	E?	Cayo Bokel, Atolón Turneffe, Belice	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E?	Cayos de Florida, Estados Unidos	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E?	Cayo Buttonwood, Belice	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria ²	E	Este del Golfo de México	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman <i>et al.</i> , 2005
			Transitoria	E	Banco Grammanik, Islas Vírgenes	Kadison <i>et al.</i> , 2006
			Transitoria	E	Riley's Hump, Florida, Estados Unidos	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
			Transitoria	D	Banco Grammanik, Islas Vírgenes	Nemeth <i>et al.</i> , 2006
	42	<i>Lutjanus griseus</i>	Transitoria	E	Cuba	Claro & Lindeman, 2003
			Transitoria	E?	Florida, Estados Unidos	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria ²	E?	Este del Golfo de México	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	E	Riley's Hump, Florida, Estados Unidos	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
	43	<i>Lutjanus jocu</i>	Transitoria	D	Cayo Glory, Belice	Carter & Perrine, 1994
			Transitoria	E	Cuba	Claro & Lindeman, 2003
			Transitoria	E	Cayo Inglés, Belice	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Este del Golfo de México	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	E	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	E	Banco Grammanik, Islas Vírgenes	Kadison <i>et al.</i> , 2006
			Transitoria	E	Riley's Hump, Florida, Estados Unidos	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
	44	<i>Lutjanus apodus</i>	Transitoria	E	Dry Tortugas, Florida, Estados Unidos	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
			Transitoria	E	Banco Tortugas, Florida, Estados Unidos	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
			Transitoria	E	Vestal Shoals, Florida, Estados Unidos	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
	45	<i>Lutjanus campechanus</i>	Transitoria	E	Cosgrove Shoal, Florida, Estados Unidos	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
	46	<i>Lutjanus synagris</i>	Transitoria	E	Cuba	Claro & Lindeman, 2003
			Transitoria	E	Canal Rebecca Shoal, Florida,	Lindeman <i>et al.</i> , 2000

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
Estados Unidos						
	47	<i>Lutjanus analis</i>	Transitoria	E	Cuba	Claro & Lindeman, 2003
			Transitoria	E	Dry Tortugas, Florida, Estados Unidos	Domeier & Colin, 1997
			Transitoria	E	Este del Golfo de México	En Brulé <i>et al.</i> , ____.
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Graham <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	E	Riley's Hump, Florida, Estados Unidos	Lindeman <i>et al.</i> , 2000
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
Haemulidae	48	<i>Haemulon album</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
Lethrinidae	49	<i>Lethrinus erythropterus</i>	Transitoria	E	New Ireland, Papúa Nueva Guinea	Hamilton <i>et al.</i> , 2004
			Transitoria	E	Papúa Nueva Guinea	Hamilton, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	Laguna Roviana, Islas Salomón	Hamilton, 2005
	50	<i>Lethrinus olivaceus</i>	Transitoria ²	D?	Isla Okinawa, Japón	Ebisawa, 2006
			Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	51	<i>Lethrinus xanthurus</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	52	<i>Lethrinus harak</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	53	<i>Monotaxis grandoculis</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
Sparidae	54	<i>Calamus bajonado</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
	55	<i>Pagrus auratus</i>	Transitoria	D	Denham, Australia	Jackson, 2007

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
			Transitoria	D	Oeste de Perth, Australia	Wakefield, 2006
	56	<i>Acanthopagrus australis</i>	Transitoria	D	Bahía Moreton, Australia	Pollock, 1984
Mullidae	57	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	58	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
Kyphosidae	59	<i>Kyphosus bigibbus</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	60	<i>Kyphosus cinerascens</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	61	<i>Kyphosus vaigiensis</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
Labridae	62	<i>Lachnolaimus maximus</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Requena, 2003
Scaridae	63	<i>Hipposcarus longiceps</i> ¹	Residente	E	Papúa Nueva Guinea	Colin en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	I	Islas Salomón	Sabetian, 2010
	64	<i>Chlorurus microrhinos</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
			Transitoria	I	Islas Salomón	Sabetian, 2010
	65	<i>Chlorurus frontalis</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
Ephippidae	66	<i>Chaetodipterus faber</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
Siganidae	67	<i>Siganus randalli</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	68	<i>Siganus vermiculatus</i>	Transitoria	E	New Ireland, Papúa Nueva Guinea	Hamilton <i>et al.</i> , 2004
			Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	69	<i>Siganus puellus</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	70	<i>Siganus canaliculatus</i>	Transitoria	E	Palau, Micronesia	Domeier & Colin, 1997

Familia	Clave	Especie	Agrupación de desove	Definición	Lugar	Referencia
Acanthuridae	71	<i>Naso lopezi</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
	72	<i>Naso lituratus</i>	Transitoria	E	Micronesia	Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2008
Scombridae	73	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
Ostracidae	74	<i>Rhinesomus triqueter</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
	75	<i>Lactophrys trigonus</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
Balistidae	76	<i>Canthidermis sufflamen</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008
			Transitoria	E	Sistema Arrecifal Mesoamericano	Heyman & Requena, 2003
			Transitoria	I	Arrecife de Barrera de Belice, Belice	Paz & Grimshaw, 2001
	77	<i>Xanthichthys ringens</i>	Transitoria	E	Gladden Spit, Belice	Heyman & Kjerfve, 2008

¹ Especies que también presentan agrupaciones de desove residentes; ² El autor especificó el tipo de agrupación precisando que falta información; E, tipo de agregación especificado; I, tipo de agregación insinuado; D, el tipo de agregación se dedujo a partir de información; ?, indica incertidumbre en la definición.

7.2 Semejanza reproductiva

7.2.1 Datos reproductivos

La base de datos reproductivos contiene 5,425 registros de los 26 rasgos considerados para la construcción de la matriz binaria general (MBG), que corresponden a las 78 especies que forman agrupaciones de desove transitorias y a las dos especies testigo (Tabla 7.2 y 7.3). Las 26 características reproductivas se encuentran representadas en 84 columnas en la MBG (Tabla 7.3). El porcentaje de llenado de la MBG es del 56%, integrado por 1,741 celdas codificadas con 1 y 2,137 celdas codificadas con 0. Las familias Epinephelidae, Carangidae y Lutjanidae cubrieron el 20%, 7% y 10% del porcentaje de llenado de la MBG respectivamente (Tabla 7.2 y 7.3). La Tabla 7.2 describe las columnas de la Tabla 7.3.

Tabla 7.2. Descripción de la subdivisión de los 26 rasgos reproductivos en 84 columnas que integran la matriz binaria general (MBG), así como el número de registros utilizados para la caracterización binaria.

Rasgo reproductivo	Columna MBG	Definición	Número de registros
Duración del periodo de desove ¹	A	1-3 meses	555
	B	4-6 meses	
	C	7-9 meses	
	D	10-12 meses	
Temperatura mínima y máxima del periodo de desove ¹	E	10-12 °C	570
	F	12-14 °C	
	G	14-16 °C	
	H	16-18 °C	
	I	18-20 °C	
	J	20-22 °C	
	K	22-24 °C	
	L	24-26 °C	
	M	26-28 °C	
	N	28-30 °C	
	O	30-32 °C	
Día lunar de inicio de las ADTs ¹	P	1-8 días lunares	740
	Q	9-15 días lunares	
	R	16-22 días lunares	
	S	23-29 días lunares	
Duración de las ADTs	T	1-4 días	178
	U	5-8 días	
	V	9-12 días	
	W	13-16 días	

Rasgo reproductivo	Columna MBG	Definición	Número de registros
Periodo del día de desove	X	Madrugada-mediodía	187
	Y	Tarde-medianoche	
Profundidad del sitio de desove ¹	Z	0-30 metros	298
	A2	31-60 metros	
	B2	61-190 metros	
Tamaño de las ADTs, en número de individuos ¹	C2	0-1000 individuos	115
	D2	1001-10000 individuos	
	E2	10001-135000 individuos	
Estructura social	F2	Grupos	42
	G2	Harenes	
Organización para la fertilización ¹	H2	Grupos	73
	I2	Pares	
Cortejo ¹	J2	Presencia/ausencia	143
Cambio de coloración ¹	K2	Presencia/ausencia	128
Territorialidad	L2	Presencia/ausencia	42
Migración reproductiva ¹	M2	Presencia/ausencia	340
Talla mínima de madurez ²	N2	0-20 centímetros	281
	O2	20-40 centímetros	
	P2	40-60 centímetros	
	Q2	60-1225 centímetros	
Talla de primera madurez ²	R2	0-20 centímetros	339
	S2	20-40 centímetros	
	T2	40-60 centímetros	
	U2	60-144 centímetros	
Composición sexual ²	V2	0-0.5 hembras por macho	235
	W2	0.5-1 hembras por macho	
	X2	1-1.5 hembras por macho	
	Y2	1.5-115 hembras por macho	
Edad de madurez ²	Z2	0-2 años	242
	A3	2-4 años	
	B3	4-6 años	
	C3	6-17 años	
Vida reproductiva ²	D3	0-6 años	358
	E3	6-12 años	
	F3	12-18 años	
	G3	18-51 años	
Sexualidad ²	H3	Gonocorísmo	172
	I3	Protoginia	
	J3	Protandria	
Ovogénesis	K3	Asincrónica	29
	L3	Sincrónica de grupo	
	M3	Parcial	75
Liberación ovárica ²	N3	Total	
Índice gonadosomático de las hembras	O3	0-8	57
	P3	8-16	
	Q3	16-24	
	R3	24-30	
Fecundidad parcial promedio	S3	0-1000000 ovocitos por hembras	77

Rasgo reproductivo	Columna MBG	Definición	Número de registros
Diámetro de los ovocitos	T3	1000000-2000000 ovocitos por hembra	38
	U3	2000000-3000000 ovocitos por hembra	
	V3	>3000000 ovocitos por hembra	
	W3	0-0.5 milímetros	
	X3	0.5-1 milímetros	
	Y3	1-1.5 milímetros	
Diámetro del huevo ²	Z3	1.5-2 milímetros	58
	A4	0-0.5 milímetros	
	B4	0.5-1 milímetros	
	C4	1-1.5 milímetros	
Hábitat del huevo	D4	1.5-2 milímetros	53
	E4	Pelágico	
	F4	Demersal	

¹ Rasgos reproductivos incluidos en la matriz A y ² rasgos reproductivos incluidos en la matriz B, formadas a partir de la MBG para la exploración integral. MBG, matriz binaria general.

7.2.2 Exploración integral de la reproducción

La exploración integral de los rasgos reproductivos se realizó a partir de las matrices binarias A (28x30) y B (17x29), que fueron formadas a partir de la MBG de acuerdo con la disponibilidad de información. La matriz A incluye aspectos de la cronografía reproductiva, el hábitat de desove y la etología reproductiva: la duración del periodo de desove, la temperatura mínima y máxima del periodo reproductivo, el día lunar de inicio de las agregaciones, la profundidad del sitio de desove, el tamaño de las agrupaciones, la organización para la fertilización, el cortejo, el cambio de coloración y la migración (Tabla 7.2 y 7.3). La matriz B se integró a partir de aspectos de la estructura poblacional, el género, la gametogénesis y la progenie: la talla mínima de madurez, la talla de primera madurez, la composición sexual, la edad de madurez, la vida reproductiva, la sexualidad, la liberación ovárica y el diámetro del huevo (Tabla 7.2 y 7.3). Ambas matrices incluyeron datos de *C. undulatus* y *E. morio* a manera de especies testigo.

Tabla 7.3. Matriz binaria de los rasgos reproductivos de las 78 especies que forman agrupaciones de desove transitorias y las especies testigo. Las etiquetas de las columnas se detallan en la tabla 7.2.

[illegible]

Mediante el AMA se obtuvieron dos árboles de agrupamiento, el primero derivado de la matriz A (Fig. 7.3) y el segundo resultante de la matriz B (Fig. 7.4). En ambos árboles se determinó la formación de cinco grupos de especies a partir del Índice Falso F (IFF), con un IFF = 8.65 para el árbol A y un IFF = 4.01 para el árbol B (Fig. 7.5). El acomodo de las especies dentro de los grupos desobedece un orden estricto de acuerdo a la familia o al género. Solo el género *Lutjanus* permaneció agrupado en ambos arboles, formando un subgrupo en el árbol A y un grupo en el árbol B.

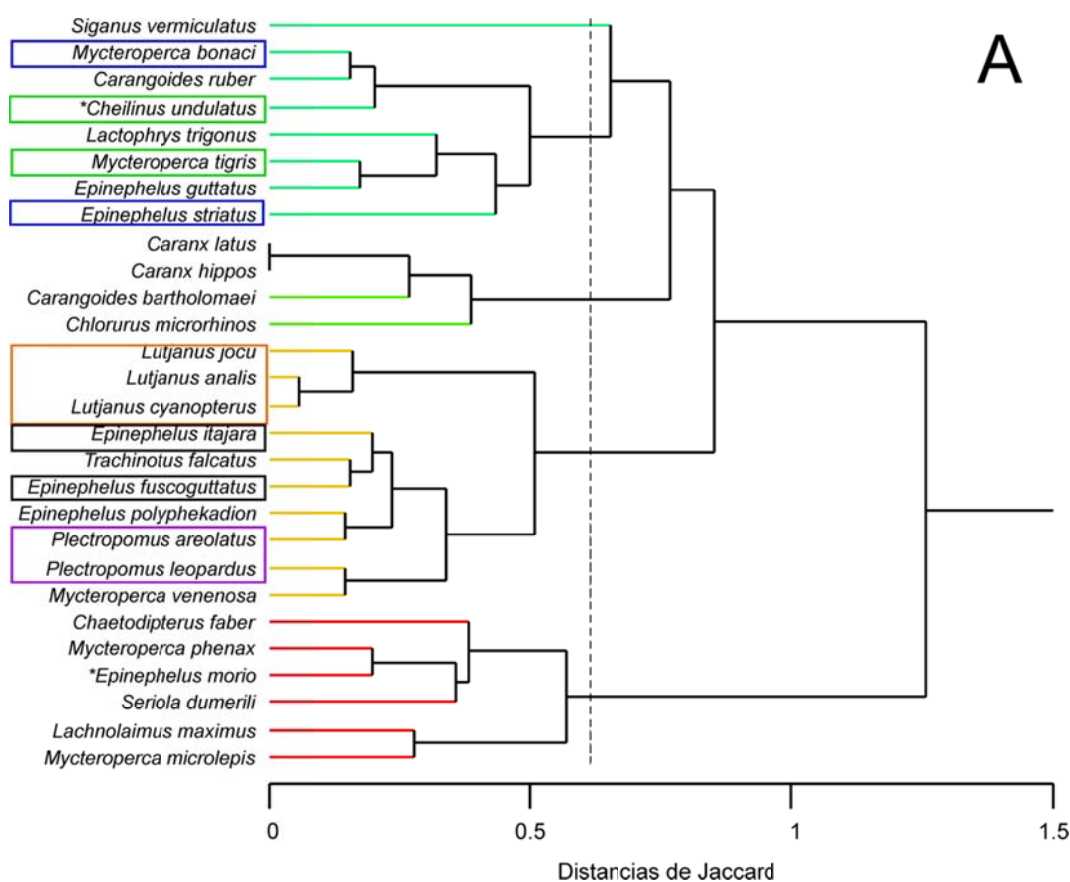


Figura 7.3. Árbol de agrupamiento resultante de la matriz A. El asterisco (*) señala a las especies testigo. La línea punteada se posicionó con base en la indicación del Índice Falso F (IFF) para la formación de cinco grupos. Las especies encuadradas con el mismo color son las que permanecen juntas en un mismo grupo en el árbol derivado de la matriz B (figura posterior).

Los cinco grupos formados en el árbol A mostraron inconsistencia con respecto a los cinco grupos en el árbol B. Las especies que integraron los grupos en el primer árbol se reagruparon con otras especies en el siguiente árbol, formando grupos diferentes. Lo que indica similitudes interespecíficas en algunos rasgos reproductivos pero diferencias en otros.

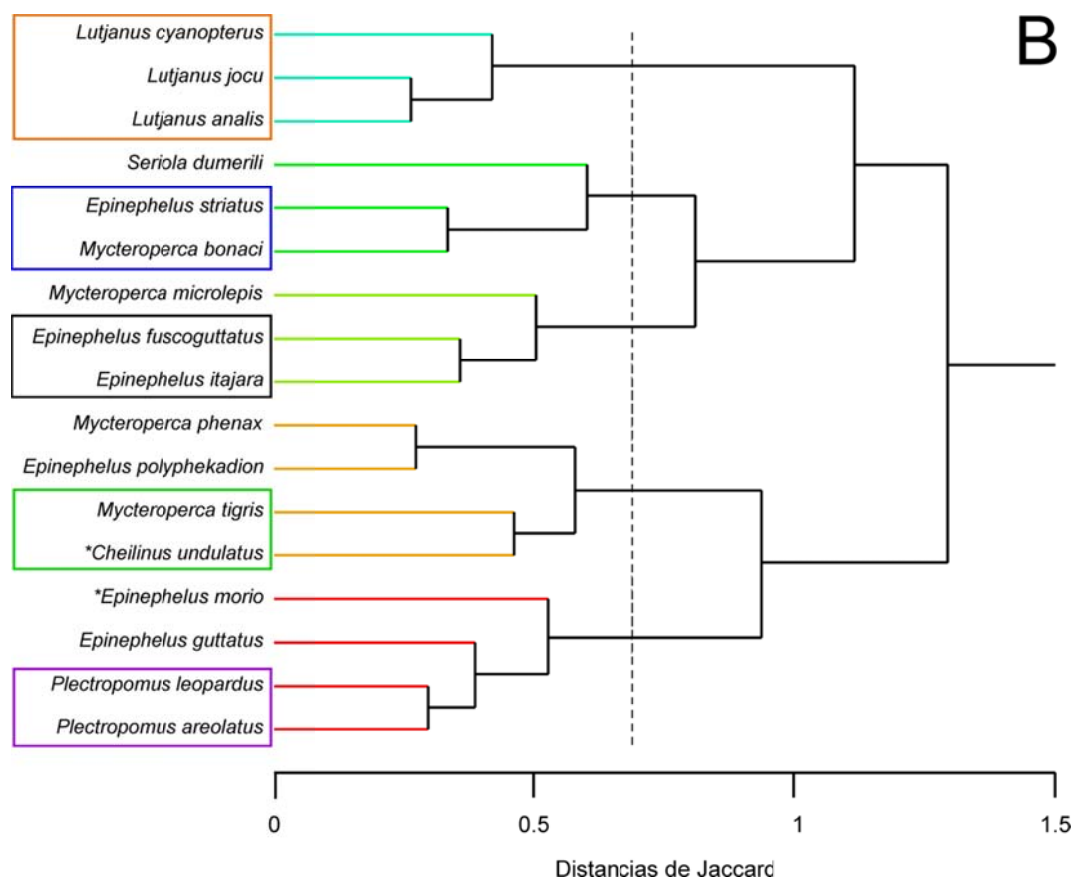


Figura 7.4. Árbol de agrupamiento resultante de la matriz B. El asterisco (*) señala a las especies testigo. La línea punteada se posicionó con base en la indicación del Índice Falso F para la formación de cinco grupos. Las especies encuadradas con el mismo color son las que permanecen juntas en un mismo grupo en el árbol derivado de la matriz A (figura anterior).

Dentro de la variabilidad en el agrupamiento se observaron algunas especies que permanecen juntas en ambos árboles, aunque se reagruparon junto a otras especies. En unos casos correspondieron al mismo género: el grupo de *L.*

cyanopterus, *L. jocu* y *L. analis*; el grupo de *E. fuscoguttatus* y *E. itajara*; y el grupo de *P. leopardus* y *P. areolatus* (Fig. 7.3 y 7.4). Otras especies fueron de la misma familia: el grupo de *S. dumerili* y *M. microlepis*; y el grupo de *E. striatus* y *M. bonaci*. Otras fueron de familias diferentes, donde una de ellas es un agrupador transitorio y la segunda es una especie testigo: *M. tigris* y *C. undulatus*. Estos pequeños subgrupos fueron similares de manera intragrupo tanto en los rasgos reproductivos considerados en el árbol A como en el árbol B.

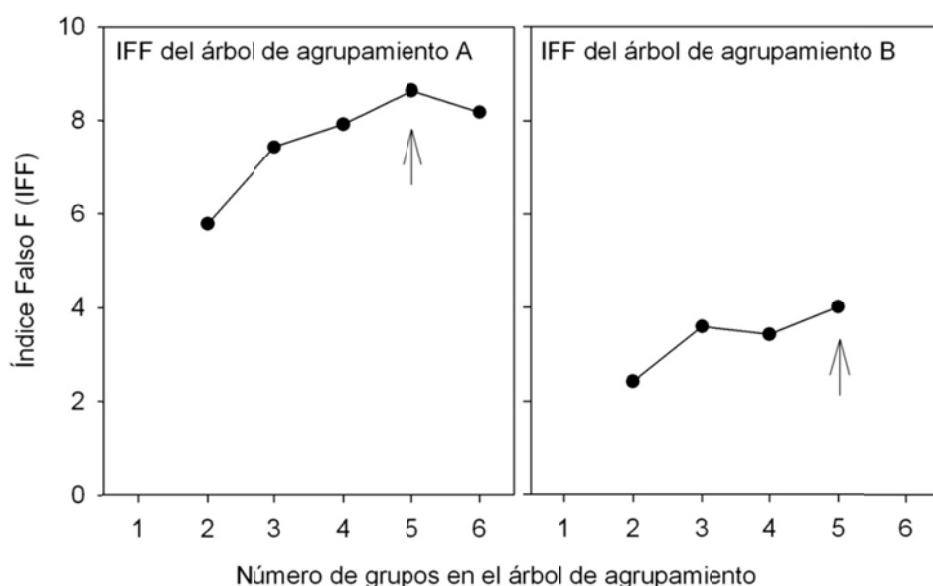


Figura 7.5. Índice Falso F (IFF) para los árboles de agrupamiento resultantes de la matriz A y B. La flecha indica el número de grupos con la mayor separación de acuerdo con el valor más alto del IFF.

Las especies *S. vermiculatus*, *C. latus*, *C. hippos*, *C. bartholomaei* y *C. microrrhinos* son algunas que no se incluyeron en el árbol B y formaron dos grupos en el árbol A de acuerdo con el IFF. Cabe destacar que las especies testigo (*C. undulatus* y *E. morio*) se integraron junto a los agrupadores transitorios en los agrupamientos del AMA, lo que sugiere similitudes reproductivas. Por ejemplo la especie *C. undulatus* se mantuvo agrupada junto al agrupador transitorio *M. tigris* en ambos árboles.

7.3 Cronografía reproductiva

La temporalidad de la actividad reproductiva se exploró a través de la duración de periodo de desove (555 datos), la sincronía lunar (740 datos), los días de permanencia de las ADTs en el sitio de desove (178 datos) y el periodo del día de desove (187 datos).

La información representó a poblaciones que se distribuyen de los -26.92° a los 43.96° de latitud y de los -97.03° a 23.34° de longitud en el Océano Atlántico, y de los -45.12° a los 32.56° de latitud y -160° a los 179.22° de longitud en el Océano Indopacífico (Fig. 7.6).

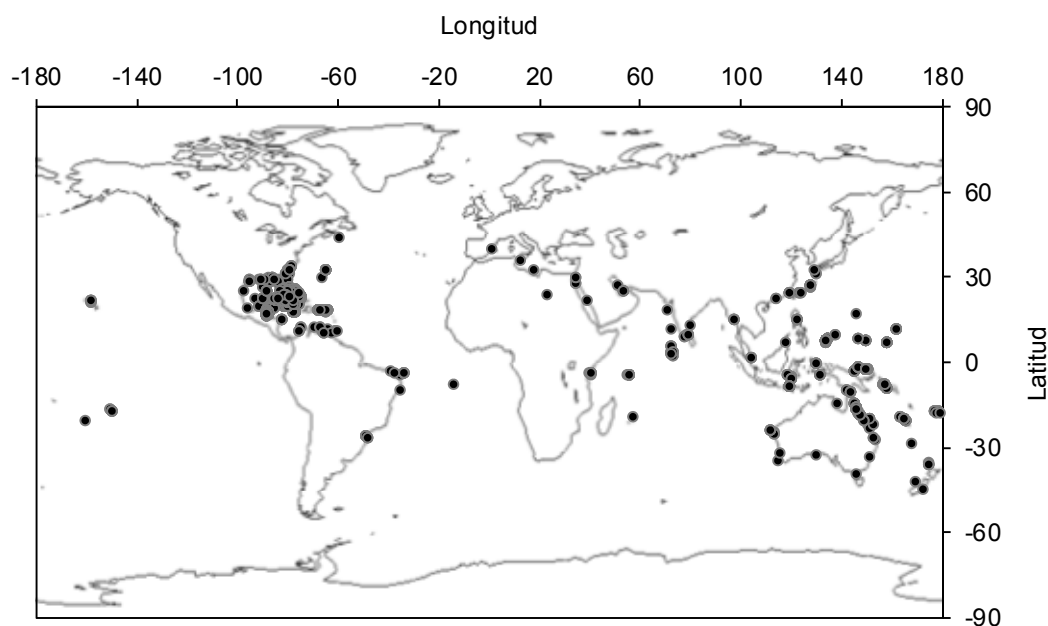


Figura 7.6. Ubicación geográfica de la información acerca de la cronografía reproductiva.

Tabla 7.4. Resumen de los rasgos reproductivos cronográficos de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.

Clave	Especie	DPD Meses	TPD Mín °C	TPD Max °C	TPD Prom °C	DLIAD Día lunar	DADT Días	PDD Categoría	Referencias
1	<i>Liza vaigiensis</i>					15			266.
2	<i>Crenimugil crenilabris</i>	1 - 7	23.6 - 28.1	26.10 - 28.70	24.93 - 28.10	8 - 27		7	132, 139, 158, 161, 212, 266.
3	<i>Neomyxus leuciscus</i>								
4	<i>Plectropomus oligacanthus</i>					22			229, 259.
5	<i>Plectropomus maculatus</i>	2 - 3	24.6 - 27.5	25.00 - 27.80	24.83 - 27.65	22		6	18, 94, 132, 324.
6	<i>Plectropomus leopardus</i>	2 - 6	23.7 - 28.3	26.10 - 30.20	24.87 - 29.05	15 - 29	2. - 5.9 5	5 - 6	18, 76, 102, 117, 131, 132, 153, 158, 161, 171, 179, 200, 229, 262, 266, 267, 270, 324, 327, 328.
7	<i>Plectropomus areolatus</i>	1 - 9	26.3 - 29.6	27.10 - 30.20	27.10 - 29.60	13 - 29	2 - 11	2 - 7	131, 155, 156, 157, 159, 160, 213, 229, 230, 231, 248, 249, 262, 266, 278, 295, 324.
8	<i>Cephalopholis argus</i>	4	25.1 - 28.8	28.00 - 28.80	26.45 - 28.80	13	3		188, 248, 276.
9	<i>Cephalopholis miniata</i>	4	25.1 - 25.1	28.00 - 28.00	26.45 - 26.45	22			259, 276.
10	<i>Mycteroperca phenax</i>	3 - 7	17.7 - 28.3	26.60 - 30.00	21.90 - 29.06	13 - 27		6 - 7	54, 115, 134, 190, 191, 192, 255, 273.
11	<i>Mycteroperca bonaci</i>	2 - 12	18.7 - 26.9	25.60 - 30.20	24.29 - 27.30	15 - 25	7 - 10	6 - 7	21, 47, 69, 95, 104, 107, 140, 141, 142, 144, 190, 243, 268, 286, 319.
12	<i>Mycteroperca venenosa</i>	2 - 12	21.3 - 27.6	24.20 - 30.10	24.20 - 27.97	15 - 24	6 - 9	6 - 7	23, 40, 47, 61, 72, 106, 108, 138, 140, 141, 142, 144, 210, 211, 215, 216, 218, 250, 268, 291, 296, 300, 309, 318, 319, 61, 107, 140, 141, 144, 193, 216, 268, 318, 319.
13	<i>Mycteroperca tigris</i>	2 - 4	25.7 - 26.6	25.80 - 27.10	25.75 - 26.75	12 - 22	4 - 12		74, 130, 131, 132, 133, 188.
14	<i>Epinephelus ongus</i>	3 - 4	27.7 - 29.6	29.60 - 30.60	28.25 - 30.07	22 - 29	10		262, 326.
15	<i>Epinephelus corallicola</i>	3	29.5 - 29.5	29.60 - 29.60	29.53 - 29.53				63, 131, 156, 157, 161, 178, 188, 224, 229, 246, 253, 254, 262, 266, 315.
16	<i>Epinephelus polyphekadion</i>	1 - 9	23.6 - 29.9	26.10 - 29.90	25.67 - 29.90	9 - 29	4 - 11	1 - 7	9, 131, 132, 156, 157, 159, 161, 172, 188, 219, 226, 227, 229, 230, 231, 247, 248, 249, 252, 254, 262, 266, 269, 295, 24, 29, 32, 60, 62, 79, 91, 114, 165, 186, 261, 271.
17	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	2 - 9	23.6 - 29.4	27.50 - 30.10	25.40 - 29.50	11 - 29	2 - 15	3 - 8	43, 87, 161.
18	<i>Epinephelus itajara</i>	2 - 7	25.8 - 30.0	28.10 - 31.10	27.85 - 30.55	13 - 15			132.
19	<i>Epinephelus malabaricus</i>	3 - 4	24.5 - 25.4	27.50 - 27.50	25.85 - 26.30	15 - 29		7	251, 320.
20	<i>Epinephelus trimaculatus</i>					15 - 22			161, 177.
21	<i>Epinephelus multinitatus</i>	2 - 12	22.8 - 27.9	23.10 - 29.30	22.95 - 28.60				25, 36, 58, 72, 88, 113, 141, 144, 163, 181, 210, 217, 221, 242, 264, 300, 304, 319, 322.
22	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	3 - 4	25.3 - 26.0	27.30 - 28.90	26.13 - 27.68				
23	<i>Epinephelus guttatus</i>	1 - 5	20.5 - 27.2	25.80 - 30.00	23.57 - 27.76	10 - 22	4 - 8	6	

Clave	Especie	DPD Meses	TPD Mín °C	TPD Max °C	TPD Prom °C	DLIAD Día lunar	DADT Días	PDD Categoría	Referencias
24	<i>Epinephelus striatus</i>	1 - 4	23.6 - 27.5	23.60 - 27.70	23.60 - 27.50	8 - 25	0. - 14 5	5 - 7	1, 2, 3, 15, 35, 36, 47, 57, 58, 61, 72, 86, 110, 128, 140, 141, 142, 144, 149, 182, 184, 201, 210, 216, 221, 222, 225, 228, 260, 265, 268, 280, 281, 284, 285, 286, 291, 300, 302, 303, 307, 308, 318, 319.
25	<i>Epinephelus adscensionis</i>	2 - 6	20.5 - 25.7	26.60 - 27.50	22.43 - 26.00	13 - 15	5		58, 107, 144, 190, 255, 273.
26	<i>Epinephelus merra</i>	2 - 6	23.9 - 27.4	28.70 - 28.80	26.37 - 28.38	12 - 15	3.5		11, 147, 151, 159, 169, 179, 241, 249, 287.
27	<i>Epinephelus maculatus</i>	3 - 6	23.9 - 25.3	27.30 - 28.70	26.13 - 26.37	15			177, 188, 249.
28	<i>Epinephelus spilotoceps</i>	5	28.0 - 28.0	28.80 - 28.80	28.30 - 28.30	13 - 22	2 - 3		132, 248, 249.
29	<i>Trachinotus falcatus</i>	1 - 9	25.6 - 28.4	28.40 - 30.80	28.18 - 29.03	15 - 25	8	6	70, 112, 122, 140, 141, 144, 319.
30	<i>Seriola dumerili</i>	3 - 6	16.2 - 27.4	22.40 - 28.80	18.63 - 28.20	15 - 20			75, 87, 122, 135, 140, 144, 164, 189, 190, 273, 317.
31	<i>Decapterus macarellus</i>	1 - 5	23.9 - 28.4	26.30 - 28.40	25.42 - 28.40	15	9		37, 46, 87, 140, 275, 318, 319.
32	<i>Carangoides bartholomaei</i>	2 - 3	27.7 - 28.4	29.00 - 29.20	28.53 - 28.70	15 - 17	8		107, 122, 140, 144, 319.
33	<i>Carangoides ruber</i>	2 - 6	25.7 - 27.4	28.80 - 29.20	27.45 - 28.10	15 - 25	8 - 9		107, 122, 140, 141, 144, 318, 319.
34	<i>Caranx hippos</i>	2 - 3	26.4 - 27.4	27.00 - 28.80	26.70 - 28.20	14 - 23			107, 122, 140, 141, 144.
35	<i>Caranx latus</i>	3	27.4 - 27.7	28.80 - 29.20	28.20 - 28.53	14 - 25	8 - 9		107, 122, 140, 141, 144, 225, 318, 319.
36	<i>Caranx crysos</i>	1 - 3	26.2 - 28.7	27.30 - 30.10	26.78 - 29.23	15 - 20		7	89, 120, 141, 144, 199, 274, 292, 319.
37	<i>Symphorus nematophorus</i>	4	26.0 - 26.0	28.90 - 28.90	27.58 - 27.58				159, 170.
38	<i>Symphorichthys spilurus</i>	4	28.5 - 28.5	29.50 - 29.50	29.00 - 29.00	14 - 29	3 - 4.5	6 - 7	131, 132, 158, 159.
39	<i>Ocyurus chrysurus</i>	2 - 12	22.2 - 26.6	25.80 - 30.10	25.36 - 28.11	15 - 22			6, 12, 33, 53, 65, 90, 93, 97, 98, 107, 121, 140, 141, 144, 209, 214, 225, 232, 233, 234, 298, 299, 319.
40	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	1 - 12	27.1 - 28.9	27.10 - 29.20	27.10 - 29.03	14 - 22			6, 77, 84, 87, 132, 158, 159, 173, 203, 277, 288, 294.
41	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	1 - 7	26.0 - 29.6	27.40 - 30.60	27.17 - 30.05	13 - 22	1 - 15	6 - 7	39, 47, 48, 78, 105, 140, 142, 143, 144, 162, 214, 216, 319.
42	<i>Lutjanus griseus</i>	3 - 5	24.9 - 29.6	26.90 - 30.60	26.20 - 30.13	14 - 15		7	6, 7, 10, 13, 28, 31, 47, 52, 78, 80, 90, 107, 127, 290.
43	<i>Lutjanus jocu</i>	1 - 12	25.5 - 27.6	25.50 - 30.60	25.50 - 28.40	13 - 22	4 - 10	6 - 7	6, 34, 47, 48, 78, 90, 93, 107, 111, 140, 141, 142, 144, 162, 209, 214, 225, 319.
44	<i>Lutjanus apodus</i>	1 - 9	25.5 - 26.8	25.50 - 27.80	25.50 - 27.26	20			90, 109, 141, 209, 214, 299, 301.
45	<i>Lutjanus campechanus</i>	2 - 12	20.5 - 28.6	27.70 - 30.60	25.42 - 29.00			6 - 7	6, 14, 16, 19, 20, 30, 44, 66, 67, 68, 103, 119, 125, 190, 207, 223, 244, 273, 321.
46	<i>Lutjanus synagris</i>	1 - 12	21.7 - 29.6	26.20 - 30.80	25.54 - 29.93	8 - 15		6 - 7	4, 8, 17, 47, 51, 85, 90, 92, 93, 97, 105, 118, 180, 185, 202, 209, 220, 245, 256, 289, 305, 323.

Clave	Especie	DPD Meses	TPD Mín °C	TPD Max °C	TPD Prom °C	DLIAD Día lunar	DADT Días	PDD Categoría	Referencias
47	<i>Luftjanus analis</i>	1 - 7	25.5 - 28.7	25.50 - 30.40	25.50 - 29.55	13 - 22	6 - 16	5 - 6	6, 26, 27, 38, 47, 50, 90, 93, 107, 123, 140, 142, 144, 174, 176, 194, 205, 297, 319.
48	<i>Haemulon album</i>	4 - 12	25.7 - 27.4	29.00 - 29.30	27.38 - 28.40	15 - 20			107, 140, 141, 144, 319.
49	<i>Lethrinus erythropterus</i>	3	29.2 - 29.2	29.80 - 29.80	29.50 - 29.50	22 - 29	3.5	7	131, 132, 133.
50	<i>Lethrinus olivaceus</i>	2 - 10	19.6 - 27.8	23.60 - 29.70	22.16 - 28.73	13 - 29			45, 83, 158, 159, 266, 293, 314, 316.
51	<i>Lethrinus xanthochilus</i>	3 - 7	23.8 - 25.3	27.30 - 28.90	26.13 - 26.73				177.
52	<i>Lethrinus harak</i>	3 - 12	24.7 - 27.8	29.50 - 30.80	27.20 - 29.13	29			83, 159, 166, 212.
53	<i>Monotaxis grandoculis</i>	10	27.8 - 27.8	29.70 - 29.70	28.73 - 28.73	27 - 29			158, 159.
54	<i>Calamus bajonado</i>	2 - 9	24.6 - 28.6	25.20 - 30.10	24.90 - 29.35	15 - 20	8		81, 82, 107, 140, 141, 144, 175.
55	<i>Pagrus auratus</i>	2 - 5	11.5 - 26.6	14.00 - 30.00	13.03 - 29.00	15 - 29		7	71, 96, 101, 206, 272, 313.
56	<i>Acanthopagrus australis</i>	2 - 4	21.0 - 23.1	22.80 - 26.20	21.90 - 24.23				235, 236, 257.
57	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>	3 - 10	24.7 - 26.2	26.80 - 29.20	25.83 - 27.82	2 - 29			154, 168, 213, 249, 311, 312.
58	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>	3	24.7 - 24.7	26.80 - 26.80	25.83 - 25.83	15			168, 249, 269, 312.
59	<i>Kyphosus bigibbus</i>								87, 325.
60	<i>Kyphosus cinerascens</i>								
61	<i>Kyphosus vaigiensis</i>								
62	<i>Lachnolaimus maximus</i>	2 - 5	19.7 - 27.7	27.00 - 30.40	22.72 - 28.53	13 - 15	8 - 11	6	49, 56, 59, 73, 107, 140, 142, 144, 195, 196.
63	<i>Hipposcarus longiceps</i>	3	27.7 - 27.7	29.30 - 29.30	28.37 - 28.37	15 - 29		3	55.
64	<i>Chlorurus microrhinos</i>	1 - 3	27.4 - 28.9	28.90 - 30.70	28.77 - 29.00	15		3 - 6	55, 156, 310.
65	<i>Chlorurus frontalis</i>								
66	<i>Chaetodipterus faber</i>	3 - 6	23.4 - 26.5	27.90 - 29.10	26.78 - 27.93	15	8	3 - 5	41, 137, 140, 208, 279.
67	<i>Siganus randalli</i>								
68	<i>Siganus vermiculatus</i>	6	25.9 - 25.9	28.80 - 28.80	27.58 - 27.58	5 - 29	3.5	2 - 7	129, 131, 237, 239.
69	<i>Siganus puellus</i>								
70	<i>Siganus canaliculatus</i>	3 - 5	20.7 - 29.1	26.50 - 29.70	23.48 - 29.23	4 - 29	0.5	6	5, 22, 78, 124, 131, 136, 145, 146, 152, 158, 159, 167, 183, 238, 263, 266, 282, 283, 306.
71	<i>Naso lopezi</i>								
72	<i>Naso lituratus</i>					22		6	156.
73	<i>Scomberomorus cavalla</i>	2 - 12	24.2 - 27.4	27.80 - 29.80	26.52 - 28.24				64, 99, 100, 126, 140, 148.
74	<i>Rhinesomus triquetter</i>	3 - 5	26.3 - 26.6	26.50 - 28.80	26.43 - 27.24	15 - 25	8		140, 141, 144, 208.
75	<i>Lactophrys trigonus</i>	2	26.6 - 26.6	26.80 - 26.80	26.70 - 26.70	15 - 20	8	5	140, 141, 144.
76	<i>Canthidermis sufflamen</i>	3	27.4 - 27.4	28.80 - 28.80	28.20 - 28.20	15	8		140, 144, 319.
77	<i>Xanthichthys ringens</i>	6	26.6 - 26.6	29.80 - 29.80	28.33 - 28.33	15	8		140.
78	<i>Cheilinus undulatus</i>	3 - 12	25.6 - 28.0	28.90 - 29.30	27.75 - 28.45	22 - 29		4 - 5	42, 63, 131, 150, 153, 161, 229, 230, 231, 240, 258.
79	<i>Anchoa lyolepis</i>								
80	<i>Epinephelus morio</i>	3 - 8	17.7 - 26.8	25.10 - 29.40	22.61 - 26.93	17	3		21, 54, 116, 190, 204, 286.
81	<i>Mycteroperca microlepis</i>	1 - 7	18.4 - 26.8	19.50 - 30.10	18.90 - 28.52				21, 54, 187, 197, 198, 273.

Clave	Especie	DPD Meses	TPD Mín °C	TPD Max °C	TPD Prom °C	DLIAD Día lunar	DADT Días	PDD Categoría	Referencias
82	<i>Thalassoma bifasciatum</i>								
83	<i>Acanthurus coeruleus</i>								

DPD, duración del periodo de desove; TPD Mín, temperatura mínima del periodo de desove; TPD Máx, temperatura máxima del periodo de desove; TPD Prom, temperatura promedio del periodo de desove; DLIAD, día lunar del inicio de las agrupaciones de desove transitorias; DADT, duración de las agrupaciones de desove transitorias; PDD, periodo del día de desove (categorías: 1, madrugada; 2, amanecer; 3, mañana; 4, mediodía; 5, tarde; 6, atardecer; 7, noche; y 8, medianoche). Referencias: 1, Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; 2, Aguilar-Perera, 1994; 3, Aguilar-Perera, 2006; 4, Aiken 2001 en Fishbase; 5, Al-Ghais, 1993; 6, Allen, 1985 en Cummings, 2004; 7, Allman & Grimes, 2002; 8, Arriaga et al., 1996 en Braga de Sousa et al., 2008; 9, Avala et al., 1996; 10, Baez-Hidalgo et al., 1982 en Grimes, 1987; 11, Bagnis et al 1984 en Froese & Pauly, 2009; 12, Barbieri & Colvocoresses, 2003 en Cummings, 2004; 13, Barbieri et al., 2003 en Claro & Lindeman, 2008; 14, Baughman, 1943 en Grimes, 1987; 15, Bolden, 2000; 16, Bradley & Bryan, 1975 en Grimes, 1987; 17, Braga de Sousa et al., 2008; 18, Brown et al., 1994 en Russell, 2001; 19, Brulé et al 2004 en Fishbase; 20, Brulé et al., 2002 en Claro & Lindeman, 2008; 21, Brulé et al., 2003; 22, Bryan et al., 1975 en Takemura et al., 2004; 23, Bullock & Smith 1991 en Cummings, 2007; 24, Bullock et al., 1992; 25, Burnett-Herkes, 1975 en Shapiro, 1987; 26, Burton et al., 2005; 27, Burton, 1996 en Claro & Lindeman, 2008; 28, Cabrera-B. et al., 1997; 29, Calaveri-Gerhardinger et al., 2006; 30, Camber, 1955 en Grimes, 1987; 31, Campos & Bashirullah, 1975 en Grimes, 1987; 32, Carlos A. Bohorquez ciTPD in Colin, 1989 en Sadovy & Eklund, 1999; 33, Carrillo de Albornoz & Ramiro, 1988 en Figuerola et al., 1997; 34, Carter & Perrine, 1994; 35, Carter et al., 1991; 36, Carter et al., 1994 en Cushion, 2010; 37, Cayetano & Honebrink, 2000; 38, Cervigón 1993 en Fishbase; 39, Cervigón, 1993 en Claro & Lindeman, 2008; 40, Chan and Sadovy 2002, Thompson and Munro 1978 en Cummings, 2007; 41, Chapman 1978 en Thresher 1984; 42, Chateau & Wantiez, 2007 en Colin, 2010; 43, Chavet & Clua, 2004 en SCRFA; 44, Chesney & Filippo, 1994 en Collins et al., 2001; 45, Church, 1995 en Ebisawa, 2006; 46, Clarke & Privitera, 1995; 47, Claro & Lindeman, 2003; 48, Claro & Lindeman, 2008; 49, Claro et al., 1989 en McBride & Johnson, 2007; 50, Claro, 1981c en Claro & Lindeman, 2008; 51, Claro, 1982 en Figuerola et al., 1997; 52, Claro, 1983a en Claro & Lindeman, 2008; 53, Claro, 1983c en Claro & Lindeman, 2008; 54, Coleman et al., 1996; 55, Colin & Bell, 1991; 56, Colin & Clavijo, 1988; 57, Colin 1989 en Fishbase; 58, Colin et al., 1987; 59, Colin, 1982 en Sedberry et al., 2004; 60, Colin, 1990 en Bullock et al., 1992; 61, Colin, 1992; 62, Colin, 1994; 63, Colin, 2010; 64, Collette & Nauen 1983 en Fishbase; 65, Collins & Finucane, 1989 en Cummings, 2004; 66, Collins et al., 1986 en Claro & Lindeman, 2008; 67, Collins et al., 1996 en Claro & Lindeman, 2008; 68, Collins et al., 2001; 69, Crabtree & Bullock, 1998; 70, Crabtree et al 2002 en Fishbase; 71, Crossland 1981 en Fishbase; 72, Cushion, 2010; 73, Davis, 1976 en Lindholm et al., 2006; 74, Daw 2004 en Russell et al., 2008; 75, De La Gandara & García-Gómez, 2004; 76, Doherty et al., 1994; 77, Doi & Singhagraiwan, 1993 en Ming-Yih et al., 2003; 78, Domeier & Colin, 1997; 79, Domeier & Colin, 1997 en Sadovy & Eklund, 1999; 80, Domeier et al., 1996 en Claro & Lindeman, 2008; 81, Druzhinin 1976 en Fishbase; 82, Dubovitsky 1974 en Fishbase; 83, Ebisawa, 2006; 84, Emata et al., 1994 en Ming-Yih et al., 2003; 85, en Claro & Lindeman, 2008; 86, en Sadovy & Eklund, 1999; 87, en Shih et al., 2009; 88, Erdman, 1956 en Colin et al., 1987; 89, Erdman, 1956 en Shaw & Drullinger, 1990; 90, Erdman, 1976 en Grimes, 1987; 91, Erdman, 1976 en Sadovy & Eklund, 1999; 92, Erhardt, 1977 en Grimes, 1987; 93, Ferreira, 1993 en Russell, 2001; 94, Ferreira, 1993 en Russell, 2001; 95, Ferreira-Teixeira et al., 2004; 96, Ferrel & Morrison 1993 en Fishbase; 97, Figuerola et al., 1997; 98, Figuerola et al., 1998 en Cummings, 2004; 99, Finucane et al., 1986; 100, Fitzhugh et al., 2009; 101, Francis, 1994; 102, Frisch et al., 2006; 103, Futch & Bruger, 1976 en Grimes, 1987; 104, García-Cagide & García, 1996 en Renán et al., 2001; 105, García-Cagide 1994 en Fishbase; 106, García-Cagide and García 1996 en Cushion, 2010; 107, García-Cagide et al 1994 en Fishbase; 108, García-Cagide et al. 1994 en Cummings, 2007; 109, García-Cagide et al., 1994 en Claro & Lindeman, 2008; 110, García-Cagide et al., 1994 en Fishbase; 111, García-Cagide et al., 1999 en Claro & Lindeman, 2008; 112, García-Cagide et al., 2001 en Graham & Castellanos, 2005; 113, García-Moliner Basora 1986 en Fishbase; 114, Gerhardinger et al., 2006; 115, Gilmore & Jones, 1992; 116, Giménez-Hurtado et al., 2003; 117, Goeden, 1978 en Thresher, 1984; 118, Gómez et al., 2001; 119, González-Y-De-La-Rosa & Ré-Regis, 2001; 120, Goodwin & Funicane, 1985 en Shaw & Drullinger, 1990; 121, Gorduño & López, 1985 en Claro & Lindeman, 2008; 122, Graham & Castellanos, 2005; 123, Graham et al., 2008; 124, Grandcourt et al., 2007; 125, Grimes et al., 1977 en Grimes, 1987; 126, Grimes et al., 1990; 127, Guerra & Bashirullah, 1975 en Claro & Lindeman, 2008; 128, Guitart & Juárez, 1966 en Aguilar-Perera, 1994; 129, Gundermann et al., 1983; 130, Hamilton & Kama 2004 en Samoilys et al., 2008; 131, Hamilton et al., 2004; 132, Hamilton, 1988 en SCRFA; 133, Hamilton, 2005; 134, Harris et al., 2002; 135, Harris, 2004; 136, Hasse et al., 1977 en Hoque et al., 1999; 137, Hayse 1990 en Fishbase; 138, Heemstra and Randall 1993 en Cummings, 2007; 139, Helfrich & Allen 1975 en Thresher 1984; 140, Heyman & Kjerfve, 2008; 141, Heyman & Requena, 2002; 142, Heyman & Requena, 2003; 143, Heyman et al., 2005; 144, Heyman, 2001; 145, Hoque et al., 1998 en Hoque et al., 1999; 146, Hoque et al., 1999; 147, Inagami et al., 2007; 148, Ivo, 1972 en Finucane et al., 1986; 149, J. Gibson en Johannes, 1978; 150, J. Pet & A. H. Muljadi en Colin, 2010; 151, Jagadis et al., 2007; 152, Jeyaseelan 1998 en Fishbase; 153, Johannes & Squire, 1988 en Russell, 2001; 154, Johannes 1981 en Thresher 1984; 155, Johannes 1989 en Johannes et al., 1999; 156, Johannes et al., 1994; 157, Johannes et al., 1999; 158, Johannes, 1978; 159, Johannes, 1981 en Russell, 2001; 160, Johannes, 1988 en Russell, 2001; 161, Juncker, 2007; 162, Kadison et al., 2006; 163, Kadison et al., 2009 en Cushion, 2010; 164, Kikkawa & Everson, 1984 en Cayetano & Honebrink, 2000; 165, Koenig & Coleman, 2009; 166, Kulmiye et al., 2002; 167, Lam, 1974 en Al-Ghais, 1993; 168, Leba, 2008; 169, Lee et al., 2002; 170, Leis & Bray, 1995; 171, Lewis et al 1983 en Fishbase; 172, Lim et al., 1990 en Johannes et al., 1994; 173, Lin en Ming-Yih et al., 2003; 174, Lindeman, 1997 en Claro & Lindeman, 2008; 175, Liubimova & Capote 1971 en Fishbase; 176, Lorenzo, 1985 en Claro & Lindeman, 2008; 177, Loubens, 1980; 178, Loubens, 1980 en Rhodes & Sadovy, 2002; 179, Loubens, 1980 en Shapiro, 1987; 180, Luckhurst et al., 2000; 181, Luckhurst et al., 2006; 182, M. K. Nisbet en Tucker et al., 1993; 183, Manacop, 1937 en Johannes, 1978; 184, Manday & Fernandez, 1966 en Tucker et al., 1993; 185, Manickchand-Dass, 1987 en Figuerola et al., 1997; 186, Mann et al., 2009; 187, Manooch & Haimovici, 1978 en Shapiro, 1987; 188, Mapleston et al., 2009; 189, Marino et al., 1995

Clave	Especie	DPD Meses	TPD Mín °C	TPD Max °C	TPD Prom °C	DLIAD Día lunar	DADT Días	PDD Categoría	Referencias
		en Cayetano & Honebrink, 2000; 190, MARMAP en Sedberry et al., 2004; 191, Matheson et al., 1984 en Shapiro, 1987; 192, Matheson et al., 1986 en Bullock et al., 1992; 193, Matos-Caraballo et al., 2006; 194, Matos-Caraballo, 2002 en Claro & Lindeman, 2008; 195, McBride & Johnson, 2007; 196, McBride et al., 2008; 197, McErlean, 1963 en Shapiro, 1987; 198, McGovern et al., 1998; 199, McKenney et al., 1958 en Shaw & Drullinger, 1990; 200, McPherson et al 1988 en Fishbase; 201, Medina-Quej et al. 2004 en Sosa-Cordero et al., 2009; 202, Méndez, 1989 en Figuerola et al., 1997; 203, Ming-Yih et al., 2003; 204, Moe, 1969 en Shapiro, 1987; 205, Morley, 2010; 206, Morrison-Cassie, 1956; 207, Moseley, 1966 en Grimes, 1987; 208, Munro et al 1973 en Thresher 1984; 209, Munro et al., 1973 en Grimes, 1987; 210, Munro et al., 1973 en Shapiro, 1987; 211, Munro et al., 1975 citing Erdman, 1956 en Cummings, 2007; 212, Myers 1999 en Fishbase; 213, Myers 1999 en Froese & Pauly, 2009; 214, Naranjo, 1956 en Claro & Lindeman, 2008; 215, Nemeth 2004 en Cummings, 2007; 216, Nemeth et al., 2006; 217, Nemeth et al., 2007; 218, Nemeth, 2004 en Cummings, 2007; 219, Nzioka, 1979 en Robinson et al., 2008; 220, Olaechea & Quintana, 1975 en Claro & Lindeman, 2008; 221, Olsen & LaPlace, 1978 en Colin et al., 1987; 222, Olsen & LaPlace, 1979 en Thresher, 1984; 223, Papanikos et al., 2008; 224, Passfield, 1996 en Rhodes & Sadovy, 2002; 225, Paz & Grimshaw, 2001; 226, Pears et al., 2006; 227, Pears et al., 2007; 228, Perera & Cordero en prensa en Tucker et al., 1993; 229, Pet & Muljadi, 2001; 230, Pet et al., 2005; 231, Pet et al., 2006; 232, Piedra, 1965 en Grimes, 1987; 233, Piedra, 1969 en Cummings, 2004; 234, Pinkard & Shenker, 2001 en Cummings, 2004; 235, Pollock 1982 en Fishbase; 236, Pollock, 1984; 237, Popper & Gunderman 1976 en Thresher 1984; 238, Popper et al., 1976; 239, Popper et al., 1976 en Johannes, 1978; 240, R. E. Johannes & L. Squire en Colin, 2010; 241, Randall & Brock, 1960 en Thresher, 1984; 242, Randall en Colin et al., 1987; 243, Renán et al., 2001; 244, Render, 1995 en Claro & Lindeman, 2008; 245, Reshetnikov & Claro 1979, en Thresher, 1984; 246, Rhodes & Sadovy, 2002; 247, Rhodes & Sadovy, 2002 en Hamilton et al., 2004; 248, Rhodes & Tupper, 2007; 249, Rhodes, 2003; 250, Rielinger, 1999 en Cummings, 2007; 251, Robinson et al., 2004; 252, Robinson et al., 2004 y 2007 en Robinson et al., 2008; 253, Robinson et al., 2007 en Robinson et al., 2008; 254, Robinson et al., 2008; 255, Rocha et al., 2008; 256, Rodríguez-Pino, 1962 en Grimes, 1987; 257, Roughley 1966 en Fishbase; 258, Russell, 2004; 259, Sabetian, 2003; 260, Sadovy & Colin 1995 en Cushion, 2010; 261, Sadovy & Eklund, 1999; 262, Sadovy & Liu, 2004; 263, Sadovy 1998 en Fishbase; 264, Sadovy et al., 1994; 265, Sadovy, 1993; 266, Sadovy, 2007; 267, Saimoilys & Squire, 1994; 268, Sala et al., 2001; 269, Saimoilys et al., en Robinson et al., 2008; 270, Saimoilys, 1997; 271, Schroeder, 1924 en Bullock et al., 1992; 272, Scott et al., 1993; 273, Sedberry et al., 2006; 274, Shaw & Drullinger, 1990; 275, Shiraishi et al., 2010; 276, Shpigel, 1985 en Shapiro, 1987; 277, Singhagraiwan & Doi, 1993 en Ming-Yih et al., 2003; 278, Sluka, 2000; 279, Smith, 1907 en Thresher 1984; 280, Smith, 1971, Burnett-Herkes, 1975 en Tucker et al., 1993; 281, Smith, 1972 en Colin et al., 1987; 282, Soh & Lam, 1973 en Takemura et al., 2004; 283, Soh 1976 en Fishbase; 284, Sosa Cordero et al., en Sosa-Cordero et al., 2009; 285, Sosa-Cordero & Cárdenas-Vidal 1996 en Sosa-Cordero et al., 2009; 286, Sosa-Cordero et al., 2009; 287, Soyano et al., 2003; 288, Squire, 2001 en Hamilton et al., 2004; 289, Starck & Schroeder, 1970; Reshetnikov & Claro, 1976 en Thresher, 1984; 290, Starck & Shroeder, 1970 en Grimes, 1987; 291, Starr et al., 2007; 292, Subrahmanyam 1964 en Shaw & Drullinger, 1990; 293, Sumpton & Brown, 2004 en Ebisawa, 2006; 294, Talbot, 1960 en Grimes, 1987; 295, Tamelander et al., 2008; 296, Taylor & McMichael 1983 en Cummings, 2007; 297, Teixeira et al., 2010; 298, Thompson & Munro, 1973 en Cummings, 2004; 299, Thompson & Munro, 1974, 1983 en Grimes, 1987; 300, Thompson & Munro, 1978 en Shapiro, 1987; 301, Thompson & Munro, 1983 en Claro & Lindeman, 2008; 302, Thompson & Munro, 1983 en Colin et al., 1987; 303, Thompson, 1944 en Colin et al., 1987; 304, Thresher, 1984; 305, Torres-Lara et al., 1990; 306, Tseng & Shan, 1982 en Takemura et al., 2004; 307, Tucker 1989 en Fishbase; 308, Tucker et al., 1993; 309, Tuz-Sulub et al., 2006 en Cummings, 2007; 310, Venkataramani & Jayakumar, ____; 311, Vijay-Anand & Pillai, 2002; 312, Wahbeh 1992 en Fishbase; 313, Wakefield, 2006; 314, Walker, 1975 en Ebisawa, 2006; 315, Wase D. en Rhodes & Sadovy, 2002; 316, Wassef & Bawazeer, 1992; 317, Wells & Rooker 2004 en Fishbase; 318, Whylen et al., 2004; 319, Whylen et al., 2007; 320, Wheeler & Ommannney, 1953 en Robinson et al., 2004; 321, White & Palmer, 2004; 322, Whiteman et al., 2005; 323, Wicklund, 1969 en Thresher 1984; 324, Williams et al., 2008; 325, Yamaguchi et al., 2011; 326, Yang Sim, 2007; 327, Zeller, 1997 en Russell, 2001; 328, Zeller, 1998; .							

7.3.1 Periodo de desove

La duración del periodo de desove (DPD) de las especies que presentan ADTs osciló de uno a doce meses. La media global y por océanos de la DPD varió alrededor de cuatro meses, mientras que la moda estuvo constante en tres meses (Fig. 7.7). El 87% de los datos indicaron una DPD de uno a seis meses.

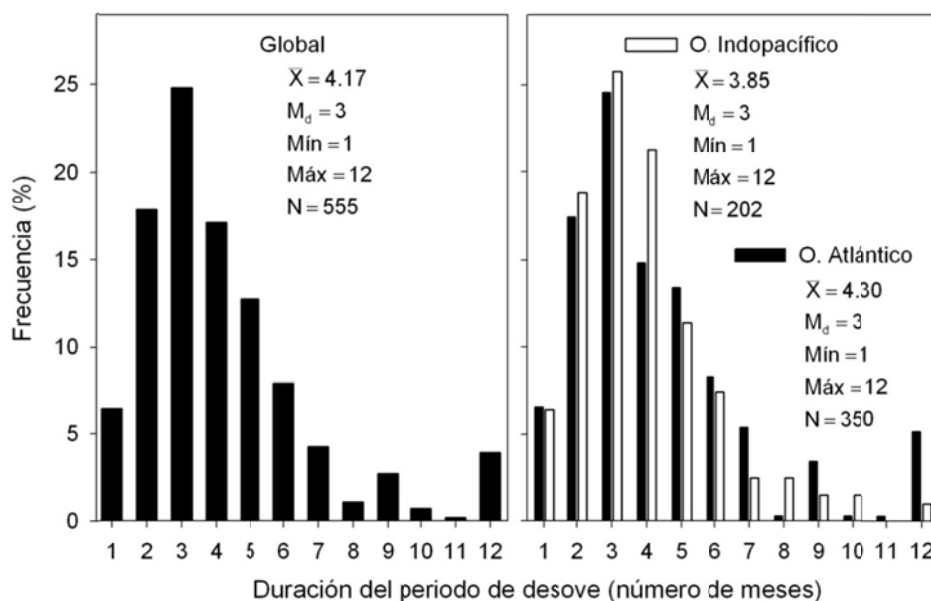


Figura 7.7. Histogramas de la duración del periodo de desove (DPD) en número de meses.

La DPD se exploró a partir de los datos de 67 agrupadores transitorios, que representaron áreas del Mar Mediterráneo, Estados Unidos, Bermudas, Golfo de México, Bahamas, Cuba, Mar Caribe Mexicano, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Belice, Antillas Neerlandesas, Colombia, Venezuela, Trinidad y Tabago, Brasil e Ascensión en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, Mar de China, Jordania, Egipto, Golfo de Arabia, Taiwán, China, Mar Rojo, Hawaii, Islas Marianas, Filipinas, Tailandia, Islas Marshall, India, Golfo de Mannar, Micronesia, Malasia, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Kenya, Este de África, Seychelles, Islas Salomón, Australia, Estrecho de Torres, Fiji, Polinesia Francesa, Nueva Caledonia, Mauricio, Islas Cook y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

7.3.1.1 Latitud

La DPD de entre uno y seis meses estuvo representada en todo el intervalo latitudinal (-40° a 40° Lat). La DPD de entre siete y nueve meses se observó entre los -10° a los 30° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -30° a 24° Lat en el Océano Indopacífico. La DPD entre diez y doce meses se observó entre los -5° y 30° Lat en el Océano Atlántico, y entre los 7° y 17° Lat en el Océano Atlántico (Fig. 7.8).

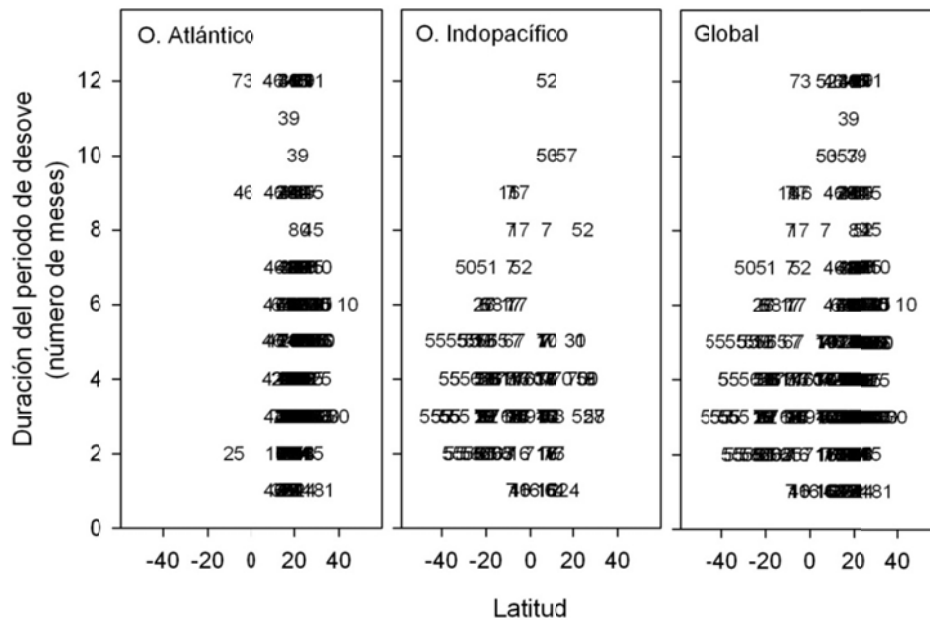


Figura 7.8. Disposición latitudinal de la duración del periodo de desove (DPD) en número de meses, por océanos.

La R de Spearman indica que las mayores DPD correspondieron significativamente a mayores latitudes en el Hemisferio Norte ($R = 0.1946$, $p < 0.001$). El MLG resultó con una discrepancia significativa entre los datos observados y los calculados ($D_e = 696.45$, $p < 0.001$) y el parámetro b_1 no fue significativo pero fue positivo ($b_1 = 0.01$, Wald = 2.1618, $p = 0.1414$), de manera consistente con la R de Spearman (Tabla 7.5).

Por otra parte el MLG presentó un buen ajuste con los datos del Hemisferio Sur (Tabla 7.5), con el parámetro b_1 positivo pero no significativo ($b_1 = 0.01$, Wald =

0.1661, $p = 0.6836$). Asimismo la R de Spearman no fue significativa pero fue positiva ($R = 0.1074$, $p = 0.1791$).

Tabla 7.5. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la latitud, en el Hemisferio Norte y en el Hemisferio Sur.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Poisson (-1142.62)	Poisson (-342.39)
Función de enlace	$\eta = \log(DPD)$	$\eta = \log(DPD)$
Ordenada al origen (b_0)	1.3053*	1.6139*
Latitud (b_1)	0.0077	0.0115
Devianza nula (D_{nl})	-1068.78	-338.58
Devianza residual (D_r)	696.45	167.84
Devianza escalada (D_e)	696.45	167.84
p	<0.001	0.2445*
R de Spearman		
N	498	158
R	0.1946	0.1074
t_{N-2}	4.4179	1.3495
p	<0.001*	0.1791

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica un buen ajuste y parámetros significativos en los MLG y una correlación diferente de cero en la R de Spearman; Poisson, distribución de Poisson.

Los resultados mostraron solo indicios de una relación positiva de la latitud-DPD en ambos hemisferios (Tabla 7.5). Es decir las tendencias de la DPD con respecto a la latitud carecieron de un soporte estadístico contundente en ambos hemisferios, esto debido a la variabilidad.

La figura 7.9 muestra como los datos tienden a concentrarse hacia latitudes más norteñas en el Hemisferio Norte. También se observa como las mayores DPD están cercanas al Ecuador en el Hemisferio Sur, y como los datos se encuentran dispersos carentes de notables concentraciones.

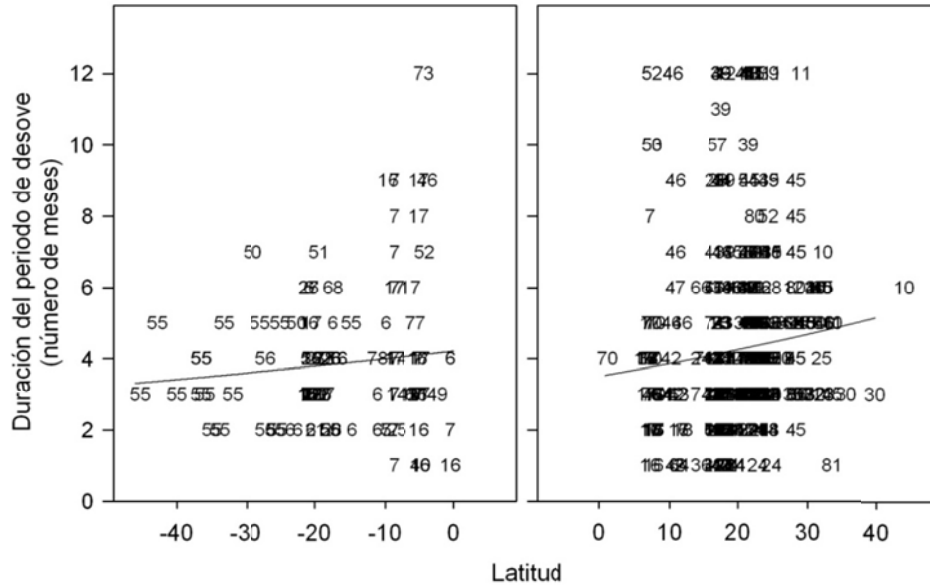


Figura 7.9. Disposición latitudinal de la duración del periodo de desove en número de meses, por hemisferios. La línea trazada corresponde a los MLG ajustados (Tabla 7.5).

7.3.1.2 Latitud por especies

La DPD se relacionó con la latitud en dos *Plectropomus* spp, cuatro *Mycteroperca* spp y ocho *Epinephelus* spp, de manera individual (Fig. 7.10). Los datos representaron áreas del sureste de Estados Unidos, el Golfo de México, el Mar Caribe Mexicano, Bahamas, Cuba, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Jamaica, Belice, Antillas Neerlandesas, Colombia, Ascensión y Brasil en el Océano Atlántico; y de Japón, Islas Marshall, Golfo de Mannar, Micronesia, Malasia, Indonesia, Kenya, Seychelles, Islas Salomón, Estrecho de Torres, Australia, Fiji, Polinesia Francesa, Nueva Caledonia e Islas Cook en el Océano Indopacífico.

La dispersión de la DPD con respecto a la latitud mostró concentraciones de puntos entre los 10° y 35° Lat en las especies del Océano Atlántico (*M. phenax*, *M. bonaci*, *M. venenosa*, *M. tigris*, *E. itajara*, *E. guttatus*, *E. striatus* y *E. adscensionis*) y una especie del Indopacífico (*E. merra*), cuyos valores van de uno a doce meses. Las correlaciones de la latitud-DPD fueron negativas en dos casos y fueron positivas en siete casos, y ninguna fue estadísticamente diferente de una correlación cero, en dichas latitudes (Fig. 7.10).

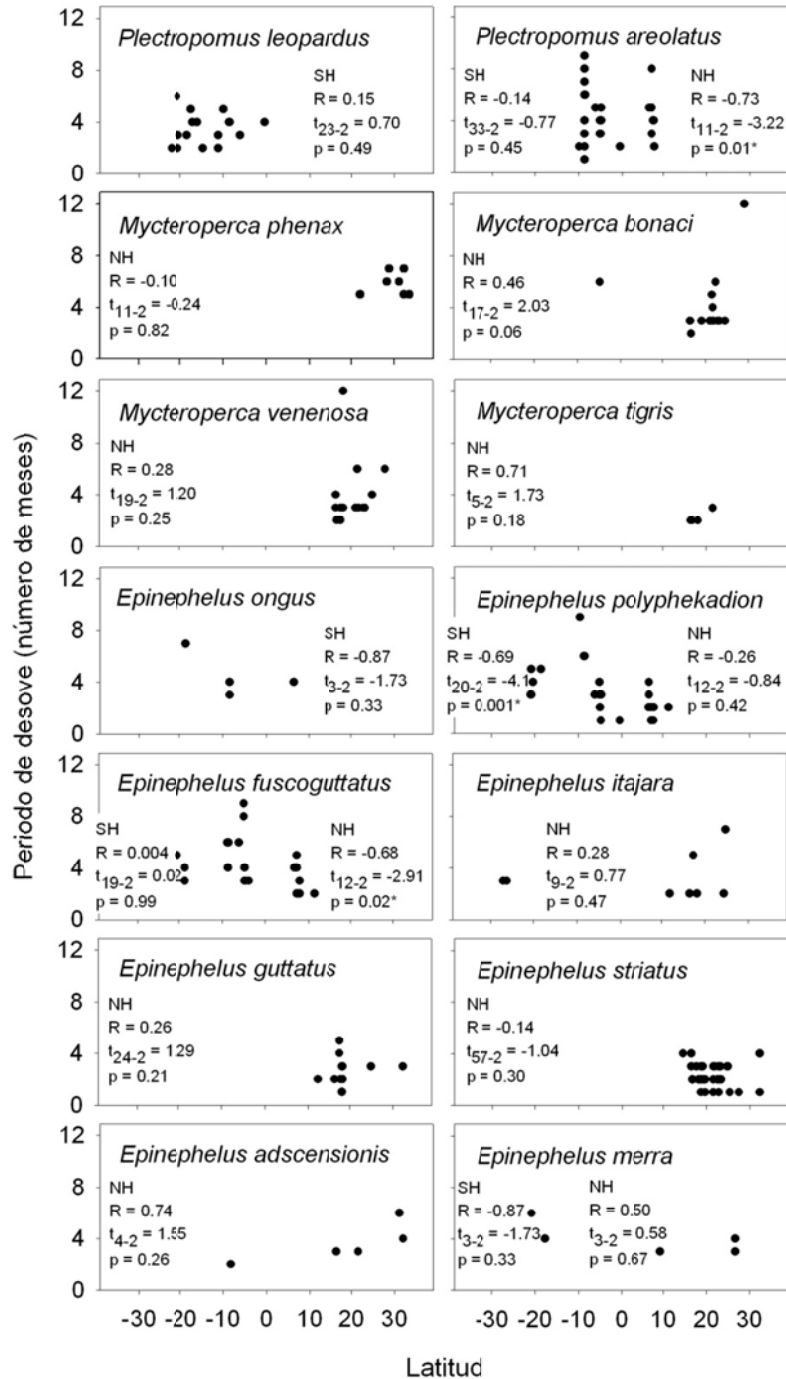


Figura 7.10. Dispersión de la duración del periodo de desove (DPD) con respecto a la latitud y el coeficiente de correlación de Spearman (R) por hemisferios (SH, sur; NH, norte), en algunas especies de la familia Epinephelidae.

El resto de las especies mostradas en la Figura 7.10 son del Océano Indopacífico (*P. leopardus*, *P. areolatus*, *E. ongus*, *E. polyphekadion* y *E.*

fuscoguttatus). Los puntos de la latitud-DPD se observaron dispersos bajo los 10° Lat con valores de uno a nueve meses. Las correlaciones de la latitud-DPD fueron negativas en los puntos distribuidos en el Hemisferio Norte, entre los 0° y 10° Lat, y fueron estadísticamente significativas en *P. areolatus* (R de Spearman = -0.73) y en *P. fuscoguttatus* (R de Spearman = -0.68), indicando que las menores DPD se presentaron en altas latitudes.

Mientras que las correlaciones de la latitud-DPD fueron negativas y positivas en el Hemisferio Sur (entre -25° Lat y 0° Lat), y fue estadísticamente significativa en *E. polyphkadion* (R de Spearman = -0.69), indicando que la DPD fue mayor en latitudes más sureñas (Fig. 7.10).

La correlación de la latitud-DPD de todas las especies no fue estadísticamente significativa en el Hemisferio Norte (R de Spearman = 0.11, $t_{179} = 1.54$, $p = 0.13$), ni en el Hemisferio Sur (R de Spearman = -0.11, $t_{103} = -1.1$, $p = 0.28$).

7.3.1.3 Temperatura

La temperatura superficial del mar del periodo de desove (TPD) de los agrupadores transitorios varió entre 11.50°C y 31.10°C, de acuerdo con la información global.

El promedio de la TPD promedio durante la época de desove fue cercana a los 27°C a nivel global y por océanos. La moda tuvo una diferencia de 1.4°C entre los océanos, siendo mayor en el Océano Indopacífico. El promedio de la TPD mínima fue cercana a los 26°C a nivel global y por océanos. La moda mostró una diferencia de 1.2°C entre los océanos, siendo mayor en el Océano Indopacífico. El promedio de la TPD máxima fue cercana a los 28°C, global y por océanos. La moda presentó una diferencia de 0.3°C, siendo mayor en el Océano Atlántico (Fig. 7.11).

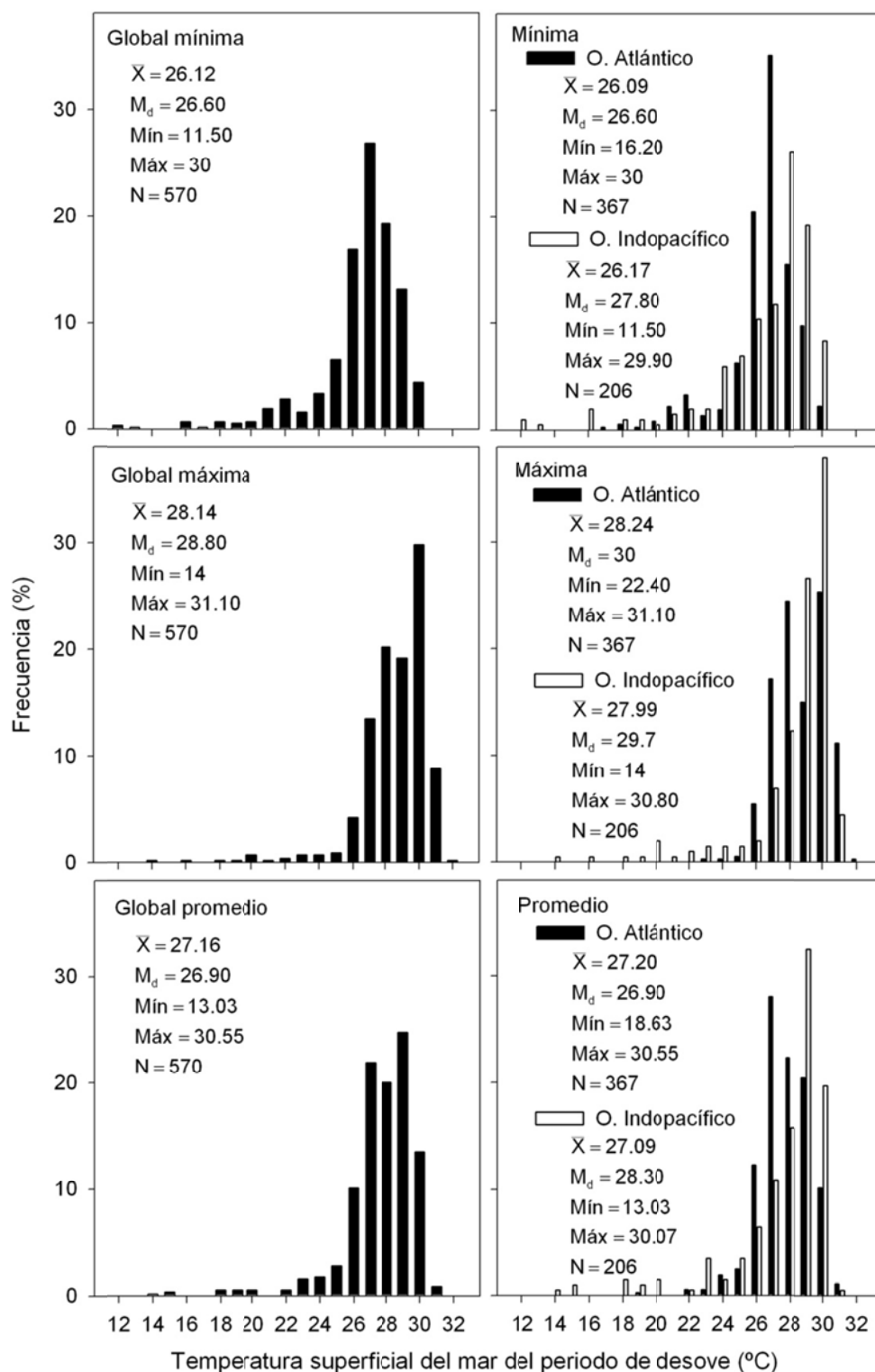


Figura 7.11. Histogramas de la temperatura superficial del mar mínima, máxima y promedio del periodo de desove.

La dispersión de la DPD con respecto a la TPD mostró que las DPD de entre uno y seis meses se encuentran asociadas a una TPD mínima que va de los 11°C a los 30°C, a una TPD máxima entre los 14°C a los 32°C y a una TPD promedio de entre los 13°C y los 31°C (Fig. 7.12).

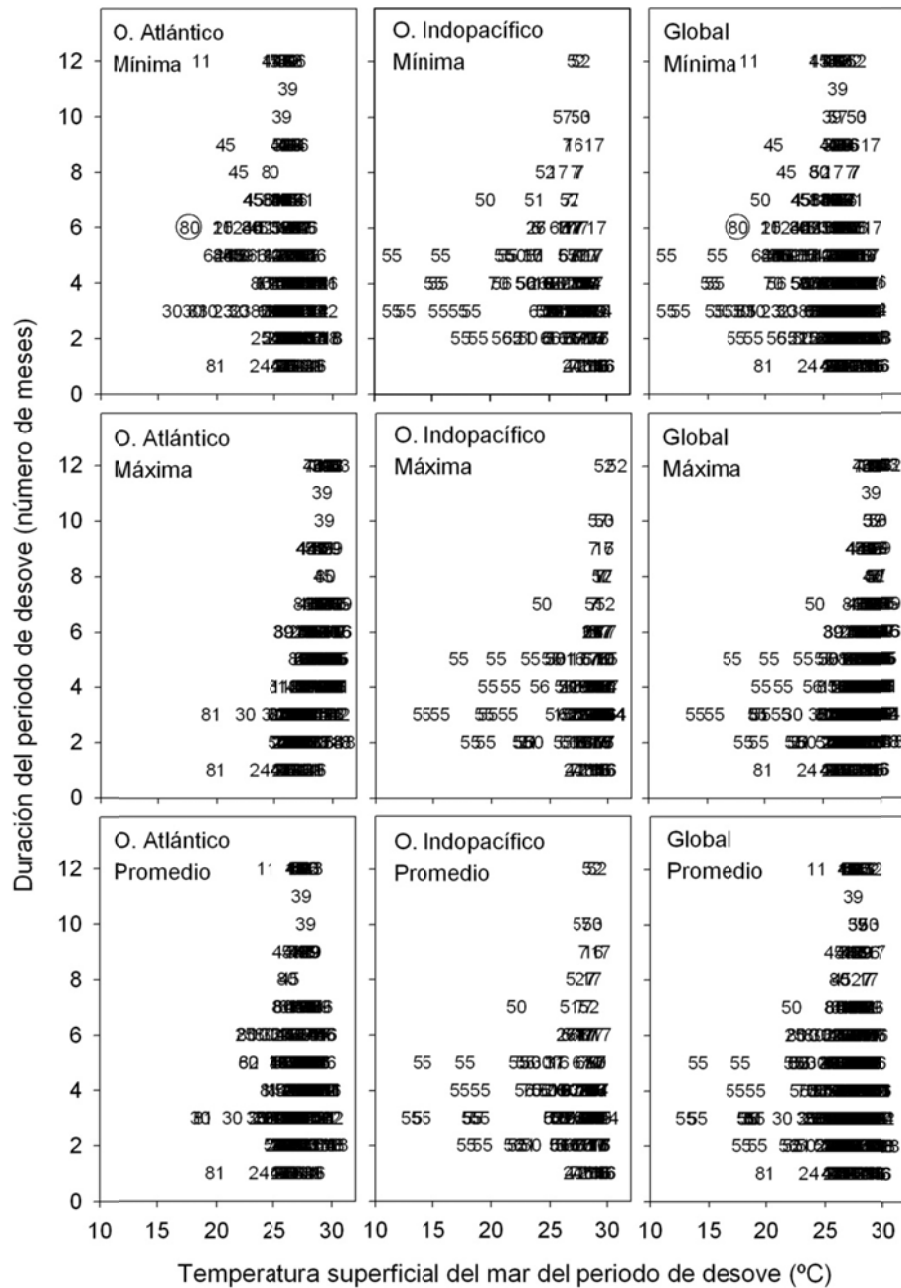


Figura 7.12. Distribución de la duración del periodo de desove en número de meses, con respecto al promedio la temperatura superficial de mar. Los círculos señalan a las especies testigo visibles.

Las DPD de entre siete y nueve meses corresponden a un intervalo de TPD mínima de 17°C a 19°C, de TPD máxima de 24°C a 31°C y de TPD promedio de 22°C a 30°C. Mientras que las DPD de entre diez y doce meses se asociaron a intervalos de TPD mínima de entre 18°C y 28°C, una TPD máxima de entre 26°C y 32°C y una TPD promedio de entre 24°C y 30°C. Las temperaturas menores que 20°C estuvieron asociadas a valores bajos de DPD, de donde sobresalió *P. auratus* (Sp. 55), cuyos valores de DPD se registraron de las latitudes más sureñas, menores que -20° Lat (Fig. 7.12).

Los resultados mostraron relaciones positivas de la TPD-DPD, excepto en el Hemisferio Norte en la relación TPD mínima-DPD, misma que fue negativa. La R de Spearman indicó que las mayores DPD corresponden a las menores TPD mínima en el Hemisferio Norte ($R = -0.2348$, $p < 0.001$), mientras que el MLG mostró un mal ajuste pero su b_1 fue significativa ($b_1 = -0.05$, Wald = 29.4658, $p < 0.001$) (Tabla 7.6).

Tabla 7.6. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la temperatura mínima del periodo de desove, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Poisson (-996.85)	Poisson (-302.09)
Función de enlace	$\eta = \log(DPD)$	$\eta = \log(DPD)$
Ordenada al origen (b_0)	2.7621	1.3424*
Temperatura mínima (b_1)	-0.0509*	0.0029
Devianza nula (D_{nl})	-881.78*	-213.46
Devianza residual (D_r)	574.26	128.36
Devianza escalada	574.26	128.36
p	<0.001	0.8638*
R de Spearman		
N	440	149
R	-0.2348	0.0858
t_{N-2}	-5.0547	-1.0447
p	<0.001*	0.2979

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica un buen ajuste y parámetros significativos en los MLG y una correlación diferente de cero en la R de Spearman; Poisson, distribución de Poisson.

El MLG presentó un buen ajuste en el Hemisferio Sur, dando un indicio de que las mayores DPD se encuentran asociadas a las mayores TPD mínima, sin embargo

la b_1 no fue significativa ($b_1 = 0.003$, Wald = 0.0622, $p = 0.8031$). Asimismo la R de Spearman también dio indicios de una tendencia positiva de la DPD con respecto a la TPD mínima, pero tampoco fue estadísticamente significativa (Tabla 7.6).

Las relaciones TPD máxima-DPD en el Hemisferio Norte y en el Hemisferio Sur presentaron un buen ajuste a través de los MLGs, sugiriendo que las mayores DPD están estadísticamente asociadas a las mayores TPD máxima (Tabla 7.7). Pero la tendencia b_1 fue significativa en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.19$, Wald = 127.61, $p < 0.001$), pero no en el Hemisferio Sur (Wald = 3.5684, $p = 0.0589$); aunque en el Hemisferio Sur existe la posibilidad de un error tipo II, debido a que la probabilidad fue muy cercana a 0.05. Esta misma tendencia fue apoyada por la R de Spearman, siendo significativa en el Hemisferio Norte ($R = 0.4821$, $p < 0.001$) pero no en el Hemisferio Sur.

Tabla 7.7. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la temperatura máxima del periodo de desove, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Poisson (-996.85)	Poisson (-302.09)
Función de enlace	$\eta = \log(DPD)$	$\eta = \log(DPD)$
Ordenada al origen (b_0)	-4.0203*	0.6830
Temperatura máxima (b_1)	0.1905*	0.0268
Devianza nula (D_{nl})	-828.38	-211.61
Devianza residual (D_r)	467.47	124.66
Devianza escalada	467.47	124.66
p	0.1595*	0.9092*
R de Spearman		
N	440	149
R	0.4821	0.1574
t_{N-2}	11.5155	1.9323
p	<0.001*	0.0552

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica un buen ajuste y parámetros significativos en los MLG y una correlación diferente de cero en la R de Spearman; Poisson, distribución de Poisson.

Consistentemente los MLGs y la R de Spearman dieron indicios de una tendencia positiva entre la DPD y la TPD promedio, sugiriendo que las mayores DPD corresponden a las mayores TPD promedio (Tabla 7.8). El MLG presentó un mal

ajuste en el Hemisferio Norte y su b_1 fue positiva pero no significativa ($b_1 = 0.03$, Wald = 2.84, $p = 0.09$) con una probabilidad muy cercana a 0.05. Mientras que el MLG presentó un buen ajuste en el Hemisferio Sur y su b_1 también fue positiva pero tampoco fue significativa ($b_1 = 0.02$, Wald = 1.3817, $p = 0.2398$). La R de Spearman también fue positiva en ambos hemisferios, indicando la misma tendencia, sin embargo solo fue significativa en el Hemisferio Norte (Tabla 7.8).

Tabla 7.8. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la temperatura promedio del periodo de desove, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Poisson (-996.85)	Poisson (-302.09)
Función de enlace	$\eta = \log(DPD)$	$\eta = \log(DPD)$
Ordenada al origen (b_0)	0.7434	1.0123*
Temperatura promedio (b_1)	0.0254	0.0153
Devianza nula (D_{nl})	-894.22	-212.78
Devianza residual (D_r)	599.13	126.99
Devianza escalada	599.13	126.99
p	<0.001	0.8820*
R de Spearman		
N	440	149
R	0.1088	0.0288
t_{N-2}	2.2911	0.3491
p	0.0224*	0.7275

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica un buen ajuste y parámetros significativos en los MLG y una correlación diferente de cero en la R de Spearman; Poisson, distribución de Poisson.

Adicionalmente se exploró a la DPD en función de un conjunto de variables explicativas mediante los MLG y se obtuvo el modelo que mejor explicó la variación en la DPD en cada hemisferio (norte y sur). Las variables consideradas fueron la TPD mínima, la TPD máxima y la TPD promedio, la proporción transcurrida del año al momento del inicio de la época de desove (PIED), la latitud y la longitud. El MLG más compacto y que mejor describió la DPD en el Hemisferio Norte se integró por tres variables explicativas: la TPD máxima, la PIED y la TPD mínima (Tabla 7.9). El modelo mostró una relación positiva entre la DPD y la TPD máxima ($b_2 = 0.22$, Wald = 167.46, $p < 0.001$), y una relación negativa entre DPD con la PIED ($b_1 = -0.43$, Wald = 20.20, $p < 0.001$) y la TPD mínima ($b_3 = -0.08$, Wald = 73.32, $p < 0.001$). Lo

que sugiere que las mayores DPD están asociadas a las mayores TPD máxima, y a las menores PIED y TPD mínima.

El MLG más compacto y que mejor describió a la DPD en el Hemisferio Sur incluyó una sola variable predictiva, a la PIED con una relación negativa ($b_1 = -0.3792$, Wald = 5.7822, $p = 0.0162$) (Tabla 7.9). Lo que sugiere que la DPD es mayor cuando la época de desove inicia más temprano en el año.

Tabla 7.9. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración del periodo de desove (DPD) en función de la temperatura promedio del periodo de desove, en el Hemisferio Norte y Hemisferio Sur.

		Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG			
	Distribución teórica (Log V)	Poisson (-996.85)	Poisson (-302.09)
	Función de enlace	$\eta = \log(DPD)$	$\eta = \log(DPD)$
	Ordenada al origen (b_0)	-2.7004*	1.6565
	PIED (b_1)	-0.4271*	-0.3792
	Temperatura máxima (b_2)	0.2227*	-
	Temperatura mínima (b_3)	-0.0799*	-
	Devianza nula (D_{nl})	-776.42	-210.67
	Devianza residual (D_r)	363.54	122.77
	Devianza escalada	363.54	122.77
	p	0.9951*	0.9278*

MLG, modelo lineal generalizado; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica un buen ajuste y parámetros significativos en los MLG y una correlación diferente de cero en la R de Spearman; Poisson, distribución de Poisson.

7.3.1.4 Temperatura por especies

La DPD se relaciono con la TPD mínima, máxima y promedio en dos *Plectropomus* spp, cuatro *Mycteroperca* spp y ocho *Epinephelus* spp, de manera individual (Tabla 7.10). Los datos representaron áreas del sureste de Estados Unidos, el Golfo de México, el Mar Caribe Mexicano, Bahamas, Cuba, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Jamaica, Belice, Antillas Neerlandesas, Colombia, Ascensión y Brasil en el Océano Atlántico; y de Japón, Islas Marshall, Golfo de Mannar, Micronesia, Malasia, Indonesia, Kenya, Seychelles, Islas Salomón, Estrecho de Torres, el Arrecife de la Gran Barrera, Australia, Fiji, Polinesia Francesa, Nueva Caledonia e Islas Cook en el Océano Indopacífico.

La correlación entre la DPD y la TPD mínima fue negativa en todas las especies (Tabla 7.10), y fue significativa en *E. itajara* (R de Spearman = -0.71), *E. guttatus* (R de Spearman = -0.41), *P. areolatus* (R de Spearman = -0.51), *E. polyphkadion* (R de Spearman = -0.80) y *E. fuscoguttatus* (R de Spearman = -0.42). Lo que indica que los menores valores de la DPD corresponden a altos valores en la TPD mínima (Fig. 7.10).

Tabla 7.10. El coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) de las relaciones entre la duración del periodo de desove (DPD) con la temperatura superficial del mar mínima, máxima y promedio durante el periodo de desove (TPD), en algunas especies de la familia Epinephelidae.

Especies	N	TPD mínima - DPD			TPD máxima - DPD			TPD promedio - DPD		
		R	t _{N-2}	p	R	t _{N-2}	p	R	t _{N-2}	p
<i>Plectropomus leopardus</i>	23	-0.05	-0.22	0.83	0.14	0.63	0.53	0.03	0.14	0.89
<i>Plectropomus areolatus</i>	44	-0.51	-3.86	<0.01*	-0.02	-0.14	0.89	-0.32	-2.20	0.03*
<i>Mycteroperca phenax</i>	7	-0.36	-0.86	0.43	-0.41	-1.01	0.36	-0.21	-0.48	0.65
<i>Mycteroperca bonaci</i>	18	-0.28	-1.17	0.26	0.75	4.55	<0.01*	-0.13	-0.52	0.61
<i>Mycteroperca venenosa</i>	19	-0.23	-0.99	0.34	0.38	1.67	0.11	0.10	0.43	0.68
<i>Mycteroperca tigris</i>	5	-0.54	-1.12	0.34	0.35	0.65	0.56	0.00	0.00	1.00
<i>Epinephelus ongus</i>	4	-0.95	-4.24	0.05	-0.32	-0.47	0.68	-0.95	-4.24	0.05
<i>Epinephelus polyphkadion</i>	32	-0.80	-7.42	<0.01*	-0.33	-1.88	0.07	-0.69	-5.26	<0.01*
<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	31	-0.42	-2.47	0.02*	-0.02	-0.13	0.90	-0.27	-1.53	0.14
<i>Epinephelus itajara</i>	11	-0.71	-3.05	0.01*	-0.35	-1.14	0.28	-0.58	-2.11	0.06
<i>Epinephelus guttatus</i>	24	-0.41	-2.12	0.04*	0.41	2.09	0.04*	-0.21	-1.01	0.32
<i>Epinephelus striatus</i>	57	-0.01	-0.05	0.96	0.35	2.81	0.01*	0.16	1.20	0.24
<i>Epinephelus adscensionis</i>	5	-0.56	-1.18	0.32	0.29	0.52	0.64	-0.56	-1.18	0.32
<i>Epinephelus merra</i>	6	-0.06	-0.13	0.91	-0.11	-0.22	0.83	-0.19	-0.38	0.72

DPD, duración del periodo de desove; TPD, temperatura superficial del mar del periodo de desove; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2}, t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

Las correlaciones de la TPD máxima-DPD y TPD promedio-DPD fueron negativas en unos casos y positivas en otros. Las correlaciones de la TPD máxima-DPD solo fueron significativas en *M. bonaci* (R de Spearman = 0.75), *E. guttatus* (R de Spearman = 0.41) y *E. striatus* (R de Spearman = 0.35), indicando que los mayores valores de la DPD correspondieron a los más altos valores de la TPD

máxima (Tabla 7.10). Mientras que las correlaciones de la TPD promedio-DPD fueron estadísticamente significativas en *P. areolatus* (R de Spearman = -0.32) y *E. polyphkadion* (R de Spearman = -0.69), apoyando que los menores valores de la DPD se asociaron a los mayores valores de la TPD promedio.

La correlación de la DPD con la TPD mínima fue negativa y significativa en el Hemisferio Norte (R de Spearman = -0.23, $t_{179} = -3.10$, $p = 0.002$) y el Hemisferio Sur (R de Spearman = -0.22, $t_{103} = -2.30$, $p = 0.02$), considerando los datos de todas las especies. Mientras que la correlación de TPD máxima-DPD fue significativa en el Hemisferio Norte (R de Spearman = 0.35, $t_{179} = 5$, $p < 0.001$), pero no así en el Hemisferio Sur (R de Spearman = 0.05, $t_{103} = 0.54$, $p = 0.59$). Por su parte las correlaciones de la TPD promedio-DPD fueron insignificantes estadísticamente en ambos hemisferios (norte, R de Spearman = -0.06, $t_{179} = -0.74$, $p = 0.46$; sur, R de Spearman = -0.11, t_{103} , $p = 0.27$).

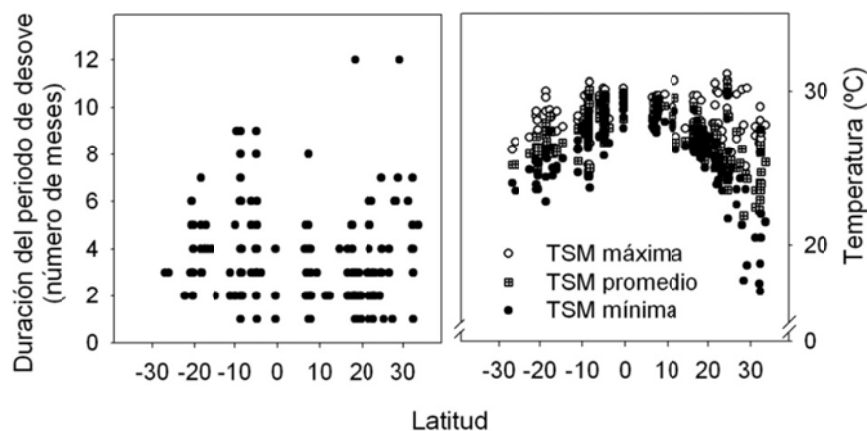


Figura 7.13. Dispersión de la duración del periodo de desove (DPD) y de la temperatura superficial del mar (TPD) mínima, máxima y promedio durante la época de desove con respecto a la latitud, de algunas especies de la familia Epinephelidae.

La figura 7.13 muestra la dispersión de los datos de DPD y la TPD en función de la latitud, correspondientes a todas las especies de la familia Epinephelidae consideradas en este apartado. La DPD que va de uno a seis meses se observó en

todo el intervalo de latitud (-30° a 35° Lat) y la mayoría de los periodos de desove mayores a seis meses fueron observados a menores latitudes que -4° Lat y mayores latitudes que 10° Lat.

7.3.1.5 Serie histórica y LOTI

La dispersión de la DPD en función del año de registro se concentran en los últimos 20 años, entre 1990 y 2010 (Fig. 7.14). La distribución de la DPD a través de los años carece de una tendencia.

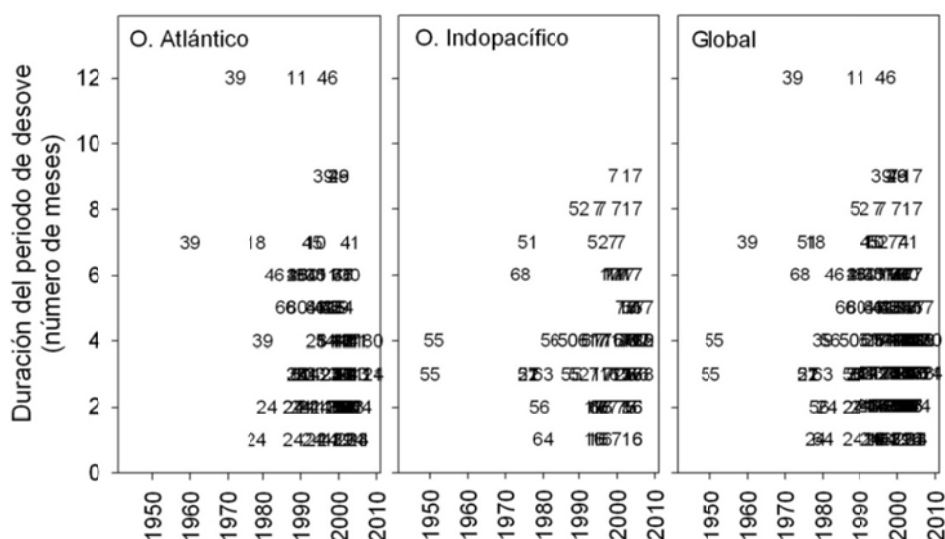


Figura 7.14. Disposición histórica de la duración del periodo de desove (DPD) de los agrupadores transitorios, en número de meses.

La variación histórica del promedio de la DPD estuvo falta de una tendencia clara en el océano en el Océano Atlántico y el Océano Indopacífico (Fig. 7.15). Mientras que la gráfica global mostró una tendencia sutil de disminución del promedio de la DPD a través de los últimos 20 años. El sobrepuesto del índice de temperatura tierra-océano (LOTI, Land Ocean Temperature Index) en la serie histórica de la DPD expuso fluctuaciones inversas entre ambas variables; en los incrementos del LOTI hubo una correspondiente disminución del promedio de la DPD

con ligeros desfases. Por su parte el LOTI mostró una marcada tendencia de incremento en los años representados (Fig. 7.15). La disminución histórica de la DPD se evaluó con base en los 14 años mejor representados en número de datos, conteniendo entre siete y 51 registros de la DPD de los agrupadores transitorios por año (Tabla 7.11, Fig. 7.15).

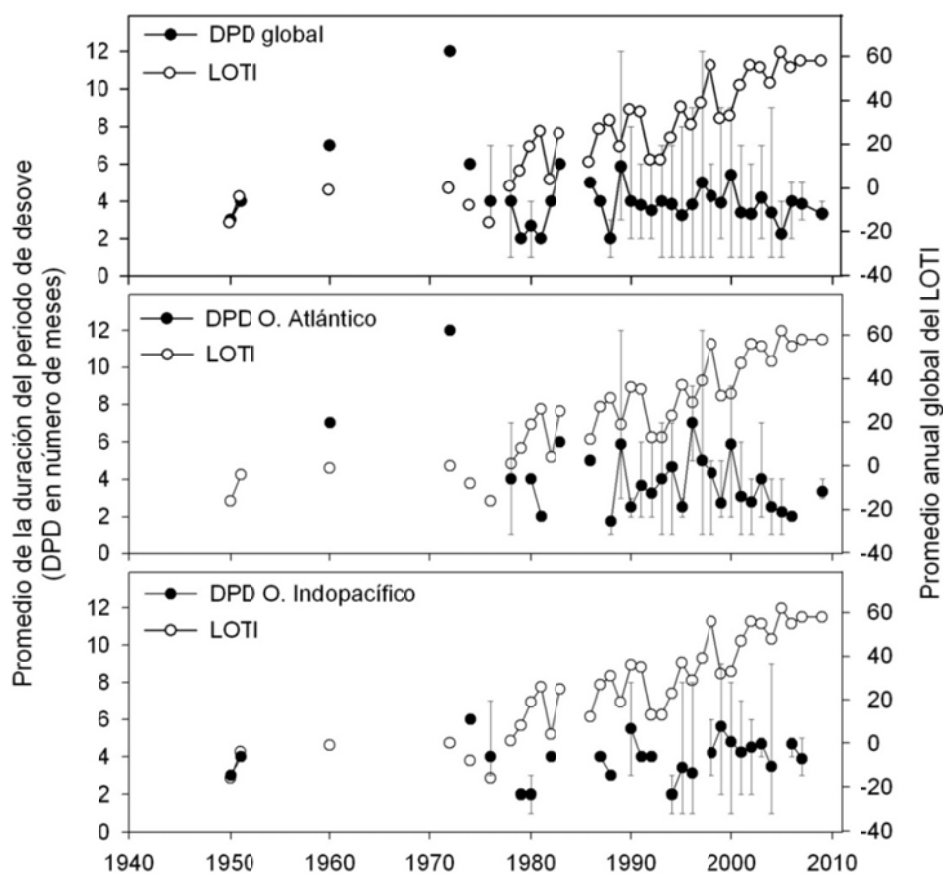


Figura 7.15. Tendencia histórica del promedio de la duración del periodo de desove y del promedio anual global del LOTI.

La correlación entre la VDPD (DPD máxima menos la DPD mínima anual) y el LOTI fue negativa y significativa, indicando una tendencia de disminución de la amplitud de los periodos reproductivos posiblemente influenciada por el incremento anual de la temperatura mundial (Tabla 7.11; Fig. 7.15). El resto de las correlaciones no presentaron significancia estadística (Tabla 7.11). Pero el sentido de las

correlaciones sugiere que el promedio de la DPD (R de Spearman = -0.2203), VTPD mínima (R de Spearman = -0.3671), VTPD promedio (R de Spearman = -0.3436), VTPD máxima (R de Spearman = -0.1356) y la VPIED (R de Spearman = -0.0579) tienden a disminuir con el incremento de LOTI; mientras que la TPD promedio (R de Spearman = 0.1432), la PIED (R de Spearman = 0.13) y la TPD mínima (R de Spearman = 0.0749) tienden a incrementarse (Tabla 7.11).

Los resultados mostraron indicios de que el incremento global anual de la temperatura está impactando negativamente a la duración de la época de desove de los agrupadores transitorios.

Tabla 7.11. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el LOTI con la disminución anual de la DPD, las temperaturas de la época de desove y la PIED.

Variable	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
DPD	14	-0.2203	-0.782	0.4492
VDPD	14	-0.6567	-3.016	0.0107*
TPD mínima	14	0.0749	0.260	0.7992
VTPD mínima	14	-0.3671	-1.367	0.1966
TPD máxima	14	-0.0066	-0.023	0.9821
VTPD máxima	14	-0.1356	-0.474	0.6439
TPD promedio	14	0.1432	0.501	0.6253
VTPD promedio	14	-0.3436	-1.267	0.2290
PIED	14	0.1300	0.454	0.6579
VPIED	14	-0.0579	-0.201	0.8440

DPD, duración del periodo de desove; VDPD, variación de la DPD; TPD, temperatura del periodo de desove; VTPD, variación de la TPD; PIED, proporción transcurrida del año al momento del inicio de la época de desove; VPIED, variación del PIED; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

7.3.1.6 Modelado conceptual

La exploración sobre la DPD mostró que el número de meses que los agrupadores transitorios desovan durante un año está relacionado con el régimen anual de temperatura (Fig. 7.16), en donde algunas especies tienden a presentar periodos de desove largos asociados a una amplia variación entre la temperatura máxima anual y la mínima, principalmente en el Hemisferio Norte. Mientras que otros peces tienden a presentar periodos largos asociados a zonas ecuatoriales con una estrecha variación anual de la temperatura, principalmente en el Hemisferio Sur.

También la DPD se relacionó negativamente con la PIED en ambos hemisferios. Además la DPD tiende a disminuir ante el incremento global de la temperatura. La figura 7.16 representa las relaciones de la DPD con la TPD, la PIED y el LOTI.

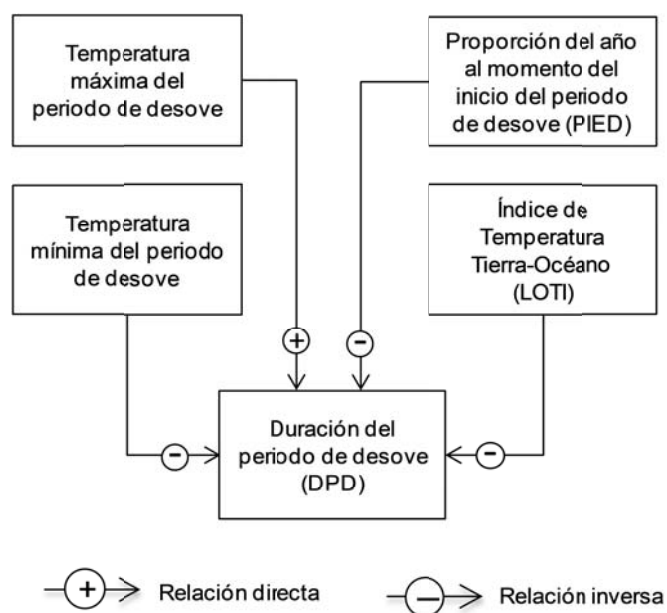


Figura 7.16. Modelo conceptual que representa las relaciones observadas entre la duración del periodo de desove (DPD) y la temperatura.

7.3.2 Sincronía lunar

El inicio de las ADTs estuvo representado en casi en todo el ciclo lunar, concentrándose alrededor de la luna llena (LL), el cuarto menguante (CM) y la luna nueva (LN) en la distribución de frecuencias global y en el Océano Indopacífico; mientras que las mayores frecuencias estuvieron concentradas en LL y el CM en el Océano Atlántico (Fig. 7.17). La media y la moda fue menor en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico, y su intervalo de frecuencia fue similar.

La sincronía lunar se exploró a partir de los datos de 58 agrupadores transitorios y dos especies testigo (*C. undulatus* y *E. morio*), que representaron áreas de Estados Unidos, Bermudas, Bahamas, Golfo de México, Cuba, Mar Caribe Mexicano, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Belice y Brasil en el Océano

Atlántico; y áreas de Japón, Golfo de Arabia, Filipinas, Tailandia, Islas Marshall, Golfo de Mannar, Micronesia, Maldivas, Papúa Nueva Guinea, Kenya, Seychelles, Islas Salomón, Indonesia, Australia, Fiji, Polinesia Francesa y Nueva Caledonia en el Océano Indopacífico.

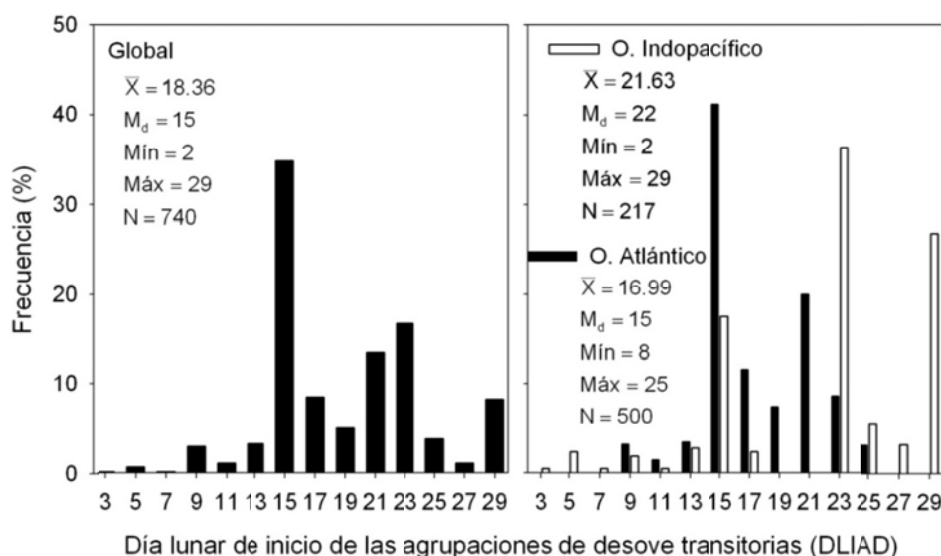


Figura 7.17. Histogramas del día lunar de inicio de las agrupaciones de desove (DLIAD) de los agrupadores transitorios.

7.3.2.1 Latitud

El día lunar del inicio de las agrupaciones de desove (DLIAD) estuvo representado globalmente entre los -24° Lat y 33° Lat. Los registros del DLIAD se observaron contrcentrados entre los 14° Lat y 33° Lat en el Océano Atlántico, mientras que en el Océano Indopacífico se observaron distribuidos en un intervalo de latitud más amplio, entre los -24° Lat y 27° Lat (Fig. 7.18).

La dispersión del DLIAD en función de la latitud mostró agrupaciones de los puntos diferenciales por océanos. El DLIAD se concentró en un solo grupo en el Océano Atlántico, la mayoría entre el octavo y el 25vo día lunar. Mientras que se observaron dos grupos en el Océano Indopacífico, uno entre el octavo y el 16vo día lunar, y otro entre el 20vo y el 29vo día lunar que posiblemente se extienda hasta los

primeros días del ciclo lunar debido a la presencia de siete registros correspondientes a *M. flavolineatus*, *S. vermiculatus* y *S. canaliculatus* (Fig. 7.18).

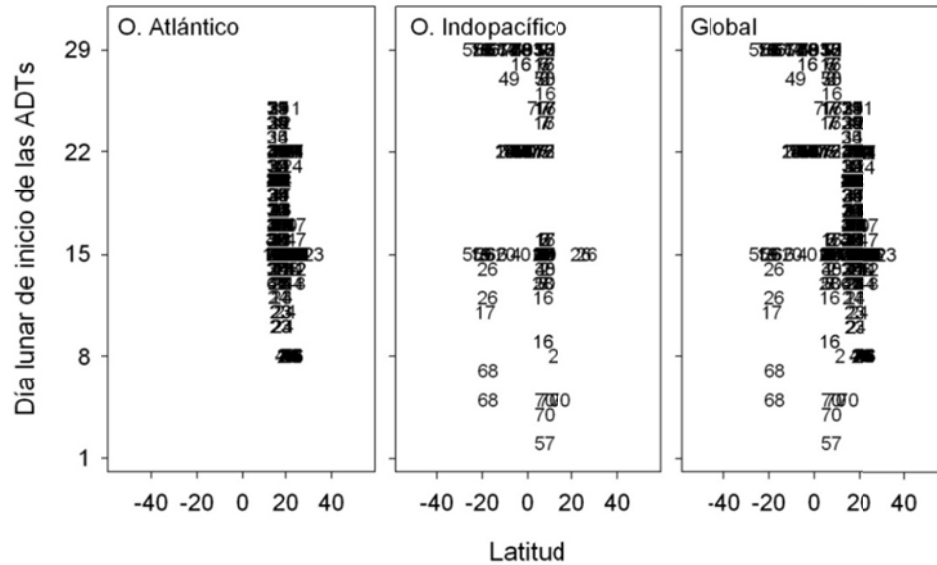


Figura 7.18. Disposición latitudinal del día lunar del inicio de las agrupaciones de desove (DLIAD) de los agrupadores transitorios.

7.3.2.2 Patrones de sincronía lunar

La búsqueda de los patrones de sincronía lunar para la formación de las ADTs se realizó utilizando análisis de componentes principales (ACP), debido a que permitió observar la tendencia estadística tanto en la sincronía lunar como en la disposición geográfica. La especie mejor representada fue *E. striatus* con 130 registros de sincronía lunar, cuyos DLIAD estuvieron distribuidos en un amplio periodo lunar, desde el octavo hasta el 23vo día lunar. Otras especies como *P. oligacanthus*, *P. maculatus*, *C. argus*, *C. miniata*, *E. oncus* y *E. adscensionis* estuvieron representadas por un dato cada una (Fig. 7.19).

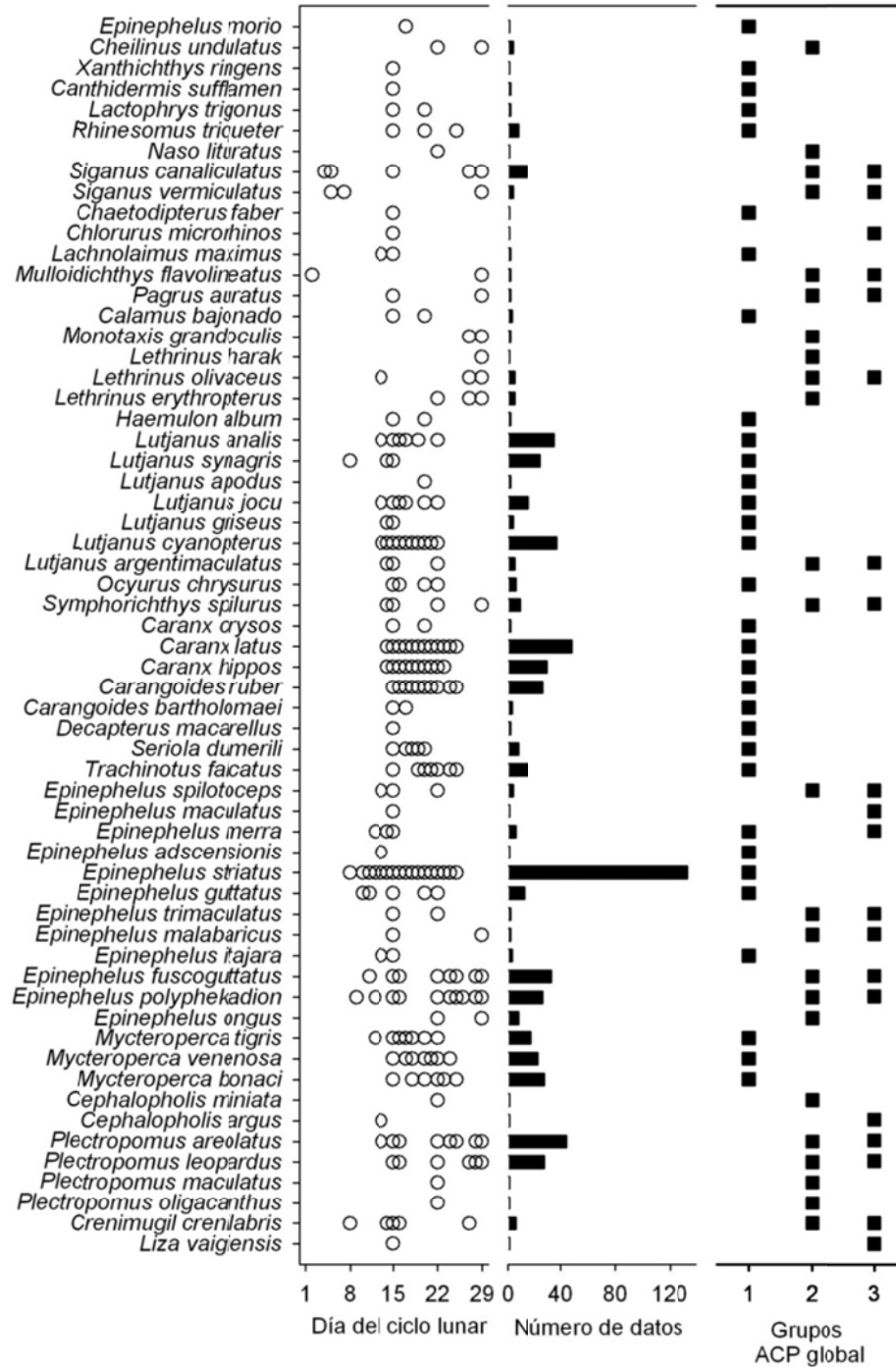


Figura 7.19. Sincronía lunar del inicio de las agrupaciones de desove (DLIAD) de los agrupadores transitorios y el agrupamiento basado en el resultado del ACP global (Tabla 7.12). Donde: grupo 1, agregaciones entre el CC y CM en el Océano Atlántico; grupo 2, agregaciones entre el CM y CC en el Océano Indopacífico; y grupo 3, agregaciones el CC y CM en el Océano Indopacífico.

A pesar de la variación en el número de observaciones por especies, los agrupadores transitorios mejor representados mostraron una distribución de sus DLIAD en periodos similares, p. ej. entre el CC y el CM (CC-CM), entre el CC y la LL (CC-LL) y entre el CM y la LL (CM-LL), mientras que las especies con menos registros se traslapan en dichos periodos (Fig. 7.19).

El ACP global reveló tres grupos de datos (Fig. 7.20). El componente principal (CP) 1 explicó el 78.74% de la variación en los datos y estuvo positivamente correlacionado con el DLIAD, y negativamente correlacionado con la latitud y la longitud. Mientras que el CP 2 explicó el 21.26% de la variación en la información y estuvo positivamente correlacionado con el DLIAD. El CP 1 y el CP 2 juntos explicaron el 100% de la varianza (Tabla 7.12). Los grupos fueron similares con el agrupamiento natural de los DLIAD por océanos, que se mostraron en la figura 7.18.

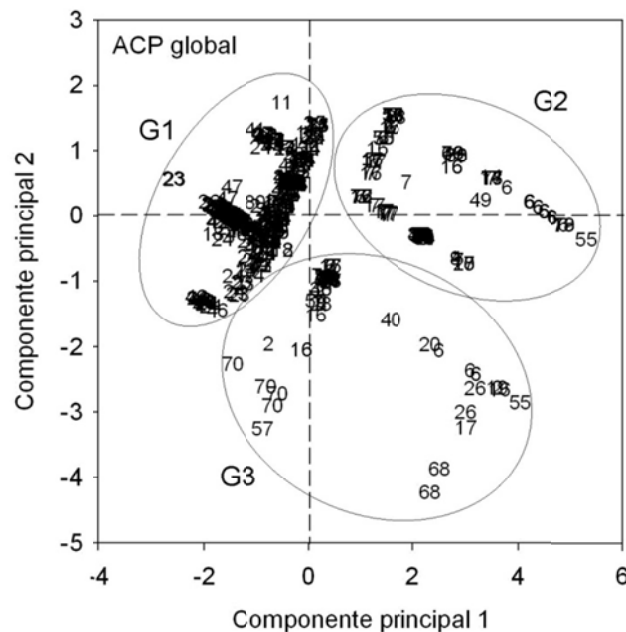


Figura 7.20. Ordenación de las 58 especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs) y dos especies testigo (*Cheilinus undulatus* y *Epinephelus morio*) de acuerdo con el ACP global de la sincronía lunar. G1, grupo 1; G2, grupo 2; G3, grupo 3.

El grupo G1 agrupó a las especies del Océano Atlántico y sus DLIAD entre el CC y CM, o alrededor de LL. El grupo G2 y G3 se integró por especies del Océano Indopacífico, cuyos DLIAD ocurrieron entre el CM y CC, o alrededor de LN (G2) y entre el CC y CM, o alrededor de LL (G3) (Fig. 7.20).

Tabla 7.12. Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso correspondientes del análisis de componentes principales (ACP) global, en el Océano Atlántico tropical y en el Océano Indopacífico tropical.

	CP 1	CP 2	CP 3
ACP global			
Eigenvalor	2.3622	0.6378	
Porcentaje de la varianza explicada	78.7397	21.2603	
Coeficiente factor de peso (FL)			
DLIAD	0.7044*	0.7098*	
Latitud	-0.9659*	0.2588	
Longitud	-0.9659*	0.2588	
ACP del Océano Atlántico tropical			
Eigenvalor	1.8283	0.6441	0.5276
Porcentaje de la varianza explicada	60.9442	21.4692	17.5866
Coeficiente factor de peso (FL)			
DLIAD	0.7416	0.6698	0.0374
Latitud	-0.8028	0.2771	0.5279
Longitud	-0.7961	0.3445	-0.4975
ACP del Océano Indopacífico tropical			
Eigenvalor	1.2392	0.9849	0.7759
Porcentaje de la varianza explicada	41.3052	32.8310	25.8638
Coeficiente factor de peso (FL)			
DLIAD	0.7688	0.1210	0.6279
Latitud	-0.7535	-0.2362	0.6136
Longitud	0.2833	-0.9563	-0.0721

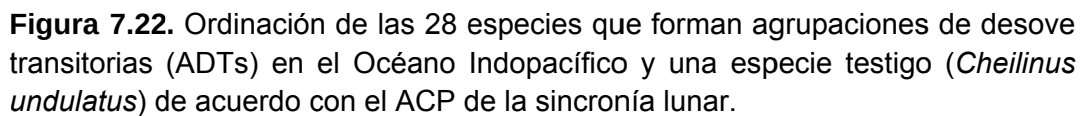
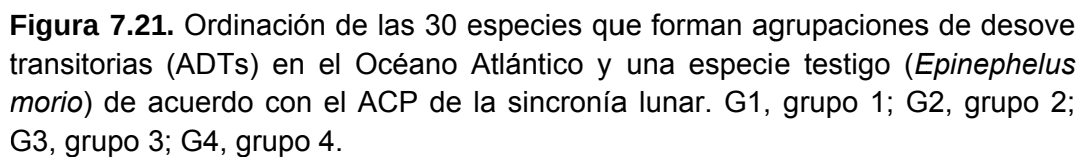
ACP, Análisis de Componentes Principales; CP, Componente Principal; DLIAD, día lunar del inicio de las agrupaciones de desove; *, FL significativos, cuyo valor absoluto es mayor que 0.32.

La presencia de una especie en un solo grupo (p. ej. G1) o periodo lunar sugiere que estas tienden a formar agregaciones mensuales o en ciclos lunares, p. ej.: *L. cyanopterus*, *L. jocu* y *L. analis*; *E. striatus* y *M. bonaci*; *M. tigris* y *C. undulatus* (Fig. 7.19 y 7.20); que además son pequeños grupos de especies delimitados por su semejanza reproductiva intragrupo (sección 7.2.2) y que presentaron una sincronía lunar mensual similar intergrupo. Por otra parte la presencia de una especie en dos

grupos de diferente periodo (p. ej. G2 y G3) sugiere que tienden a formar agregaciones en ciclos semi-lunares, p. ej.: *P. leopardus* y *P. areolatus* (Fig. 7.19 y 7.20), que además son un pequeño grupo con semejanza reproductiva intragrupo (sección 7.2.2) y que parecen presentar una sincronía lunar similar y característica (semimensual) diferencial del resto de los grupos. Estas observaciones sugieren por lo menos dos patrones de sincronía lunar intrínsecos para la formación de las ADTs (Fig. 7.19). Cabe mencionar que las especies testigo se agruparon con el resto de las especies en el ACP, donde las agregaciones de *E. morio* tienden a la sincronía lunar alrededor de LL y las agregaciones de *C. undulatus* se inclinan a la sincronía lunar alrededor de LN.

El ACP realizado a partir de los datos del Océano Atlántico mostró cuatro grupos (Fig. 7.21). El CP 1 explicó el 60.94% de la variación en los datos y estuvo positivamente correlacionado con el DLIAD, y negativamente correlacionado con la latitud y la longitud. Mientras que el CP 2 explicó el 21.47 de la variación y estuvo positivamente correlacionado con el DLIAD y la longitud. El CP 1 y el CP 2 juntos explicaron el 82.42% de la varianza (Tabla 7.12). La figura 7.21 mostró que a mayores latitudes el DLIAD tiende a concentrarse estrechamente con el CC (G2), la LL (G3) y el CM (G4), mientras que a menores latitudes los registros se distribuyeron entre el CC y el CM (G1), aun en la misma especie (p. ej. *E. striatus*, No. 24).

El ACP realizado a partir de los datos del Océano Indopacífico mostró un grupo (Fig. 7.22). El CP 1 explicó el 41.31% de la variación en los datos y estuvo positivamente correlacionado con el DLIAD, y negativamente correlacionado con la latitud. Mientras que el CP 2 explicó el 32.83% de la variación y estuvo negativamente correlacionado con la longitud. Juntos el CP 1 y el CP 2 explicaron el 74.14% de la varianza (Tabla 7.12). La figura 7.22 mostró como la dispersión de los componentes principales carece una tendencia.



7.3.3 Duración de las agrupaciones

Los registros de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) variaron de horas a 16 días. La media y la moda fueron menores por un día en el Océano Indopacífico ($\bar{X} = 6.06$, $M_d = 7$) con respecto al Océano Atlántico ($\bar{X} = 7.04$, $M_d = 8$). El 78.1% de los datos indicaron una DADT de cuatro a diez días, mientras que el intervalo de variación es similar entre los océanos (Fig. 7.23).

La DADT se exploró a partir de los datos de 33 agrupadores transitorios, que representaron áreas de Estados Unidos, Bahamas, Cuba, Islas Caimanes, Mar Caribe Mexicano, Islas Vírgenes, Puerto Rico y Belice en el Océano Atlántico; y áreas de Micronesia, Maldivas, Papúa Nueva Guinea y Australia en el Océano Indopacífico.

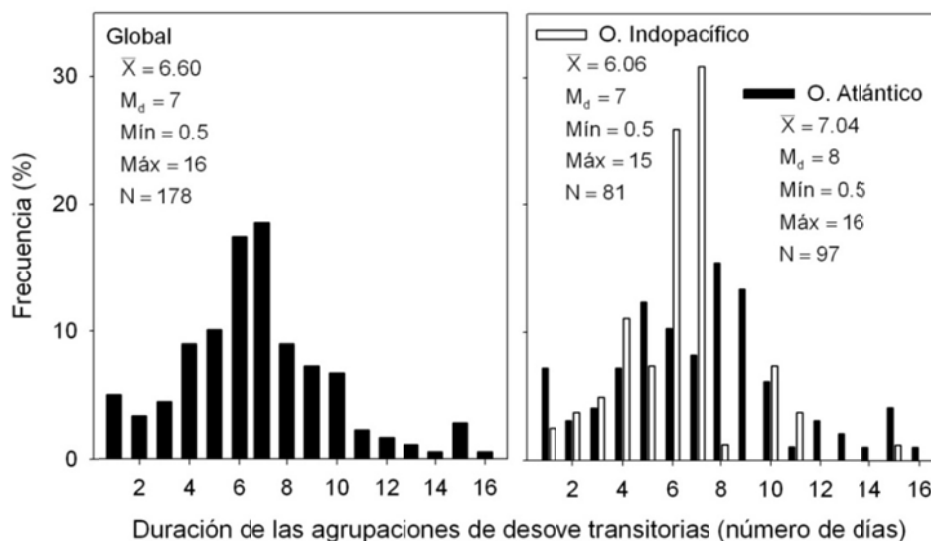


Figura 7.23. Histogramas de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) en número de días.

7.3.3.1 Latitud

La DADT estuvo representada entre los 16° Lat y los 25° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -19° Lat y los 8° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.24).

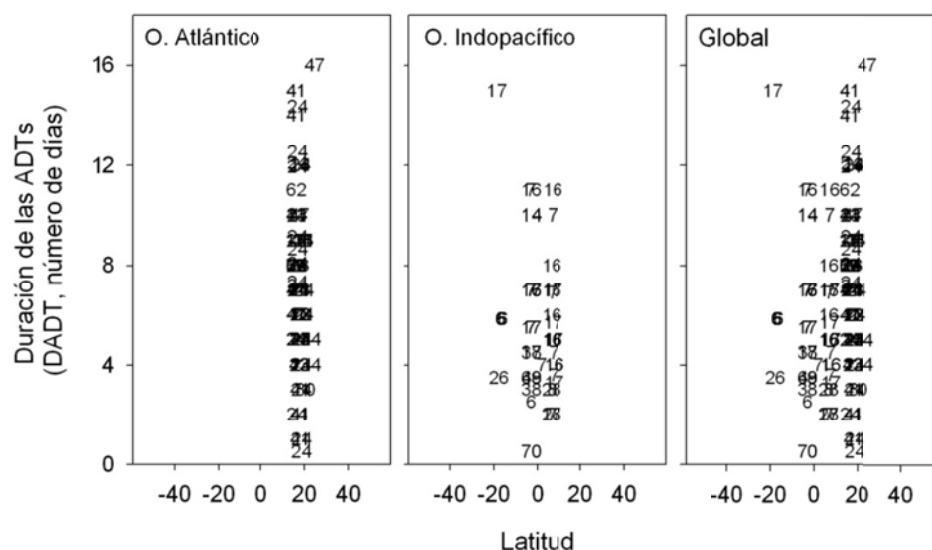


Figura 7.24. Disposición latitudinal de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) en número de días.

Los MLGs tuvieron un buen ajuste en ambos hemisferios, sin embargo el parámetro de tendencia (b_1) no fue significativo (Tabla 7.13), fue estadísticamente igual a cero en el Hemisferio Norte (Wald = 2.16, $p = 0.14$) y en el Hemisferio Sur (Wald = 0.17, $p = 0.6836$).

Tabla 7.13. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la duración de las agrupaciones de desove (DADT) en función de la latitud por hemisferios (norte y sur).

		Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG			
Distribución teórica (Log V)		Normal (-323.10)	Normal (-129.53)
Función de enlace			
Ordenada al origen ()		1.6579*	1.8387*
Latitud ()		0.0160	-0.0033
Devianza nula ()		-321.84	-129.45
Devianza residual ()		1397.08	313.29
Devianza escalada		122	57
ρ		0.4320*	0.4006*
R de Spearman			
N		123	57
R		-0.0664	0.1116
t_{N-2}		-0.7722	0.8332
p		0.4655	0.4083

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero de acuerdo con la prueba de Wald, y una correlación diferente de cero en la R de Spearman.

Además la R de Spearman también fue estadísticamente igual a cero en ambos hemisferios y la tendencia es inversa con respecto a la de los MLGs (Tabla 7.13). La discrepancia en la tendencia entre ambas exploraciones impide determinar un indicio en cuanto a una posible tendencia latitudinal en la DADT.

7.3.3.2 Latitud por especies

La DADT se exploró con respecto a la latitud en dos *Plectropomus* spp, dos *Mycteroperca* spp y cuatro *Epinephelus* spp, individualmente (Fig. 7.25), cuyos datos representaron áreas del Mar Caribe Mexicano, Bahamas, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico y Belice en el Océano Atlántico, y también áreas de los Micronesia, Maldivas, Papúa Nueva Guinea y el Arrecife de la Gran Barrera en el Océano Indopacífico.

La mayoría de las correlaciones de la latitud-DADT fueron negativas excepto en *P. areolatus*, *M. tigris* y *E. fuscoguttatus* en el Hemisferio Norte. Solo la correlación de latitud-DADT en *E. striatus* fue estadísticamente diferente de cero (R de Spearman = -0.36), indicando que los valores menores de la DADT corresponden a altas latitudes (Fig. 7.25).

La correlación de la latitud-DADT del conjunto de datos de todas las especies exploradas en esta sección fue estadísticamente igual a cero en el Hemisferio Norte (R de Spearman = -0.03, $t_{72} = 1.54$, $p = -0.28$) y en el Hemisferio Sur (R de Spearman = 0.25, $t_{44} = 0.25$, $p = 0.09$).

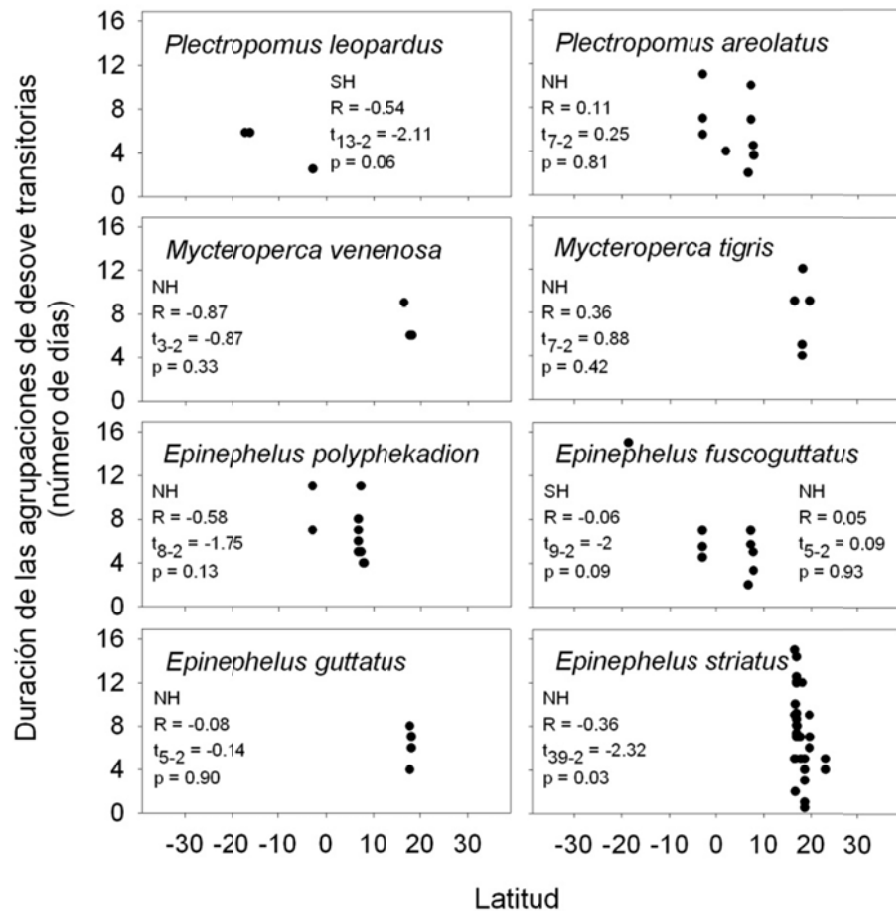


Figura 7.25. Dispersión de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) con respecto a la latitud y el coeficiente de correlación de Spearman (R) por hemisferios (SH, sur; NH, norte), en algunas especies de la familia Epinephelidae.

7.3.3.3 Serie histórica y LOTI

La dispersión de la DADT en función del año de registro mostró que la mayoría de los datos corresponden a los últimos 10 años representados, entre 2000 y 2010 (Fig. 7.26). Mismo periodo donde se registraron las ADTs de mayor duración.

La variación histórica del promedio de la DADT estuvo falta de una tendencia clara de incremento o disminución, en la gráfica global y por océanos (Fig. 7.27). El sobrepuesto del LOTI en la series histórica del la DADT expuso fluctuaciones similares; en los incrementos del LOTI hubo un correspondiente aumento de la DADT

con ligeros desfases. Por su parte el LOTI mostró una tendencia histórica de incremento en los años representados (Fig. 7.27).

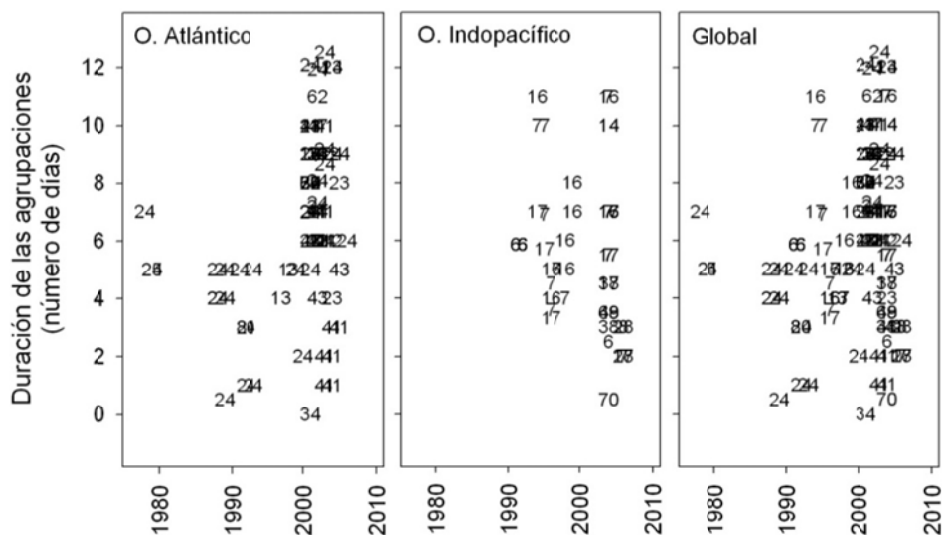


Figura 7.26. Disposición histórica de las observaciones de duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) en número de días.

Las exploraciones de los valores históricos del DADT se realizaron con base en los 6 años mejor representados en número de datos, conteniendo entre siete y 53 registros de la DADT por año. Las correlaciones fueron positivas y no significativas aunque los valores fueron cercanos a 0.05 (Tabla 7.14).

Tabla 7.14. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el LOTI con el promedio anual de duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) y la variación anual de la DADT (VDADT).

Variable	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
DADT	6	0.6000	1.5000	0.2080
VDADT	6	0.4286	0.9487	0.3965

DADT, duración de las agrupaciones de desove transitorias; VDADT, variación de la DADT; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

Sin embargo la consistencia en el sentido de las correlaciones y las fluctuaciones observadas en la serie histórica son indicios que sugieren que la DADT fluctúa por alguna presión ambiental y la tendencia hipotética sugiere que probablemente la DADT aumenta con el incremento global anual de la temperatura.

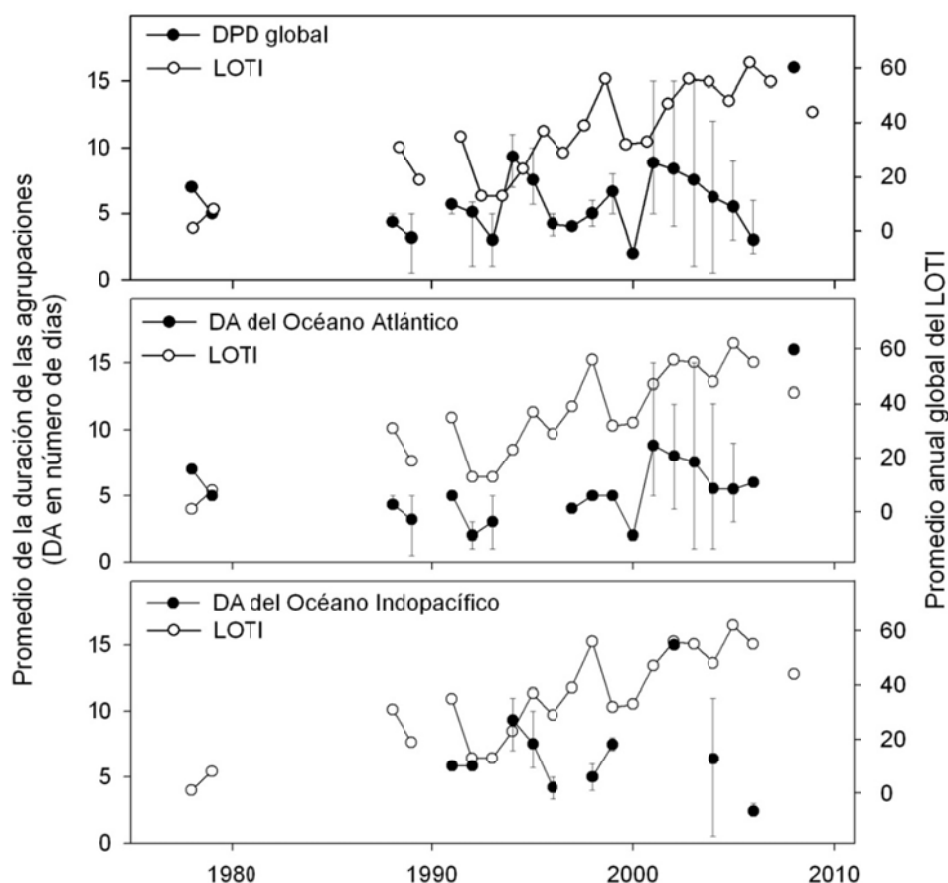


Figura 7.27. Tendencia histórica del promedio de la duración de las agrupaciones de desove transitorias (DADT) en el sitio de reproducción y del promedio anual global del LOTI.

7.3.4 Periodo del día de desove

El desove en las especies que presentan ADTs se registró en todos los periodos del día, excepto al mediodía. Los periodos del día de desove (PDD) con las mayores frecuencias de registros de desoves observados fueron el atardecer y la noche, tanto en el Océano Atlántico (97%), como en el Océano Indopacífico (60%).

En este último se observó un notable 33% de desoves en el amanecer y la mañana (Fig. 7.28).

El PDD se exploró a partir de los datos de 35 agrupadores transitorios y una especie testigo (*C. undulatus*), representando áreas de Estados Unidos, Cuba, Bahamas, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico y Belice en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, Hawaii, Filipinas, Tailandia, India, Islas Marshall, Golfo de Mannar, Micronesia, Papúa Nueva Guinea, Seychelles, Islas Salomón, Indonesia, Australia, Fiji, Nueva Caledonia y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

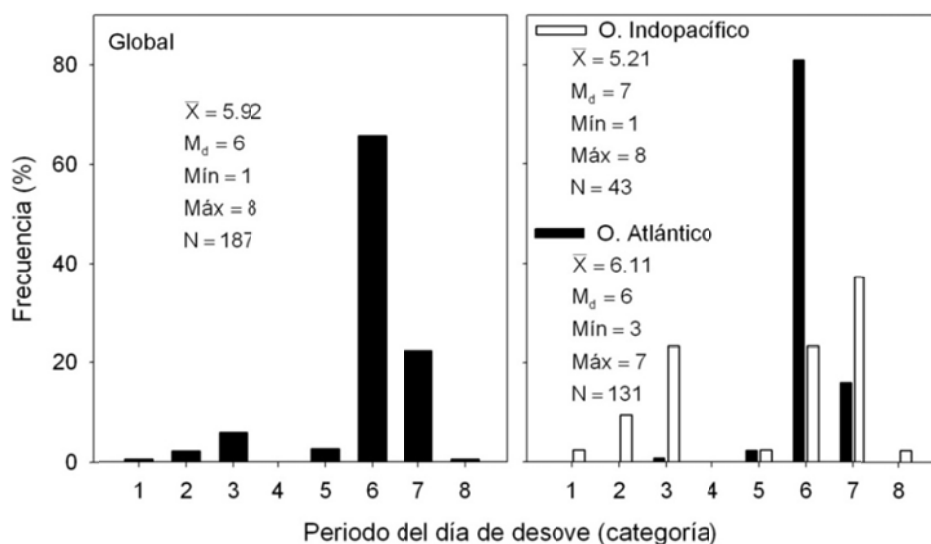


Figura 7.28. Histogramas del periodo del día de desove (PDD) en las categorías: 1, madrugada; 2, amanecer; 3, mañana; 4, mediodía; 5, tarde; 6, atardecer; 7, noche; y 8, medianoche.

7.3.4.1 Latitud

El PDD estuvo representado entre los 16° Lat y 33° Lat en el Océano Atlántico; y entre los -37° Lat y 27° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.29). La dispersión de la PDD mostró que la mayoría de los registros se concentraron entre la tarde y la noche en ambos océanos. Solamente la especie *C. faber* (Sp. 66) figuró con desoves en la mañana en el Océano Atlántico, mientras que *P. areolatus* (Sp. 7), *E. polyphkadion* (Sp. 16), *E. fuscoguttatus* (Sp. 17), *L. argentimaculatus* (Sp. 40), *H.*

longiceps (Sp. 63), *C. microrhinos* (Sp. 64), *S. vermiculatus* (Sp. 68) y la especie testigo *C. undulatus* (Sp. 78) figuraron con desove entre la madrugada y el medio día en el Océano Indopacífico (Fig. 7.29).

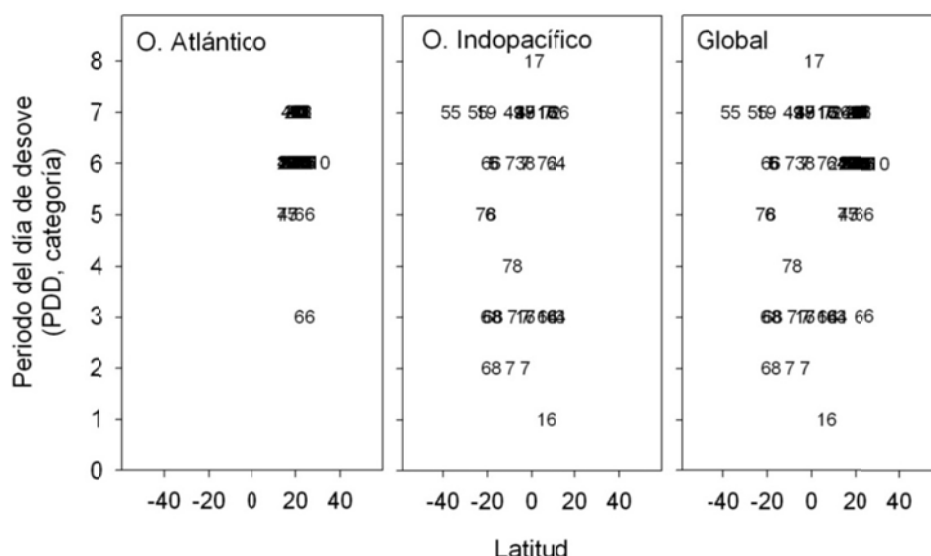


Figura 7.29. Disposición latitudinal del periodo del día de desove (PDD). Categorías: 1, madrugada; 2, amanecer; 3, mañana; 4, mediodía; 5, tarde; 6, atardecer; 7, noche; y 8, medianoche.

7.3.4.2 Patrones de sincronía diaria

La búsqueda de los patrones de sincronía diaria del desove en las ADTs se realizó mediante ACP, debido a que permitió incorporar los datos del PDD y su disposición geográfica, y observar agrupamientos en los PDD así como tendencias geográficas. La especie mejor representada en el ACP fue *E. striatus* con 65 registros de PDD, distribuidos en solo dos categorías, el atardecer y la noche (7.30). Otras especies como *C. crenilabris*, *P. maculatus*, *E. malabaricus*, *E. guttaus*, etcétera estuvieron representadas por un dato cada una, cuyos datos coinciden con los PDD de otras especies mejor representadas.

El ACP global mostró tres grupos de datos (Fig. 7.31). El componente principal 1 (CP) 1 explicó el 68.28% de la varianza y estuvo positivamente relacionado con la longitud, y negativamente correlacionado con la latitud y el PDD. Mientras que el CP

2 explicó el 27.26% de la varianza y estuvo positivamente correlacionado con la PDD. Juntos el CP 1 y el CP 2 explicaron el 95.54% de la varianza (Tabla 7.15).

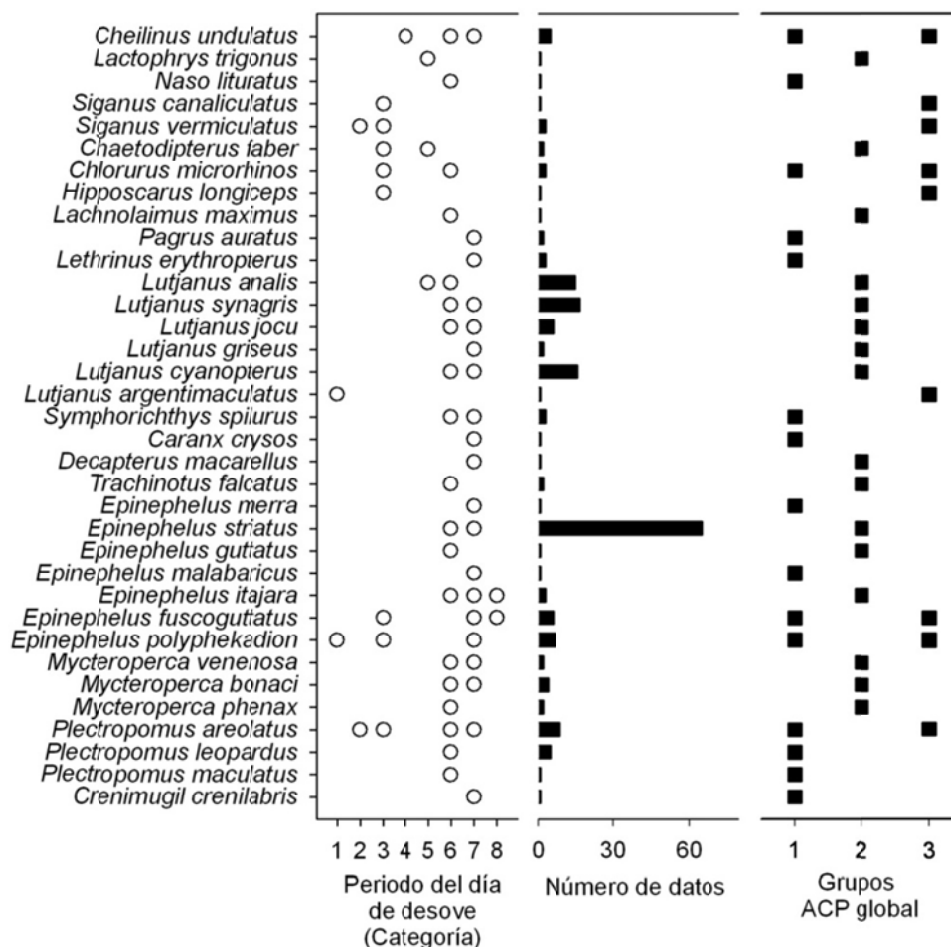


Figura 7.30. Sincronía diaria del desove de los agrupadores transitorios por especie: Periodo del día de desove (Categorías: 1, madrugada; 2, amanecer; 3, mañana; 4, mediodía; 5, tarde; 6, atardecer; 7, noche; y 8, medianoche), número de datos y agrupamiento de las especies basado en el resultado del ACP global [Grupos: grupo 1, desoves en los periodos 6, 7 y 8 en el Océano Indopacífico; grupo 2, desoves en los periodos 3 (solo una observación de *Chaetodipterus faber*), 5, 6 y 7 en el Océano Atlántico; grupo 3, desoves en los periodos 1, 2, 3 y 4 en el Océano Indopacífico].

El grupo G1 agrupó a las especies del Océano Indopacífico y sus PDD entre el atardecer y la medianoche. El grupo G2 concentró a las especies del Océano Atlántico y los desoves entre la tarde y la noche, y una sola observación en la

mañana de la especie *C. faber*. El grupo G3 se compuso de las especies del Indopacífico cuyos desoves se han registrado entre la madrugada y el mediodía (Fig. 7.30 y 7.31).

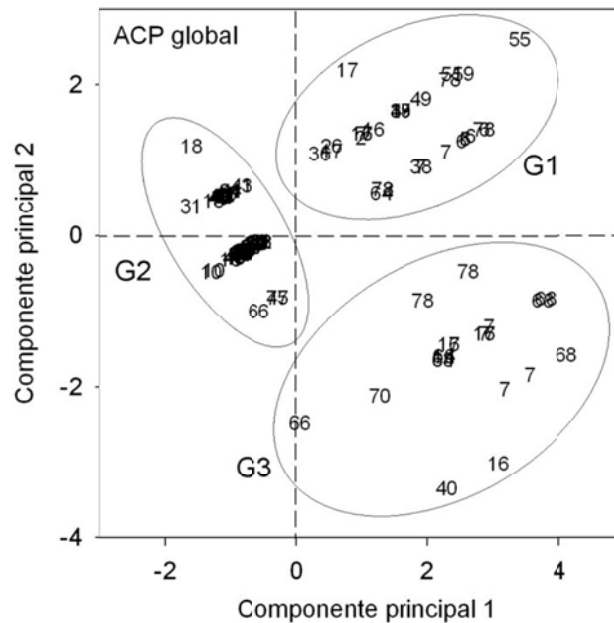


Figura 7.31. Ordianación de las 35 especies que forman agrupaciones de desove transitorias (ADTs) y una especie testigo (*Cheilinus undulatus*) de acuerdo con el ACP global de la sincronía diaria del desove. G1, grupo 1; G2, grupo 2; G3, grupo 3.

Figuraron tres grupos de especies o la tendencia de tres patrones de diarios de desove. Un grupo de especies se distinguió porque sus PDD registrados se presentaron solo entre la tarde y la medianoche (PTM) y se presentan en ambos océanos pero fue más frecuente en el Océano Atlántico, p. ej.: *L. cyanopterus*, *L. jocu*, *L. analis*; *E. striatus* y *M. bonaci* (Fig. 7.30); que además son pequeños grupos de especies delimitados por su semejanza reproductiva intragrupo (sección 7.2.2) y que tienden a desovar alrededor del atardecer de manera similar intergrupo. La presencia del desove solo en un periodo del día, como el PTM en el Océano Atlántico, sugiere un ciclo diario del desove de estas especies. Un segundo grupo de especies se caracterizó por sus PDD entre la madrugada y el medio día (PMM),

igualmente figuraron en ambos océanos pero fueron más frecuentes en el Océano Indopacífico, p. ej.: *S. canaliculatus*, *S. vermiculatus*, *H. longiceps* y *L. argentimaculatus* (Fig. 7.30). Y un tercer grupo de especies sobresalió porque sus desoves se han observado en ambos periodos, en el PTM, y en el PMM, y tiende a ser más frecuente en el Océano Indopacífico, p. ej.: *E. fuscoguttatus*, *P. areolatus* y la especie testigo *C. undulatus* (Fig. 7.30). La presencia del desove en dos periodos del día, sugiere un ciclo mareal del desove en esas especies.

Tabla 7.15. Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) global, en el Océano Atlántico tropical y en el Océano Indopacífico tropical.

	CP 1	CP 2	CP 3
ACP global			
Eigenvalor	2.0485	0.8178	0.1337
Porcentaje de la varianza explicada	68.2818	27.2614	4.4568
Coeficiente factor de peso (FL)			
Periodo del día de desove	-0.5603	0.8276	-0.0354
Latitud	-0.9160	-0.3132	-0.2508
Longitud	0.9463	0.1868	-0.2637
ACP del Océano Atlántico tropical			
Eigenvalor	1.2273	1.0099	0.7628
Porcentaje de la varianza explicada	40.9093	33.6648	25.4260
Coeficiente factor de peso (FL)			
Periodo del día de desove	-0.1457	0.9677	-0.2056
Latitud	0.7634	0.2608	0.5909
Longitud	0.7895	-0.0736	-0.6094
ACP del Océano Indopacífico tropical			
Eigenvalor	1.3907	1.0368	0.5725
Porcentaje de la varianza explicada	46.3578	34.5594	19.0828
Coeficiente factor de peso (FL)			
Periodo del día de desove	-0.0477	0.9755	0.2146
Latitud	-0.8277	-0.2335	0.5102
Longitud	0.8386	-0.1749	0.5158

ACP, Análisis de Componentes Principales; CP, Componente Principal

El ACP realizado a partir de los datos del Océano Atlántico mostró la separación de tres pequeños grupos (Fig. 7.32). Donde el CP 1 explicó el 40.91% de la varianza (positivamente correlacionado con la latitud y la longitud) y el CP 2 representó el 33.66% de la varianza (positivamente correlacionado con el PDD); juntos explicaron un 74.57% de la varianza. Sin embargo la separación de los grupos

es solo por efecto de la latitud y la longitud, debido a que la distribución de las categorías de la PDD fue homogénea en los grupos. Esto sugiere que el PDD carece de una tendencia geográfica en el Océano Atlántico.

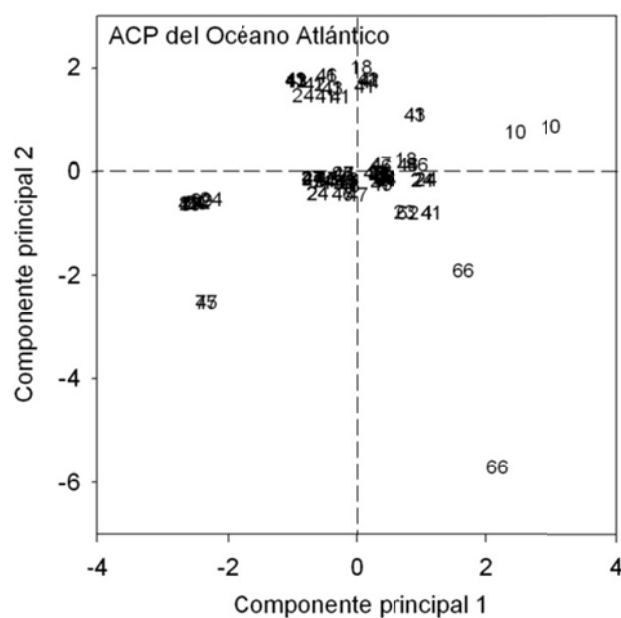


Figura 7.32. Ordinación de 15 agrupadores transitorios de acuerdo con el ACP de la sincronía diaria del desove en el Océano Atlántico.

El ACP realizado a partir de los datos del Océano Indopacífico mostró un solo grupo (Fig. 7.33). Donde el CP 1 explicó el 46.36% de la varianza (negativamente correlacionado con la latitud y positivamente correlacionado con la longitud) y el CP 2 representó el 34.56% de la varianza (positivamente correlacionado con el PDD); juntos explicaron un 80.92% de la varianza. Los puntos mayores que cero con respecto al CP 2 son principalmente PDD entre el atardecer y la media noche, mientras que los puntos menores que cero corresponden a los PDD entre la madrugada y el mediodía. Sin embargo la distribución de los puntos es homogénea con respecto a la latitud, lo que sugiere que la PDD carece de una tendencia geográfica también en el Océano Indopacífico.

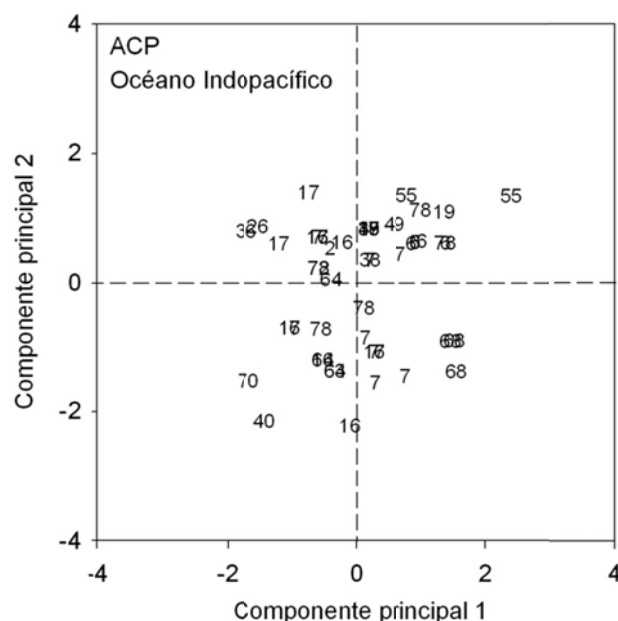


Figura 7.33. Ordinación de los 19 agrupadores transitorios una especie testigo (*Cheilinus undulatus*) de acuerdo con el APC de la sincronía diaria del desove del Océano Indopacífico.

7.3.4.3 Relación de los patrones de sincronía lunar y diaria

Las exploraciones sobre la sincronía lunar para la formación de las ADTs y los PDD mostraron agrupaciones geográficas parecidas, lo que dio un indicio de una posible correspondencia entre el periodo lunar de agregación y el PDD. Los periodos fueron de acuerdo con los resultados de agrupamiento de las secciones 7.3.2.2 y 7.3.4.2. El periodo lunar se dividió en dos periodos, del cuarto creciente al cuarto menguante (CC-CM) o alrededor de luna llena (LL) y del cuarto menguante al cuarto creciente (CM-CC) o alrededor de luna nueva (LN). Mientras que el día también se dividió en dos periodos, de la madrugada al mediodía (PMM) y de la tarde a la media noche (PTM).

La figura 7.34 muestra una clara correspondencia entre las agregaciones que ocurren alrededor de LL y los desoves que ocurren en la tarde-medianoche (círculos blancos). Mientras que las especies que presentaron agregaciones en los dos periodos lunares también se registraron desoves en los dos periodos del día.

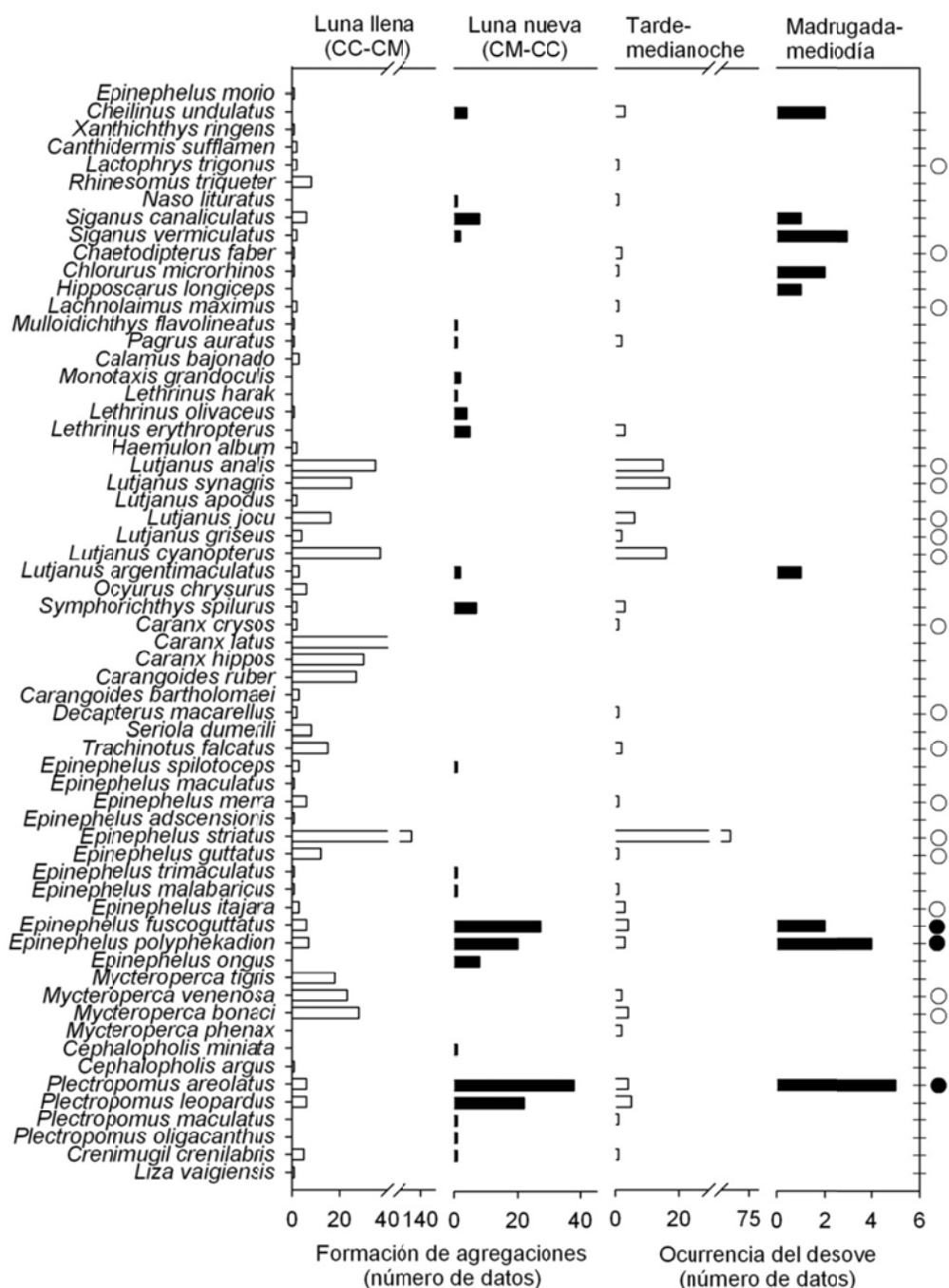


Figura 7.34. Posicionamiento de periodo del ciclo lunar donde se presentan las agrupaciones de desove transitorias (ADTs) junto al periodo del día donde ocurre el desove, por especie. Periodos lunares: CC-CM es cuarto creciente-cuarto menguante (alrededor de luna llena) y CM-CC es cuarto menguante-creciente (alrededor de luna nueva). Periodos del día de desove: tarde-medianoche y madrugada-mediodía. Especies testigo: *C. undulatus* y *E. morio*. El círculo blanco indica a las especies que presentan agrupaciones alrededor de LL y desoves entre la tarde y medianoche. El círculo negro indica a las especies que presentan agrupaciones y desoves en los dos periodos lunares y del día respectivamente.

Las especies como p. ej. *C. microrhinos* cuenta con registros del PDD en PTM y PMM, y solo tuvo observaciones de agregaciones alrededor de LL. Considerando que las agrupaciones de desove de esta especie han sido poco estudiadas, queda en duda si sus agregaciones alrededor de LN no existen o no han sido observadas. Otra situación fue p. ej. *S. canaliculatus* cuyas agregaciones han sido observadas alrededor de LL y LN, sin embargo sus desoves se encontraron registrados solo en la madrugada-mediodía. También existe la posibilidad de que los desoves también puedan ocurrir en la tarde-medianoche y de que solo se carezca de observaciones debido a las dificultades metodológicas que representa la observación de este fenómeno. Por ende el resto de las especies quedaron indefinidas en cuanto a la correspondencia de su sincronía lunar y su PDD.

7.3.4.4 Modelado conceptual

La exploración de la sincronía lunar mostró la tendencia de dos patrones de sincronía lunar, uno en ciclos mensuales o lunares y otro en ciclos quincenales o semilunares. Mientras que la exploración de los PDD expuso la tendencia del desove en dos periodos del día, el PTM y el PMM, sugiriendo ciclos diarios y en ciclos mareales. La figura 7.35 representa la correspondencia del periodo alrededor de LL con el ciclo lunar de agregación, y de los periodos alrededor de LL (CC-CM) y alrededor de LN (CM-CC) con el ciclo semilunar de agregación. Asimismo se presenta la correspondencia entre el PTM de desove con el ciclo diario de desove, y entre los periodos PTM y PMM de desove con el ciclo mareal de desove. También el modelo muestra la relación secundaria entre el ciclo lunar de agregación con el ciclo diario del desove, y entre el ciclo semilunar de agregación con el ciclo mareal del desove. Los ciclos de agregación y de desove se asociaron mediante una relación secundaria debido a que pueden estar relacionadas a través del proceso de sincronía que incluye el estímulo por factores ambientales y la respuesta del comportamiento reproductivo específico.

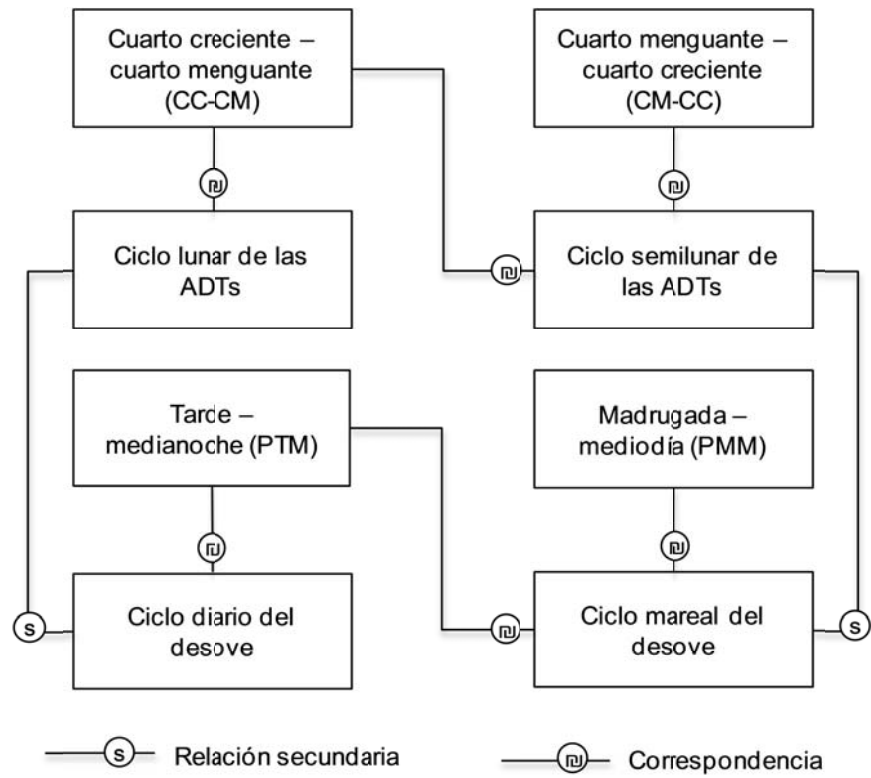


Figura 7.35. Modelo conceptual que representa las tendencias de la sincronía lunar y los periodos del día de desove, y su correspondencia.

7.4 Hábitat reproductivo

La profundidad de los sitios de desove es el rasgo que representó al hábitat reproductivo, con 298 datos de 49 agrupadores transitorios. La información representó a poblaciones que se distribuyen de los 10.35° a los 32.63° de latitud y de los -91.78° a -60.80° de longitud en el Océano Atlántico, y de los -20.42° a los 20.94° de latitud y -157.64° a los 164.89° de longitud en el Océano Indopacífico (Fig. 7.36). La profundidad mínima reportada en los sitios de desove fue de un metro y la máxima de 250 m (Tabla 7.16).

La tabla 7.16 presenta un resumen de la información sobre la profundidad mínima y máxima de los sitios de desove de los agrupadores transitorios. La tabla se construyó con los datos obtenidos de 58 referencias.

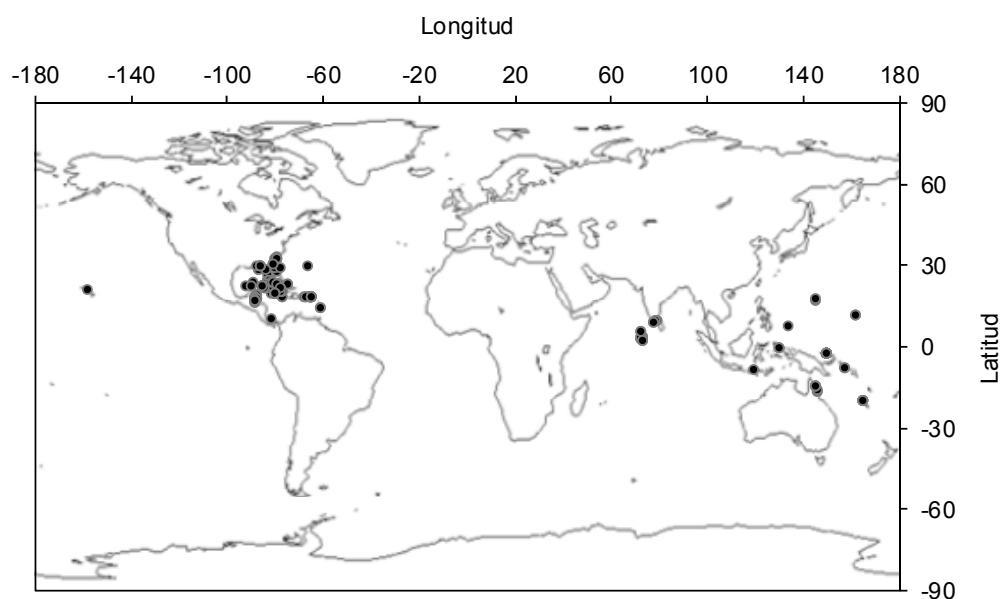


Figura 7.36. Ubicación geográfica de la información acerca del hábitat reproductivo.

Tabla 7.16. Resumen de la información sobre la profundidad del hábitat reproductivo de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.

Clave	Especie	IPSD metros	Referencias
2	<i>Crenimugil crenilabris</i>	5	Juncker, 2007
5	<i>Plectropomus maculatus</i>	25	Doherty et al., 1994
6	<i>Plectropomus leopardus</i>	1 - 25	Hamilton et al., 2004; Juncker, 2007; Saimoily & Squire, 1994; Saimoily, 1997; Zeller, 1998
7	<i>Plectropomus areolatus</i>	3 - 50	Hamilton et al., 2004; Pet et al., 2005; Sluka, 2000; Tamelander et al., 2008; Wilson et al., 2010
8	<i>Cephalopholis argus</i>	5 - 20	Donaldson, 1995
10	<i>Mycteroperca phenax</i>	33 - 100	Coleman et al., 1996; Gilmore & Jones, 1992; Rocha et al., 2008; Sedberry et al., 2004; Sedberry et al., 2006
11	<i>Mycteroperca bonaci</i>	8 - 68	Brulé et al., 2003; Claro & Lindeman, 2003; Heyman & Kjerfve, 2008; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
12	<i>Mycteroperca venenosa</i>	5 - 45	Claro & Lindeman, 2003; Heyman & Kjerfve, 2008; Nemeth et al., 2006; Starr et al., 2007; Tuz-Sulub et al., 2003 en Cummings, 2007; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
13	<i>Mycteroperca tigris</i>	24 - 40	Heyman & Kjerfve, 2008; Matos-Caraballo et al., 2006; Nemeth et al., 2006; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
14	<i>Epinephelus ongus</i>	1 - 12	Hamilton et al., 2004
16	<i>Epinephelus polyphekadion</i>	3 - 60	Colin, 2010; Hamilton et al., 2004; Juncker, 2007; Rhodes & Sadovy, 2002; Sluka, 2000
17	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	3 - 50	Hamilton et al., 2004; Juncker, 2007; Rhodes & Sadovy, 2002; Sluka, 2000; Tamelander et al., 2008; Wilson et al., 2010
18	<i>Epinephelus itajara</i>	10 - 50	Bullock & Smith, 1991 en Sadovy & Eklund, 1999; Coleman et al. 2002 en 283; Colin, 1994; Colin, 1994 en Sadovy & Eklund, 1999; DeMaria en Sadovy & Eklund, 1999; Koenig & Coleman, 2009; Sadovy & Eklund, 1999; Smith, 1976 en Sadovy & Eklund, 1999
19	<i>Epinephelus malabaricus</i>	20	Juncker, 2007
22	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	20	Juncker, 2007
23	<i>Epinephelus guttatus</i>	20 - 100	Colin et al., 1987; Nemeth et al., 2007; Sadovy et al., 1994; Whaylen et al., 2007; Whiteman et al., 2005
24	<i>Epinephelus striatus</i>	3 - 50	Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; Aguilar-Perera, 1994; Carter et al., 1991; Claro & Lindeman, 2003; Claro et al., 1990; Colin et al., 1987; Colin, 1992; Heyman & Kjerfve, 2008; Nemeth et al., 2006; Olsen & LaPlace 1979 en 481; Paz & Grimshaw, 2001; Paz & Grimshaw, 2001; Tucker et al., 1993; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
25	<i>Epinephelus adscensionis</i>	20 - 53	Colin et al., 1987; Sedberry et al., 2006
29	<i>Trachinotus falcatus</i>	5 - 48	Graham & Castellanos, 2005; Heyman & Kjerfve, 2008; Whaylen et al., 2007
30	<i>Seriola dumerili</i>	5 - 122	Heyman & Kjerfve, 2008; Sedberry et al., 2006
31	<i>Decapterus macarellus</i>	5 - 100	Cayetano & Honebrink, 2000; Heyman & Kjerfve, 2008; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
32	<i>Carangoides bartholomaei</i>	5 - 45	Graham & Castellanos, 2005; Heyman & Kjerfve, 2008; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
33	<i>Carangoides ruber</i>	5 - 45	Graham & Castellanos, 2005; Heyman & Kjerfve, 2008; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
34	<i>Caranx hippos</i>	5 - 45	Graham & Castellanos, 2005; Heyman & Kjerfve, 2008
35	<i>Caranx latus</i>	5 - 45	Graham & Castellanos, 2005; Heyman & Kjerfve, 2008; Paz & Grimshaw, 2001; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
36	<i>Caranx crysos</i>	24 - 183	Berry, 1959 en Shaw & Drullinger, 1990; Leak, 1977,

Clave	Especie	IPSD metros	Referencias
38	<i>Symphorichthys spilurus</i>	5 - 30	1981 en Shaw & Drullinger, 1990Whaylen et al., 2007 Hamilton et al., 2004
39	<i>Ocyurus chrysurus</i>	2 - 250	Heyman & Kjerfve, 2008; Munro et al., 1973 en Cummings, 2004; Paz & Grimshaw, 2001; Whaylen et al., 2007
41	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	10 - 85	Claro & Lindeman, 2003; Claro & Lindeman, 2008; Domeier & Colin, 1997; Heyman & Kjerfve, 2008; Heyman et al., 2005; Kadison et al., 2006; Nemeth et al., 2006; Whaylen et al., 2007
42	<i>Lutjanus griseus</i>	20 - 30	Claro & Lindeman, 2003
43	<i>Lutjanus jocu</i>	5 - 40	Carter & Perrine, 1994; Claro & Lindeman, 2003; Claro & Lindeman, 2008; Domeier & Colin, 1997; Heyman & Kjerfve, 2008; Kadison et al., 2006; Paz & Grimshaw, 2001; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
45	<i>Lutjanus campechanus</i>	18 - 177	Beaumariage & Bullock, 1976 en Claro & Lindeman, 2008; Brulé et al 2004 en Froese & Pauly, 2009 (Fishbase); Collins et al., 2001Moe 1963 en Thresher 1984; Sedberry et al., 2004; Sedberry et al., 2006
46	<i>Lutjanus synagris</i>	15 - 40	Claro & Lindeman, 2003Claro & Lindeman, 2008Wicklund 1969 en Thresher 1984
47	<i>Lutjanus analis</i>	14 - 45	Claro & Lindeman, 2003; Graham et al., 2008; Heyman & Kjerfve, 2008; Paz & Grimshaw, 2001; Whaylen et al., 2007
48	<i>Haemulon album</i>	24 - 40	Heyman & Kjerfve, 2008Paz & Grimshaw, 2001Whaylen et al., 2007
49	<i>Lethrinus erythropterus</i>	1 - 60	Hamilton et al., 2004; Hamilton, 2005
54	<i>Calamus bajonado</i>	30 - 40	Heyman & Kjerfve, 2008; Paz & Grimshaw, 2001
55	<i>Pagrus auratus</i>	50 - 50	Cassie 1956a en Thresher, 1984; Kailola et al 1993 en Froese & Pauly, 2009 (Fishbase)
62	<i>Lachnolaimus maximus</i>	22 - 85	Heyman & Kjerfve, 2008; Sedberry et al., 2004
63	<i>Hipposcarus longiceps</i>	45 - 50	Colin & Bell, 1991
64	<i>Chlorurus microrhinos</i>	15 - 50	Colin & Bell, 1991; Venkataramani & Jayakumar, ____
66	<i>Chaetodipterus faber</i>	35 - 40	Heyman & Kjerfve, 2008
68	<i>Siganus vermiculatus</i>	1 - 30	Hamilton et al., 2004
70	<i>Siganus canaliculatus</i>	1 - 3	Hamilton et al., 2004
73	<i>Scomberomorus cavalla</i>	35 - 40	Heyman & Kjerfve, 2008
74	<i>Rhinesomus triqueter</i>	22 - 30	Heyman & Kjerfve, 2008
75	<i>Lactophrys trigonus</i>	20 - 40	Heyman & Kjerfve, 2008; Paz & Grimshaw, 2001
76	<i>Canthidermis sufflamen</i>	24 - 40	Heyman & Kjerfve, 2008; Whaylen et al., 2004; Whaylen et al., 2007
77	<i>Xanthichthys ringens</i>	35 - 40	Heyman & Kjerfve, 2008
78	<i>Cheilinus undulatus</i>	20 - 50	Juncker, 2007; Sluka, 2000
80	<i>Epinephelus morio</i>	20 - 120	Brulé et al., 2003; Coleman et al., 1996; Giménez- Hurtado et al., 2003
81	<i>Mycteroperca microlepis</i>	24 - 120	Brulé et al., 2003; Coleman et al., 1996; Gilmore & Jones, 1992; Gilmore y Jones, 1992, Coleman et al., 1996 en Domeier & Colin, 1997McGovern et al., 1998; Sedberry et al., 2006

IPSD, intervalo de profundidad de los sitios de desove.

7.4.1 Profundidad de los sitios de desove

La profundidad promedio de los sitios de desove (PPSD) varió de dos a 183 metros. El intervalo de variación, la media y la moda de PPSD fueron menores en el

Océano Indopacífico con respecto al Océano Atlántico (Fig. 7.37). La diferencia entre las medias fue de 12.33 m y de las modas fue de 7.50 m. La mayores frecuencias de los registros de la PPSD se observaron entre los 30 m y 50 m en el Océano Atlántico (75.58%) y entre los 10 m y 30 m en el Océano Indopacífico (71.79%).

La PPSD se exploró a través de los datos de 48 agrupadores transitorios y tres especies testigo (*C. undulatus*, *E. morio* y *M. microlepis*), representando áreas de Estados Unidos, el Golfo de México, Cuba, Islas Caimanes, el Mar Caribe Mexicano, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Belice y Jamaica en el Océano Atlántico; y áreas de Hawaii, Islas Marianas, Islas Marshall, India, Micronesia, Maldivas, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Australia y Nueva Caledonia en el Océano Indopacífico.

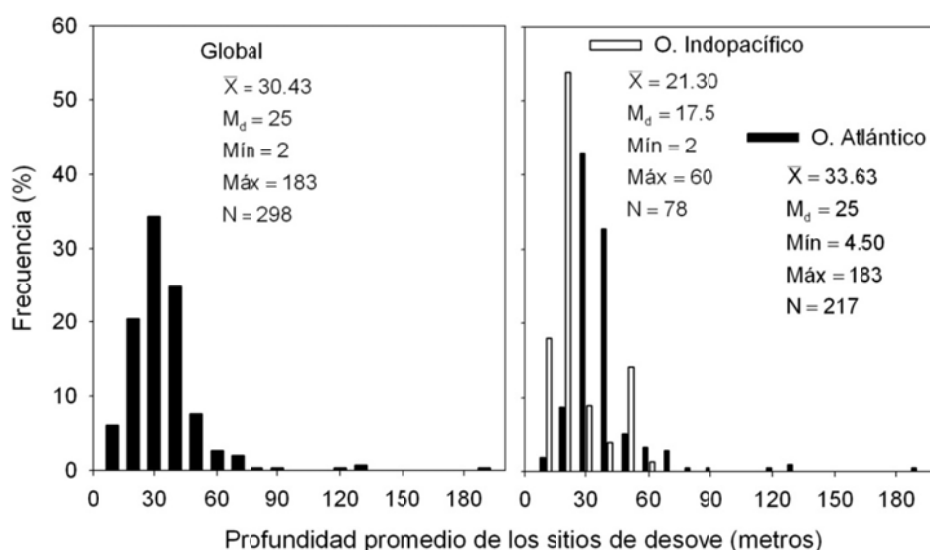


Figura 7.37. Histogramas de la profundidad promedio de los sitios de desove, en metros.

7.4.1.1 Latitud

La PPSD estuvo representada entre los 10° Lat y 33° Lat en el Océano Atlántico; y entre los -21° Lat y 21° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.38). La dispersión de la PPSD mostró que los sitios de desove de mayor profundidad se han registrado las latitudes mayores a los 10° Lat.

Las relaciones estadísticas entre la PPSD y la latitud fueron significativas en los MLGs y mediante la R de Spearman, y la tendencia que señalaron ambos métodos fue consistente en ambos hemisferios (Tabla 7.17). La relación latitud-PPSD en el Hemisferio Norte fue positiva ($b_1 = 0.0294$, Wald = 29.12, $p < 0.001$; R de Spearman = 0.27), sugiriendo que los sitios de desove tienden a situarse en zonas más profundas a latitudes más norteñas.

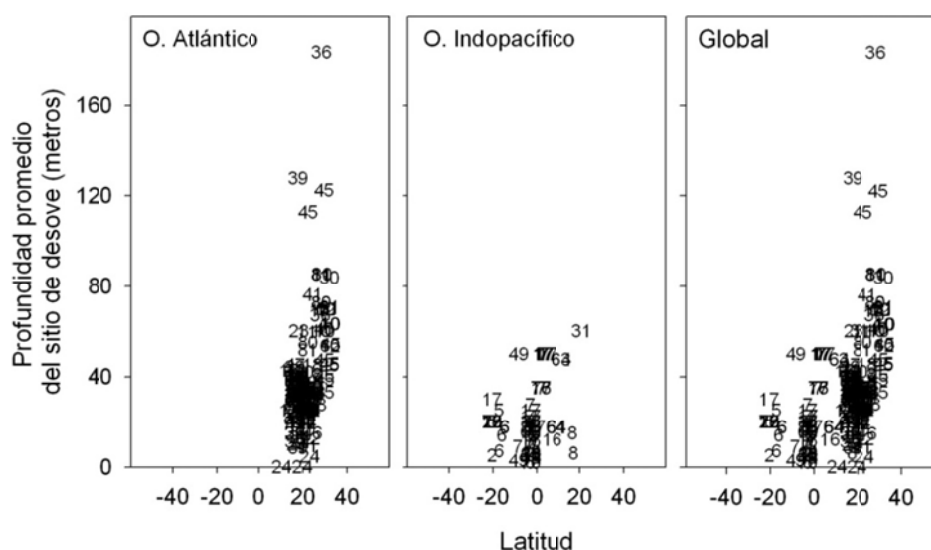


Figura 7.38. Disposición latitudinal de la profundidad promedio de los sitios de desove, global y por océanos.

Por su parte la relación latitud-PPSD en el Hemisferio Sur fue negativa, indicando que los sitios de desove tienden a situarse en zonas más profundas hacia latitudes más sureñas ($b_1 = -0.0174$, Wald = 4.80, $p = 0.03$; R de Spearman = -0.26). Esto sugiere que los sitios de desove tienden a situarse en zonas más someras hacia las latitudes más cercanas al Ecuador.

Tabla 7.17. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la profundidad promedio de los sitios de desove (PPSD) en función de la latitud, por hemisferios.

		Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG	Distribución teórica (Log V)	N Inversa (-1030.15)	Normal (-204.15)
	Función de enlace	$\eta = \log(PPSD)$	$\eta = \log(PPSD)$
	Ordenada al origen (b_0)	2.9220*	2.6678*
	Latitud (b_1)	0.0294*	-0.0174*
	Devianza nula (D_{nl})	-1009.32	-202.07
	Devianza residual (D_r)	1.57	3259.94
	Devianza escalada	250	59
	p	0.4524*	0.4023*
	R de Spearman		
	N	250	59
	R	0.2650	-0.2631
	t_{N-2}	4.3285	-2.0593
	p	>0.001*	0.0440*

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N Inversa, distribución normal inversa; Normal, distribución normal.

7.4.1.2 Relación de la profundidad con la talla máxima

La correlación entre la TMAP y la PPSD a partir de 47 agrupadores transitorios fue positiva y no significativa estadísticamente (Fig. 7.39). Sin embargo la probabilidad fue cercana a 0.05 existiendo la posibilidad de un error tipo II. No obstante la R de Spearman y la tendencia en la dispersión de los datos representan un indicio, de que los agrupadores transitorios que alcanzan una mayor longitud se les puede encontrar en sitios de desove de mayor profundidad. Cabe mencionar que *C. undulatus* (Sp 78) y *E. morio* (Sp 80) (especies testigo) siguieron la tendencia de las especies que forman ADTs (Fig. 7.39).

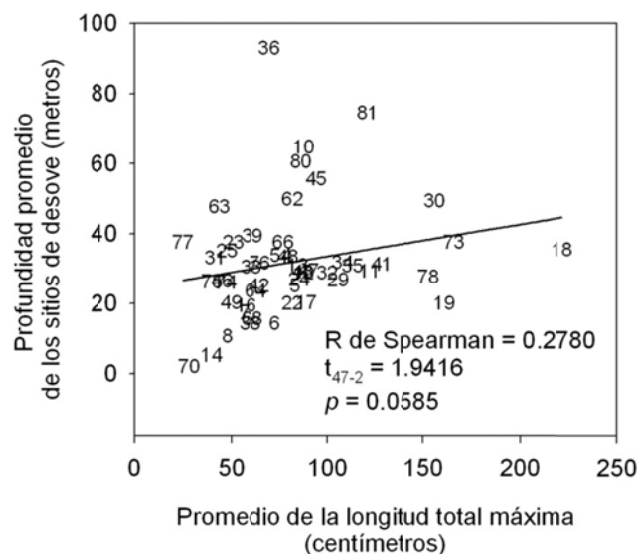


Figura 7.39. Correlación de la profundidad promedio de los sitios de desove de cada especie con respecto al promedio de la longitud total máxima, mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

7.4.1.2 Modelado conceptual

La exploración sobre la PPSD mostró una relación estadística entre la PPSD y la latitud. La relación se denominó como secundaria debido a que hipotéticamente es una relación resultante de la variación latitudinal de otras variables como la temperatura y el tamaño de los individuos puede estar implicado (Fig. 7.40).

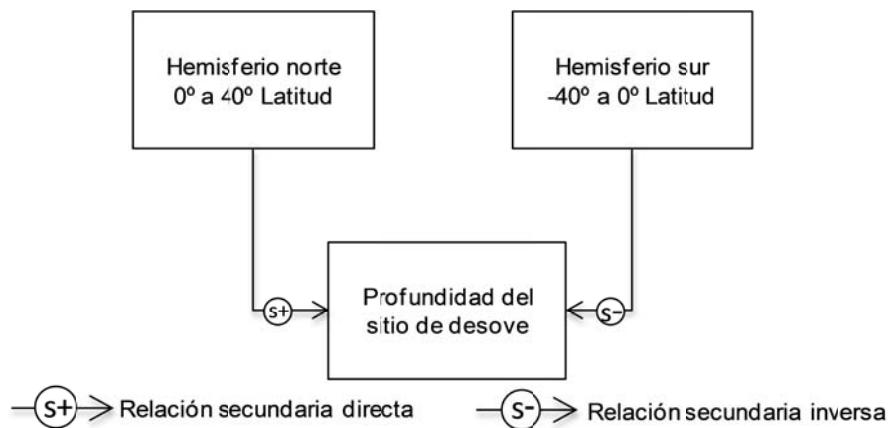


Figura 7.40. Modelo conceptual que representa la relación secundaria entre la profundidad promedio del sitio de desove y la latitud.

7.5 Etografía reproductiva

El comportamiento reproductivo se exploró a través del tipo de estructura social (42 datos), el tipo de organización para la fertilización (73 datos), la ocurrencia de cortejo (143 datos), la coloración reproductiva (127 datos), la territorialidad (43 datos), el tamaño de las agrupaciones (592 datos) y la migración (340 datos).

La información representó a poblaciones que se distribuyen de los -26.13° a los 32.42° de latitud y de los -96.98° a -20.74° de longitud en el Océano Atlántico, y de los -36.55° a los 35.44° de latitud y -157.03° a los 179.22° de longitud en el Océano Indopacífico (Fig. 7.41). La tabla 7.18 presenta un resumen de la información etológica-reproductiva de los agrupadores transitorios.

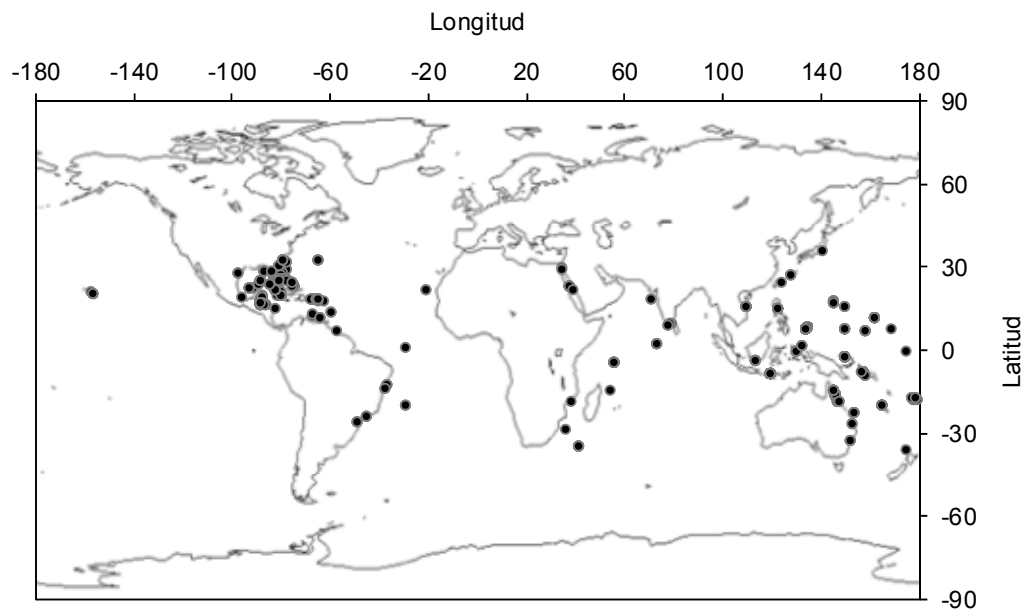


Figura 7.41. Ubicación geográfica de la información acerca del comportamiento reproductivo.

Tabla 7.18. Resumen de la información que describe el comportamiento reproductivo de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.

Clave	Especie	ES	OF	C	CL	TR	MG	TA	
								No. Individuos	Referencias
1	<i>Liza vaigiensis</i>						MG, EO, O		81, 89, 99, 119, 130, 136, 148, 162
2	<i>Crenimugil crenilabris</i>				NO		EO, O	100-1000	88, 93, 98, 108, 112, 162
3	<i>Neomyxus leuciscus</i>						O		88
4	<i>Plectropomus oligacanthus</i>			C	CL	TR	O		106, 107, 121, 144, 148, 172
5	<i>Plectropomus maculatus</i>		G, P				MG, EO, O		15, 69, 99, 114, 117, 121, 148
6	<i>Plectropomus leopardus</i>	H	G, P	C	CL	TR	MG, O	31-128	15, 80, 86, 107, 108, 112, 121, 125, 148, 166, 178, 180, 181, 203, 221, 222
7	<i>Plectropomus areolatus</i>		G, P	C	CL	TR	MG, O	10-1161	14, 86, 106, 107, 110, 111, 121, 144, 156, 157, 189, 218
8	<i>Cephalopholis argus</i>	H	P	C	CL	TR	O		14, 67, 119, 138, 144, 186
9	<i>Cephalopholis miniata</i>	H	P			TR	O		14, 72, 121, 172, 186, 187
10	<i>Mycteroperca phenax</i>	H	G, P	C	CL	TR	MG, EO, O	10-550	17, 42, 78, 92, 166, 182
11	<i>Mycteroperca bonaci</i>		P	C	CL		EO, O	10-2904	1, 17, 24, 38, 40, 94, 95, 96, 121, 179
12	<i>Mycteroperca venenosa</i>	H	G, P	C	CL		MG, O	15-580	1, 11, 17, 25, 38, 45, 51, 92, 94, 95, 146, 167, 177, 179, 201, 206
13	<i>Mycteroperca tigris</i>		G, P	C	CL		O	30-500	17, 38, 51, 92, 94, 95, 133, 146, 179, 206, 212
14	<i>Epinephelus ongus</i>						EO, O	1000	72, 86, 92, 117
15	<i>Epinephelus corallicola</i>						EO, O		14, 117, 148
16	<i>Epinephelus polyphekadion</i>		G, P	C	CL	TR	MG, O	48-4000	14, 54, 86, 106, 107, 112, 117, 121, 165, 166, 169
17	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	H	P	C	CL	TR	EO, O	10-1050	14, 85, 86, 99, 106, 107, 112, 121, 148, 156, 157, 169, 218
18	<i>Epinephelus itajara</i>	H	G, P	C	CL	TR	EO, O	10-88	17, 20, 30, 40, 50, 52, 53, 62, 63, 65, 74, 77, 116, 121, 122, 173, 192
19	<i>Epinephelus malabaricus</i>	G		C	CL	TR	EO, O	30	92, 107, 112, 166, 207
20	<i>Epinephelus trimaculatus</i>						O		92, 130
21	<i>Epinephelus multinotatus</i>						O		92, 119, 161
22	<i>Epinephelus cyanopodus</i>						O	25	92, 112, 121
23	<i>Epinephelus guttatus</i>	H	G, P	C	CL	TR	MG, O	100-2607	17, 18, 47, 51, 86, 92, 96, 107, 126, 147, 166, 175, 177, 185, 214
24	<i>Epinephelus striatus</i>	G, H	G	C	CL		MG, EO, O	12-135000	1, 2, 3, 8, 10, 12, 16, 17, 26, 28, 31, 38, 47, 51, 59, 64, 71, 92, 94, 95, 96, 121, 127, 146, 151, 152, 155, 166, 173, 176, 179, 190, 191, 201, 205, 211, 212, 213
25	<i>Epinephelus adscensionis</i>	H		C	CL	TR	O		17, 48, 115, 170, 193, 202, 217

Clave	Especie	ES	OF	C	CL	TR	TA		Referencias
							MG	No. Individuos	
26	<i>Epinephelus merra</i>		P	C			O, NO		101, 119, 121, 148, 160, 199
27	<i>Epinephelus maculatus</i>						O		92, 144
28	<i>Epinephelus spilotoceps</i>						EO, O		99, 119, 121, 143
29	<i>Trachinotus falcatus</i>	G	G	C	CL		EO, O	20-375	9, 60, 74, 82, 94, 95, 168
30	<i>Seriola dumerili</i>	G	P	C	CL		EO, O	120-5874	32, 82, 94, 96, 99, 154, 163, 166, 183
31	<i>Decapterus macarellus</i>			C	IN		O		30, 37, 94, 117, 141, 154, 196, 197
32	<i>Carangoides bartholomaei</i>	G	G	C	CL		O	7326	30, 57, 82, 94, 96, 121, 129, 194
33	<i>Carangoides ruber</i>	G	P	C	CL		O	40-5841	30, 57, 76, 82, 94, 95, 96, 121, 166, 212
34	<i>Caranx hippos</i>	G	G, P	C	CL		EO, O	10-6633	30, 74, 82, 94, 95, 96, 166, 194, 195
35	<i>Caranx latus</i>	G	G, P	C	CL		EO, O	35-5808	40, 76, 82, 94, 95, 96, 121, 155, 188, 196, 212, 217
36	<i>Caranx crysos</i>						O	20-3696	30, 95, 96, 118, 188, 196
37	<i>Symphorus nematophorus</i>						O		4, 148, 150
38	<i>Symphorichthys spilurus</i>						EO, O	100-500	4, 14, 86, 99, 108, 148
39	<i>Ocyurus chrysurus</i>						MG, O	20-8646	1, 4, 13, 38, 74, 75, 95, 96, 124, 132, 142, 155
40	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>						EO, O		5, 108, 120, 121, 166
41	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	G	G	C	CL, NO	NO	MG, O	50-9932	1, 17, 38, 39, 83, 94, 96, 97, 113, 121, 146
42	<i>Lutjanus griseus</i>		G	C			MG, EO, O		4, 17, 27, 38, 39, 61, 74, 184, 200
43	<i>Lutjanus jocu</i>	G	G	C	CL		MG, EO, O	10-8052	1, 17, 23, 38, 39, 68, 74, 83, 94, 95, 96, 113, 155, 212
44	<i>Lutjanus apodus</i>						EO, O	20-180	4, 17, 32, 95, 121, 146
45	<i>Lutjanus campechanus</i>	G	G	C	CL		O	20	4, 7, 17, 21, 153, 182
46	<i>Lutjanus synagris</i>	G	G	C	CL		MG, O		17, 32, 38, 39, 74, 188, 204, 215
47	<i>Lutjanus analis</i>		G	C	CL		MG, EO, O	88-8985	1, 17, 19, 30, 32, 38, 39, 94, 96, 139, 155, 210
48	<i>Haemulon album</i>			C	CL		O	20-5874	1, 30, 58, 94, 95, 96, 121, 155
49	<i>Lethrinus erythropterus</i>	G	G				MG, O	400-100000	14, 22, 86, 87, 121
50	<i>Lethrinus olivaceus</i>						O	50	117, 121, 148, 198, 209, 218
51	<i>Lethrinus xanthurus</i>						O		22, 117, 148
52	<i>Lethrinus harak</i>						EO, O		14, 121, 148
53	<i>Monotaxis grandoculis</i>						O		14, 121, 148
54	<i>Calamus bajonado</i>						O	50-4191	1, 95, 96, 121, 155, 194
55	<i>Pagrus auratus</i>		P				MG, O		29, 91, 140, 145, 166
56	<i>Acanthopagrus australis</i>						EO, O		73, 158
57	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>						EO, O		14, 99, 108, 121, 148
58	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>			C	CL	TR	EO, O		14, 99, 100, 107, 121, 141, 148
59	<i>Kyphosus bigibbus</i>						O		166

Clave	Especie	ES	OF	C	CL	TR	MG	TA	
								No. Individuos	Referencias
60	<i>Kyphosus cinerascens</i>						O		14, 198
61	<i>Kyphosus vaigiensis</i>						O		14, 119, 131, 166
62	<i>Lachnolaimus maximus</i>	H	P	C	CL	TR	MG, O	2772	30, 44, 49, 94, 96, 121, 123, 134, 135, 182, 203
63	<i>Hipposcarus longiceps</i>	H	P	C	CL	TR	O		43, 107, 144
64	<i>Chlorurus microrhinos</i>		G	C	CL	NO	EO, O	75	43, 99, 144, 148, 208
65	<i>Chlorurus frontalis</i>						EO, O		99, 121, 148
66	<i>Chaetodipterus faber</i>		P	C	CL		EO, O	15	33, 79, 94, 121, 128, 166
67	<i>Siganus randalli</i>						O		121, 144, 220
68	<i>Siganus vermiculatus</i>	G	P	C	CL		MG, EO, O	200-350	84, 86, 117, 159, 219
69	<i>Siganus puellus</i>			C	CL	TR	O		106, 107, 121, 148, 220
70	<i>Siganus canaliculatus</i>			C			MG, EO, O		64, 86, 90, 108, 109, 117, 166, 203, 220
71	<i>Naso lopezi</i>						O		14, 117, 121, 144
72	<i>Naso lituratus</i>		P	C	CL	TR	O		14, 107, 117, 119, 121, 164
73	<i>Scomberomorus cavalla</i>						O		56, 76, 166, 216, 217
74	<i>Rhinesomus triqueter</i>			C	CL		O	15-3564	41, 94, 95, 96, 121
75	<i>Lactophrys trigonus</i>		P	C	CL		O	43-250	1, 94, 95, 121, 155, 168
76	<i>Canthidermis sufflamen</i>			C	CL	TR	O	105-4950	1, 70, 76, 94, 96, 121, 212
77	<i>Xanthichthys ringens</i>		P	C	CL		O		6, 94, 121, 168, 203
78	<i>Cheilinus undulatus</i>	H	P	C	CL	TR	MG, O	25-250	34, 35, 36, 46, 54, 55, 66, 67, 86, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 112, 149, 157, 171, 174
80	<i>Epinephelus morio</i>	H	P	C		TR	O		17, 42
81	<i>Mycteroperca microlepis</i>	H	P	C	CL	TR	MG, O	100-550	17, 42, 78, 137, 183
83	<i>Acanthurus coeruleus</i>							700	95

ES, estructura social; OF, organización para la fertilización; C, cortejo; CL, coloración reproductiva; TR, territorialidad; MG, migración; TA, tamaño de las agrupaciones de desove; G, grupo; H, harén; P, pares; NO, no presenta; IN, indefinido; EO, estero-oceanódromo; O, oceanódromo. Referencias: 1, Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; 2, Aguilar-Perera, 1994; 3, Aguilar-Perera, 2006; 4, Allen, 1985 en Fishbase; 5, Allen, 1985, 1987 en Ming-Yih *et al.*, 2003; 6, Arneson, en Thersher, 1984; 7, Arnold *et al.*, 1978 en Grimes, 1987; 8, Bardach *et al.* 1958 en Sosa-Cordero *et al.*, 2009; 9, Berry & Smith-Vaniz 1978 en Fishbase; 10, Böhlke & Chaplin, 1968 en Sosa-Cordero *et al.*, 2009; 11, Böhlke & Chaplin, 1993 en Fishbase; 12, Bolden, 2000; 13, Bortone & Williams, 1986 en Martinez-Andrade, 2003; 14, Broad, 2003 en Fishbase; 15, Brown *et al.*, 1991 en Fishbase; 16, Brownell & Rainey, 1971 en Sadovy & Eklund, 1999; 17, Brulé *et al.*, ____; 18, Burnett-Herkes, 1975 en Domeier & Colin, 1997; 19, Burton *et al.*, 2005; 20, Calaveri-Gerhardinger *et al.*, 2006; 21, Camber, 1955 en White & Palmer, 2004; 22, Carpenter & Allen, 1989 en Fishbase; 23, Carter & Perrine, 1994; 24, Carter *et al.*, 1991; 25, Carter *et al.*, 1992; 26, Carter *et al.*, 1993; 27, Carter *et al.*, 1994; 28, Carter, 1989 en Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; 29, Cassie, 1956a en Thresher, 1984; 30, Cervigón *et al.*, 1992 en Fishbase; 31, Cervigón, 1966 en Sadovy & Eklund, 1999; 32, Cervigón, 1993 en Fishbase; 33, Chapman, 1978 en Thresher 1984; 34, Chateau & Wantiez, 2007 en Colin, 2010; 35, Choat en Russell, 2004; 36, Choat, en Russell, 2004; 37, Clarke & Provitera, 1995; 38, Claro & Lindeman, 2003; 39, Claro & Lindeman, 2008; 40, Claro, 1994 en Fishbase; 41, Coad, 1995 en Fishbase; 42, Coleman *et al.*, 1996; 43, Colin & Bell, 1991; 44, Colin & Clavijo, 1988; 45, Colin 1992 en Ang & De Wreede, 1990; 46, Colin en Sadovy *et al.*, 2003; 47, Colin *et al.*, 1987; 48, Colin *et al.*, 1987 en Kline *et al.*, 2011; 49, Colin, 1982 en Fishbase; 50, Colin, 1990 en Bullock *et al.*, 1992; 51, Colin, 1992; 52, Colin, 1994; 53, Colin, 1994 en Sadovy & Eklund, 1999; 54, Colin, 2010; 55, Colin, en Sadovy *et al.*, 2003; 56, Collette & Nauen, 1983 en Fishbase; 57, Coupal *et al.*, 1992 en Fishbase; 58, Courtenay & Sahlman, 1978 en Fishbase; 59, Cousteau,

TA									
Clave	Especie	ES	OF	C	CL	TR	MG	No. Individuos	Referencias
		en Thresher, 1984; 60, Crabtree <i>et al.</i> , 2002 en Graham & Castellanos, 2005; 61, Croker, 1960 en Thresher 1984; 62, DeMaria en Sadovy & Eklund, 1999; 63, DeMaria, en Sadovy & Eklund, 1999; 64, Domeier & Colin, 1997; 65, Domeier & Colin, 1997 en Sadovy & Eklund, 1999; 66, Domeier and Colin 1997 en Russell, 2004; 67, Donaldson, 1995; 68, Feitoza <i>et al.</i> , 2003 en Fishbase; 69, Ferreira, 1993 en Johannes <i>et al.</i> , 1994; 70, Figueiredo & Menezes, 2000 en Fishbase; 71, Fine, 1990, 1992 en Sadovy & Eklund, 1999; 72, Fischer <i>et al.</i> , 1990 en Fishbase; 73, Fishbase; 74, Florida Museum of Natural History, 2005 en Fishbase; 75, Frimodt, 1995 en Fishbase; 76, Gasparini & Floeter, 2001 en Fishbase; 77, Gerhardinger <i>et al.</i> , 2006; 78, Gilmore & Jones, 1992; 79, Gines & Cervigón, 1967 en Fishbase; 80, Goeden, 1978 en Fishbase; 81, Gopalakrishnan, en Johannes, 1978; 82, Graham & Castellanos, 2005; 83, Graham, 2003 en Graham & Castellanos, 2005; 84, Gundermann <i>et al.</i> , 1983; 85, Günther 1873 en Fishbase; 86, Hamilton <i>et al.</i> , 2004; 87, Hamilton, 2005; 88, Harrison & Senou, 1997 en Fishbase; 89, Harrison & Senou, 1999 en Fishbase; 90, Hasse <i>et al.</i> , en prensa en Johannes, 1978; 91, Hayes, 1994 en Fishbase; 92, Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; 93, Helfrich & Allen, 1975 en Thresher 1984; 94, Heyman & Kjerfve, 2008; 95, Heyman & Requena, 2002; 96, Heyman & Requena, 2003; 97, Heyman <i>et al.</i> , 2005; 98, Hiatt & Strasburg, 1960 en Fishbase; 99, Hoese <i>et al.</i> , 2006 en Fishbase; 100, Honebrink, 1990 en Fishbase; 101, Inagami <i>et al.</i> , 2007; 102, Johannes & Squire en Colin, 2010; 103, Johannes & Squire, 1988 en Russell, 2001; 104, Johannes & Squire, en Colin, 2010; 105, Johannes and Squire 1988 en Russell, 2004; 106, Johannes <i>et al.</i> , 1994; 107, Johannes <i>et al.</i> , 1999; 108, Johannes, 1978; 109, Johannes, 1981 en Thresher 1984; 110, Johannes, 1988 en Domeier & Colin, 1997; 111, Johannes, 1989 en Johannes <i>et al.</i> , 1994; 112, Juncker, 2007; 113, Kadison <i>et al.</i> , 2006; 114, Kailola <i>et al.</i> , 1993 en Fishbase; 115, Kline <i>et al.</i> , 2011; 116, Koenig & Coleman, 2009; 117, Kuitert & Tonoizuka, 2001 en Fishbase; 118, Leak, 1977, 1981 en Shaw & Drullinger, 1990; 119, Letourneur <i>et al.</i> , 2004 en Fishbase; 120, Lewis & Pring, 1986 en Fishbase; 121, Lieske & Myers, 1994 en Fishbase; 122, Lindall <i>et al.</i> , 1975 en Sadovy & Eklund, 1999; 123, Lindholm <i>et al.</i> , 2006; 124, Lloris & Rucabado, 1990 en Fishbase; 125, Loubens, 1980 en Johannes <i>et al.</i> , 1994; 126, Luckhurst <i>et al.</i> , 2006; 127, Manday & Fernandez, 1966 en Thresher, 1984; 128, Manrique <i>et al.</i> , en prensa en Robaina & Salaya, 1999; 129, Martin & Patus, 1984 en Fishbase; 130, Masuda & Allen, 1993 en Fishbase; 131, Masuda <i>et al.</i> , 1984 en Fishbase; 132, Mateo & Tobias, 2001 en Cummings, 2004; 133, Matos-Caraballo <i>et al.</i> , 2006; 134, McBride & Johnson, 2007; 135, McBride <i>et al.</i> , 2001; 136, McDowall, 1997 en Fishbase; 137, McGovern <i>et al.</i> , 1998; 138, Meyer, 2004 en Rhodes <i>et al.</i> , 2008; 139, Morley, 2010; 140, Morrison-Cassie, 1956; 141, Mundy, 2005 en Fishbase; 142, Munro <i>et al.</i> , 1973 en Figuerola <i>et al.</i> , 1997; 143, Myers, 1991 en Fishbase; 144, Myers, 1999 en Fishbase; 145, Nakamura, 1997 en Fishbase; 146, Nemeth <i>et al.</i> , 2006; 147, Nemeth <i>et al.</i> , 2007; 148, Nguyen & Neguyen, 2006 en Fishbase; 149, Oakley en Colin, 2010; 150, Ocean Biogeographic Information System, 2006 en Fishbase; 151, Olsen & LaPlace, 1979 en Sadovy & Eklund, 1999; 152, Olsen & LaPlace, 1979 en Sosa-Cordero <i>et al.</i> , 2009; 153, Papanikos <i>et al.</i> , 2008; 154, Paxton <i>et al.</i> , 1989 en Fishbase; 155, Paz & Grimshaw, 2001; 156, Pet & Muljadi, 2001; 157, Pet <i>et al.</i> , 2005; 158, Pollock, 1984; 159, Popper <i>et al.</i> , 1976 en Johannes, 1978; 160, Randall & Brock, 1960 en Fishbase; 161, Randall & Heemstra, 1991 en Fishbase; 162, Randall <i>et al.</i> , 1990 en Fishbase; 163, Randall, 1995 en Fishbase; 164, Randall, 2001 en Fishbase; 165, Rhodes & Sadovy, 2002; 166, Riede, 2004 en Fishbase; 167, Rielinger, 1999 en Cummings, 2007; 168, Robins & Ray, 1986 en Fishbase; 169, Robinson <i>et al.</i> , 2008; 170, Rocha <i>et al.</i> , 2008; 171, Russell, 2004; 172, Sabetian, 2003; 173, Sadovy & Eklund, 1999; 174, Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2010; 175, Sadovy <i>et al.</i> , 1994; 176, Sadovy, 1993; 177, Sadovy, 2001 en Nemeth <i>et al.</i> , 2006; 178, Saimoilys & Squire, 1994; 179, Sala <i>et al.</i> , 2001; 180, Saimoilys & Squire 1994 en Saimoilys, 1997; 181, Saimoilys, 1997; 182, Sedberry <i>et al.</i> , 2004; 183, Sedberry <i>et al.</i> , 2006; 184, Serrano, 2008; 185, Shapiro <i>et al.</i> , 1993 en Fishbase; 186, Shpigel & Fishelson, 1991a en Rhodes <i>et al.</i> , 2008; 187, Shpigel, 1985 en Erisman <i>et al.</i> , 2009; 188, Silvano <i>et al.</i> , 2006; 189, Sluka, 2000; 190, Smith, 1972 en Shapiro, 1987; 191, Smith, 1972 en Thresher, 1984; 192, Smith, 1976 en Sadovy & Eklund, 1999; 193, Smith, 1990 en Fishbase; 194, Smith, 1997 en Fishbase; 195, Smith-Vaniz <i>et al.</i> , 1990 en Fishbase; 196, Smith-Vaniz, 1986 en Fishbase; 197, Smith-Vaniz, 1995 en Fishbase; 198, Sommer <i>et al.</i> , 1996 en Fishbase; 199, Soyano <i>et al.</i> , 2003; 200, Starck, 1970 en Claro & Lindeman, 2008; 201, Starr <i>et al.</i> , 2007; 202, Thompson & Munro, 1983 en Fishbase; 203, Thresher, 1984; 204, Torres-Lara <i>et al.</i> , 1990; 205, Tucker <i>et al.</i> , 1993; 206, Tuz-Sulub <i>et al.</i> , 2006; 207, Van Der Elst & Adkin, 1991 en Fishbase; 208, Venkataramani & Jayakumar, ____; 209, Wassef & Bawazeer, 1992; 210, Watanabe, 2001; 211, Whaylen <i>et al.</i> , 2004; 212, Whaylen <i>et al.</i> , 2004; 213, Whaylen <i>et al.</i> , 2007; 214, Whiteman <i>et al.</i> , 2005; 215, Wicklund, 1969 en Thresher 1984; 216, Williams & Godcharles, en Finucane <i>et al.</i> , 1986; 217, Willoughby <i>et al.</i> , 1999 en Fishbase; 218, Wilson <i>et al.</i> , 2010; 219, Woodland, 1990 en Fishbase; 220, Woodland, 1997 en Fishbase; 221, Zeller, 1997; 222, Zeller, 1998							

7.5.1 Estructura social

El grupo y el harén fueron los tipos definidos de estructura social (ES) en que ocurren las ADTs. La moda global y en el Océano Indopacífico fue el harén, mientras que en el Océano Atlántico fue el grupo (Fig. 7.42).

Los 42 registros corresponden a 25 agrupadores transitorios, 16 del Océano Atlántico y 9 del Océano Indopacífico. Los datos representaron áreas de Estados Unidos, el Golfo de México, Cuba, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico y Belice en el Océano Atlántico; y áreas del Mar Rojo, Hawaii, Islas Marianas, Islas Marshall, Islas Salomón, Indonesia, Australia, Fiji y Nueva Caledonia en el Océano Indopacífico.

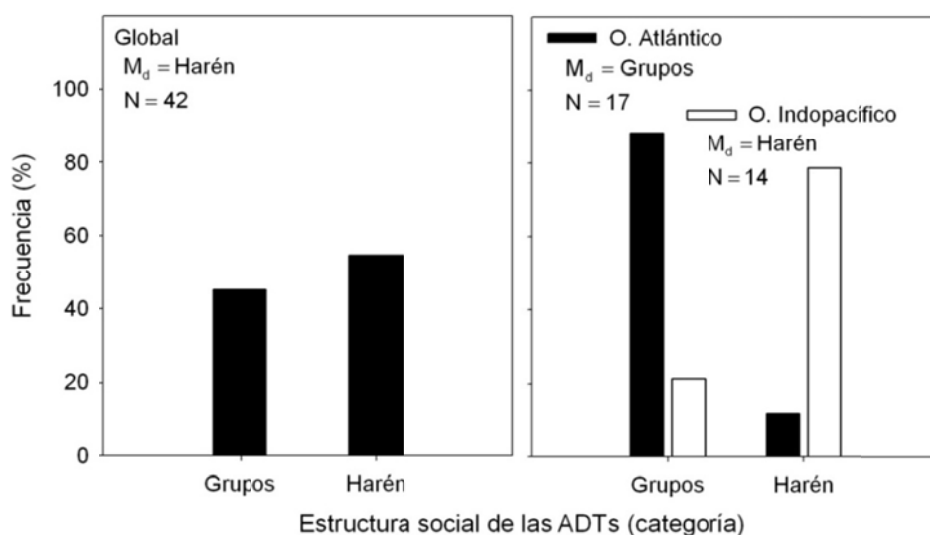


Figura 7.42. Histogramas de la estructura social de las agrupaciones de desove transitorias (ADTs).

7.5.1.1 Latitud

Los dos tipos de ES en las ADTs se encontraron representados en ambas áreas oceánicas (Fig. 7.43). Las agrupaciones con una estructura en grupos se han observado entre los 16° Lat y los 22° Lat en el Océano Atlántico y entre los -20° Lat y los -8° Lat en el Océano Indopacífico. Mientras que la estructura en harén se ha observado entre los 16° Lat y los 29° Lat en el Océano Atlántico y entre los -20° Lat y

los 30° Lat en el Océano Indopacífico. La disposición latitudinal de la estructura social se muestra sin patrón aparente, por el hecho del traslape de los intervalos de latitud donde se presenta cada tipo de estructura (Fig. 7.43).

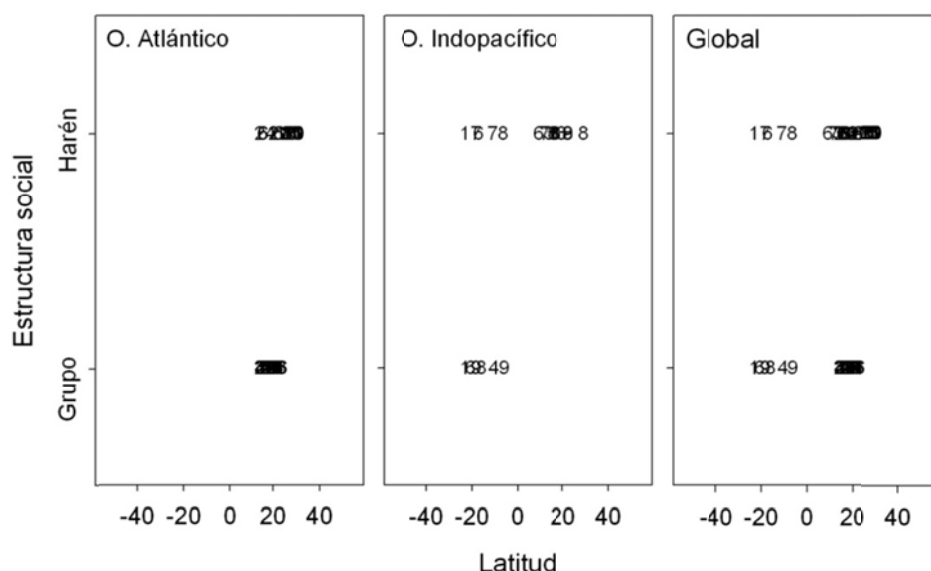


Figura 7.43. Disposición latitudinal de la estructura social de las agrupaciones de desove transitorias (ADTs), global y por océanos.

7.5.2 Organización para la fertilización

El grupo y los pares fueron los tipos de organización para la fertilización (OF) registrados para los agrupadores transitorios. La moda global y en el Océano Atlántico fue la organización de grupo, mientras que en el Océano Indopacífico fue de pares (Fig. 7.44).

Los 73 registros corresponden a 37 agrupadores transitorios, 22 del Océano Atlántico y 15 del Océano Indopacífico. La información representó áreas de Estados Unidos, el Golfo de México, Cuba, Islas Caimanes, Puerto Rico y Belice en el Océano Atlántico; y áreas del Mar Rojo, Hawaii, Islas Marshall, Micronesia, Maldivas, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Indonesia y Australia en el Océano Indopacífico.

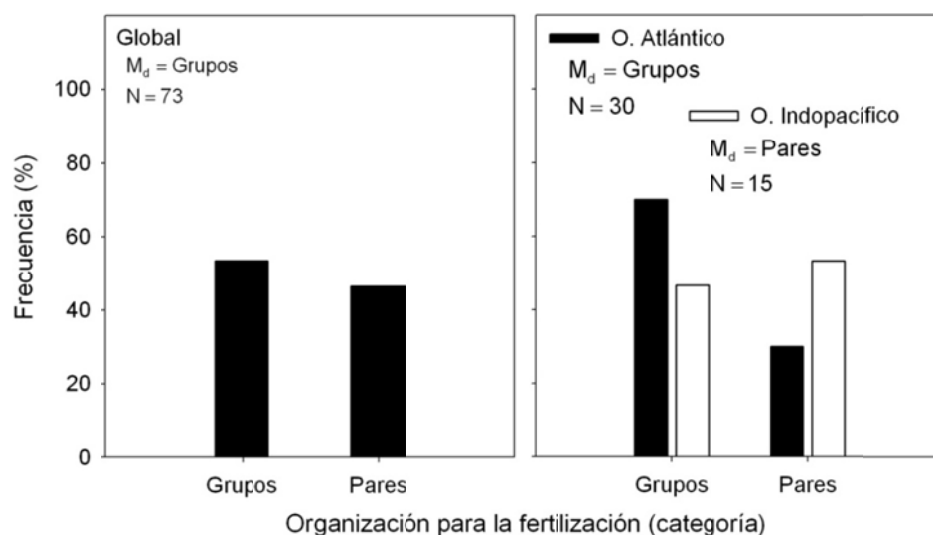


Figura 7.44. Histogramas de la organización para la fertilización de los agrupadores transitorios.

7.5.2.1 Latitud

Los dos tipos de organización para la fertilización se encontraron representados en ambos océanos (Fig. 7.45). El tipo de fertilización en grupos se registró entre los 16° Lat y los 29° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -9° Lat y los 12° Lat en el Océano Indopacífico. Mientras que el tipo de fertilización en pares se registró entre los 16° Lat y los 29° Lat en el Océano Atlántico y entre los -17° Lat y 19° Lat en el Océano Indopacífico.

La disposición latitudinal de los tipos de organización para la fertilización carece de un patrón latitudinal, ya que ambos tipos se presentaron en intervalos de latitud similares en ambos océanos (Fig. 7.45). En el Océano Atlántico los datos se dispersaron en un intervalo latitudinal más estrecho con respecto al Océano Indopacífico.

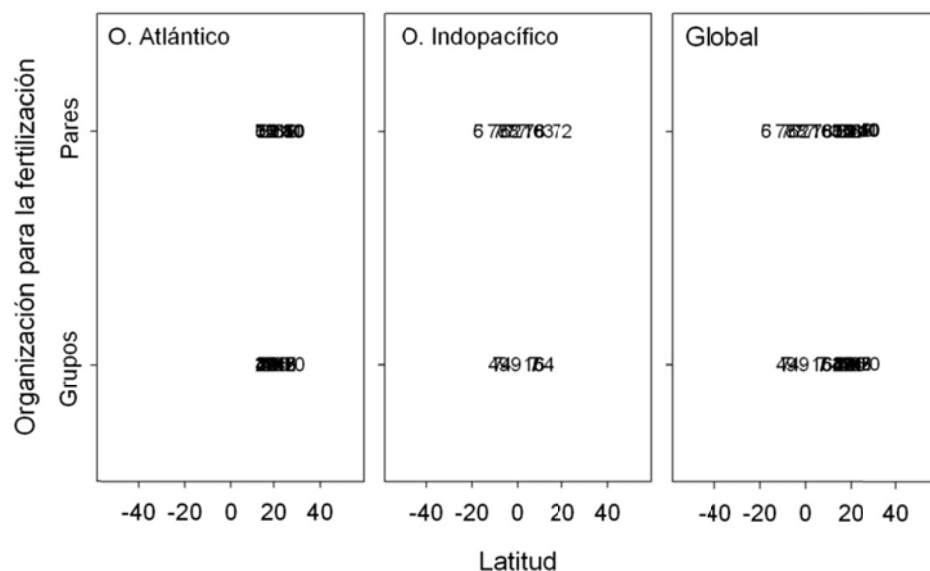


Figura 7.45. Disposición latitudinal de la organización para la fertilización de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

7.5.2.2 Relación de la estructura social y la organización para la fertilización

La figura 7.46 mostró especies cuyas agrupaciones presentan ES de harén y una OF de pares: *H. longiceps*, *L. maximus*, *E. fuscoguttatus*, *C. miniata* y *C. argus*; y las especies testigo, *M. microlepis*, *E. morio* y *C. undulatus*. También sobresalieron especies que presentaron ES de grupo y OF de grupo: *L. erythropterus*, *L. synagris*, *L. campechanus*, *L. jocu*, *L. cyanopterus* y *T. falcatus*.

Cabe mencionar que 11 de las 42 especies en la figura 7.46 presentaron los dos tipos de OF, seis de los cuales estuvieron posicionados junto a una ES de harén y solo dos se posicionaron junto a una ES de grupo. Mientras que solo una especie (*E. striatus*) se observó con los dos tipos de ES y asociado a una OF de grupo.

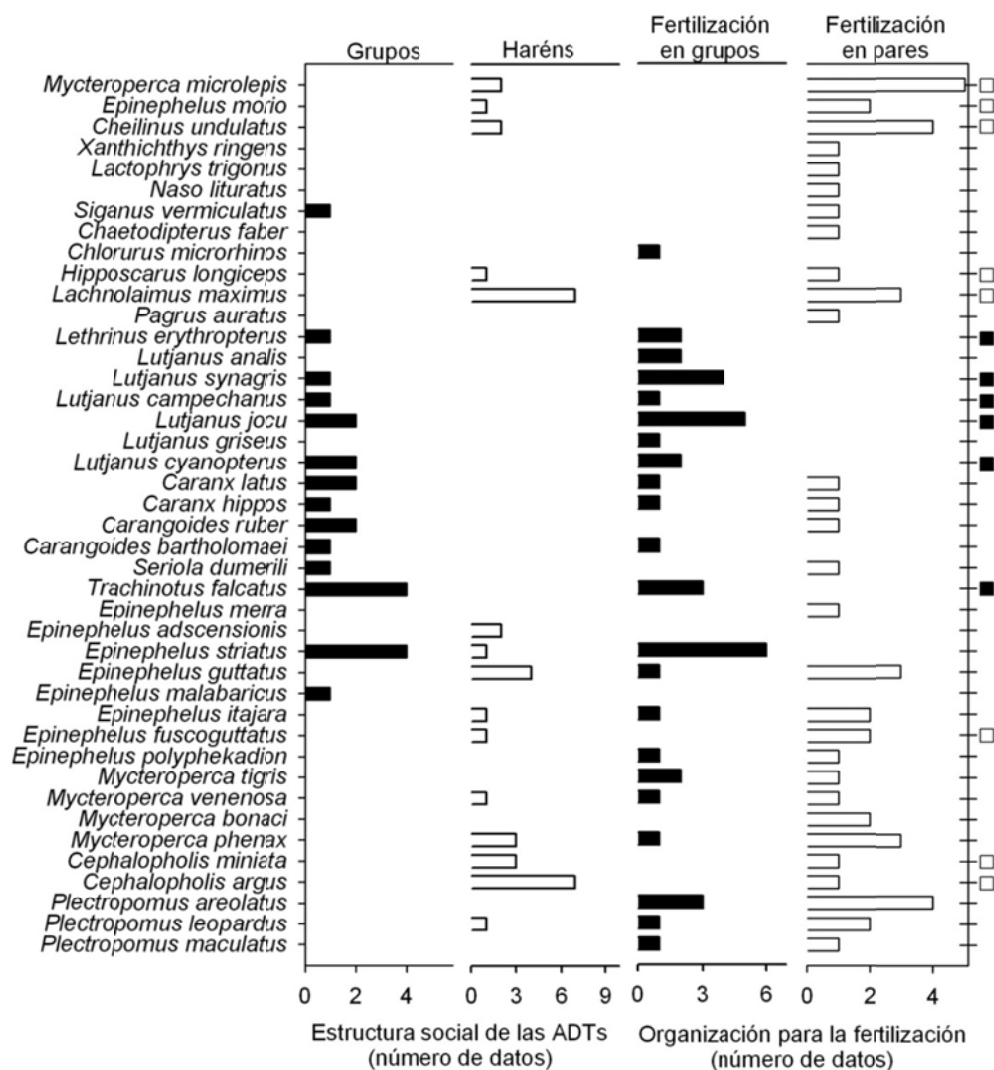


Figura 7.46. Posicionamiento del tipo de estructura social (ES) de las agrupaciones de desove transitorias (ADTs) junto al tipo de organización de los individuos al momento de la fertilización (OF), por especie. *Cheilinus undulatus* y *Epinephelus morio* son especies testigo. Los cuadros negros en el eje izquierdo señalan a las especies que presentan una ES en grupos y una OF en grupos; y los cuadros blancos indican a las especies con una ES en harén y una OF en pares.

7.5.2.3 Modelado conceptual

Los tipos de ES presentaron patrones de correspondencia con los tipos de organización para la fertilización (OF). El modelado conceptual representó tres patrones de correspondencia (Fig. 7.47), el primero mostrando a la ES de grupo en una relación de correspondencia con la OF en grupos, el segundo representando la

relación de correspondencia entre la ES de harén y la OF en pares, y el tercero representando el hecho de que especies con cualquier tipo de ES han presentado ambos tipos de OF.

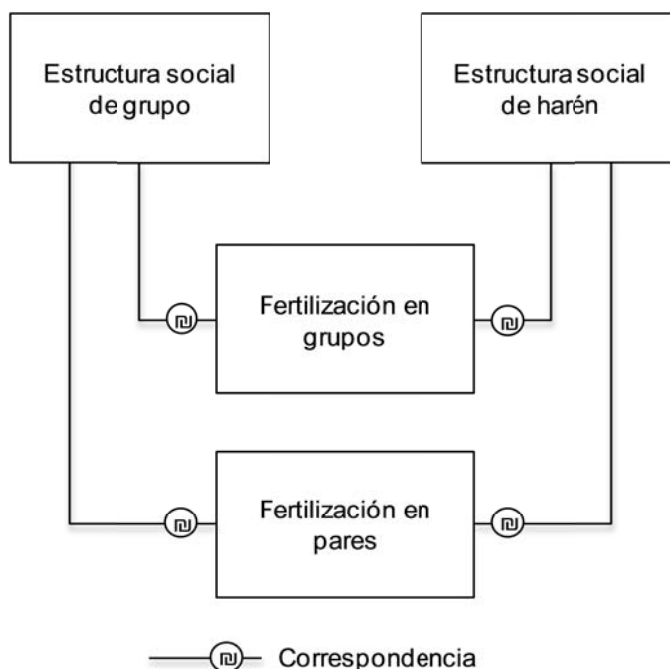


Figura 7.47. Modelo conceptual que representa la relación de correspondencia entre la estructura social y la organización para la fertilización.

7.5.3 Cortejo, coloración reproductiva y territorialidad

La presencia de cortejo se registró en 43 agrupadores transitorios y tres especies testigo (*C. undulatus*, *E. morio* y *M. microlepis*), de las familias Epinephelidae, Carangidae, Lutjanidae, Haemulidae, Mullidae, Labridae, Scaridae, Ehippidae, Siganidae, Acanthuridae, Ostracidae y Balistidae. La información de 27 especies representó áreas de Estados Unidos, el Golfo de México, Bahamas, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico y Belice en el Océano Atlántico; mientras que 16 especies representaron áreas de Japón, India, Islas Marianas, Islas Marshall, Micronesia, Maldivas, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Seychelles, Islas Salomón, Australia y Fiji en el Océano Indopacífico.

Los registros de coloración correspondieron a 41 agrupadores transitorios y dos especies testigo (*C. undulatus* y *M. microlepis*), de las familias Mugilidae, Epinephelidae, Carangidae, Lutjanidae, HAemulidae, Mullidae, Labridae, Scaridae, Ephippidae, Siganidae, Acanthuridae, Ostraciidae y Balistidae. Solo la especie *L. cyanopterus* cuenta con un registro de no ocurrencia de coloración reproductiva en el Banco Grammanik de Islas Vírgenes (Kadison *et al.*, 2006), aunque otros registros sugieren que si presenta cambios de coloración (Heyman *et al.*, 2005; Heyman & Kjerfve, 2008). Por otra parte la especie *D. macarellus* quedó como indefinido en cuanto a cambios de coloración (Clarke & Provitera, 1995). La coloración reproductiva estuvo representada por 26 especies en áreas de Estados Unidos, Bahamas, Golfo de México, Islas Caimanes, Mar Caribe Mexicano, Islas Vírgenes, Puerto Rico y Belice en el Océano Atlántico; mientras que 15 especies representaron áreas de Hawaii, India, Islas Marianas, Islas Marshall, Micronesia, Maldivas, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Seychelles, Islas Salomón, Australia, Fiji y Nueva Caledonia en el Océano Indopacífico.

La información sobre territorialidad reproductiva correspondió a 20 especies agrupadores transitorios y tres especies testigo (*C. undulatus*, *M. microlepis* y *E. morio*), de las familias Epinephelidae, Lutjanidae, Mullidae, Labridae, Scaridae, Siganidae, Acanthuridae y Balistidae. Solo las especies *L. cyanopterus* y *C. microrrhinos* tuvieron un registro de no territorialidad reproductiva (Colin & Bell, 1991; Kadison *et al.*, 2006). La territorialidad reproductiva estuvo representada por seis especies en áreas de Estados Unidos, el Golfo de México, Islas Vírgenes, Puerto Rico y Belice en el Océano Atlántico; y por 14 especies en áreas del Golfo de Aqaba, Mar Rojo, Hawaii, Islas Marianas, Islas Marshall, Micronesia, Seychelles y Australia en el Océano Indopacífico.

7.5.3.1 Relación del cortejo, el cambio de coloración y la territorialidad

La manifestación de algún tipo de comportamiento reproductivo o cortejo durante el desove fue consistente en los registros, incluso en las especies testigo

(Fig. 7.48); coincidiendo con la presencia de cambios de coloración y territorialidad o actividades de defensa durante las agregaciones.

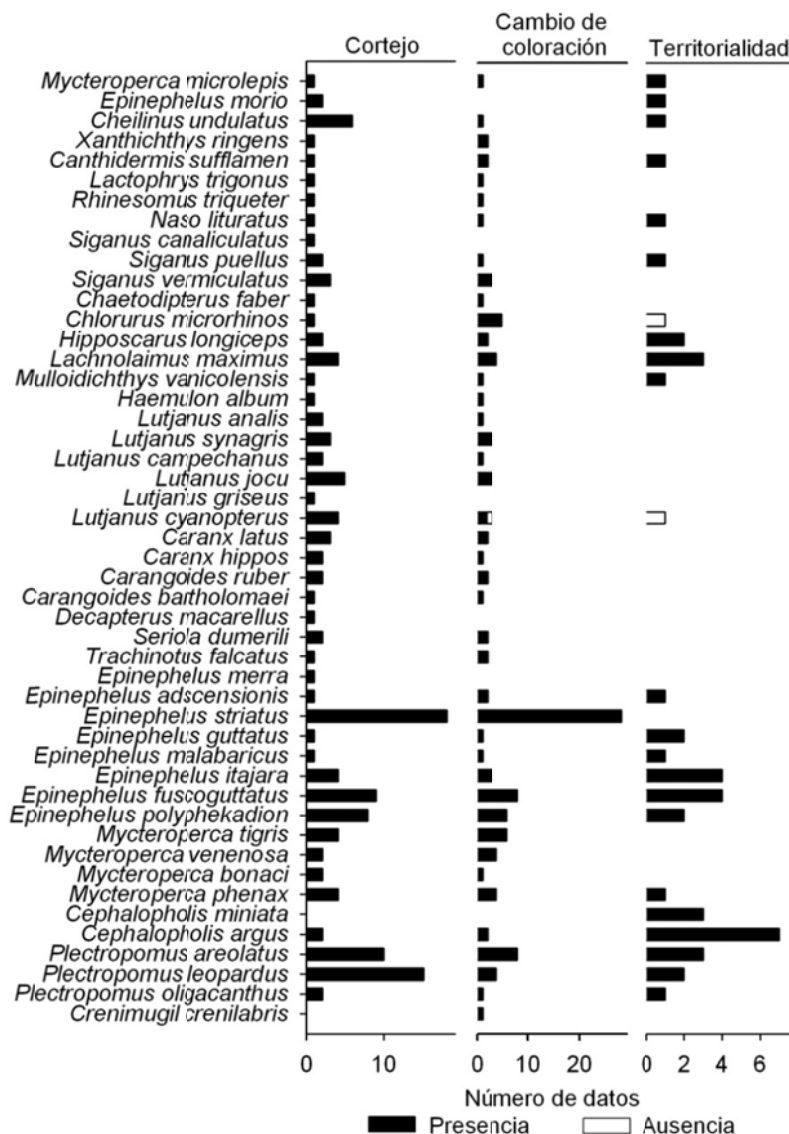


Figura 7.48. Posicionamiento del número de registros de cortejo, cambios de coloración y territorialidad de los agrupadores transitorios, por especie. *C. undulatus* y *E. morio* son especies testigo. Las barras negras indican datos de presencia y las barras blancas corresponden a los datos de ausencia.

Solo la especie *L. cyanopterus* tuvo un registro de cortejo, junto a ausencia de cambios de coloración y también falta de comportamiento territorial en la misma

agrupación (Kadison *et al.*, 2006). Mientras que *C. microrhinos* presentó cortejo, cambios de coloración pero no comportamiento territorial (Colin & Bell, 1991) (Fig. 7.48).

La territorialidad comúnmente correspondió a especies que presentan una ES de harén, como *H. longiceps*, *L. maximus*, *E. adscensionis*, *E. guttatus*, *E. itajara*, *E. fuscoguttatus*, *M. microlepis*, *M. phenax*, *C. miniata*, *P. leopardus*, *C. undulatus* (testigo) y *E. morio* (testigo) (Fig. 7.48 y sección 7.5.2.2). Aunque también puede estar asociada a la ES de grupo, como en *E. malabaricus*.

7.5.4 Tamaño de las agrupaciones

Los registros del tamaño promedio de las agrupaciones (TAD) variaron de 10 a 135,000 individuos, considerando los valores reportados como promedio y también las aproximaciones al promedio a través del mínimo y el máximo. El intervalo de variación y la media del TAD fueron mayores en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico (Fig. 7.49). La mayores frecuencias de los registros de la TPAD se observaron por bajo de los 1,000 individuos; el 92.43% en el Océano Indopacífico y el 65.69% en el Océano Atlántico.

La información representó áreas de Estados Unidos, Bermudas, Bahamas, Golfo de México, Cuba, Islas Caimanes, Mar Caribe Mexicano, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Honduras y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de las Islas Marshall, Micronesia, Indonesia, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón, Australia, Fiji y Nueva Caledonia en el Océano Indopacífico.

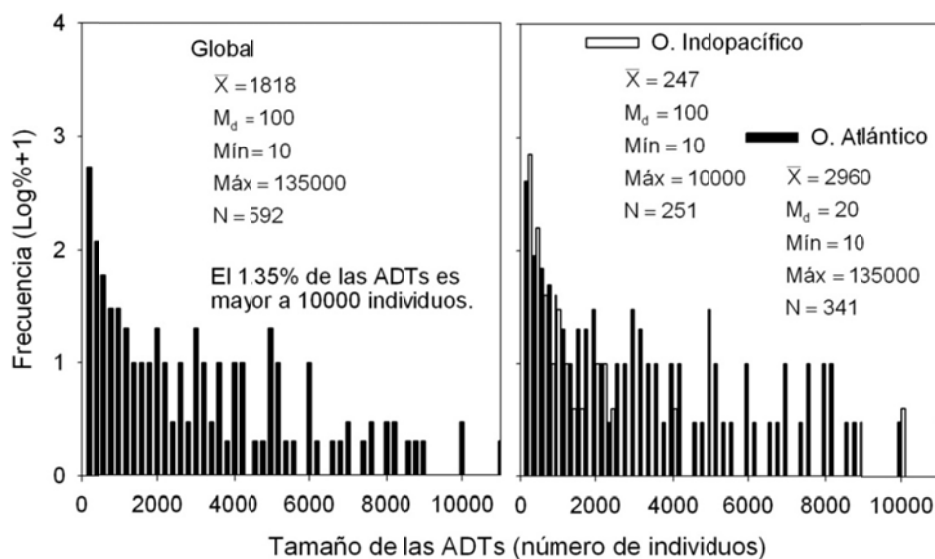


Figura 7.49. Histogramas del tamaño de las agrupaciones de desove transitorias (TAD), en número de individuos.

7.5.4.1 Latitud

El TAD estuvo representado en los -13.92° Lat y entre los 16° Lat y los 33° Lat en el Océano Atlántico y entre los -21° Lat y los 12° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.50). Los registros de las ADTs entre los 2,000 y 10,000 individuos corresponden a las latitudes entre los 16° y 23° en el Océano Atlántico; y entre los -8° Lat y los 7° Lat en el Océano Indopacífico. Cabe mencionar que el intervalo de latitud representado en el Océano Atlántico es más estrecho que en el Océano Indopacífico.

Las tendencias señaladas por los MGLs y la R de Spearman fueron inconsistentes y estadísticamente no significativas en el Hemisferio Norte. El MLG presentó un buen ajuste y su b_1 fue positiva pero estadísticamente igual a cero (Wald = 0.9035, $p = 0.3418$). Mientras que la R de Spearman fue negativa y tampoco difiere estadísticamente de cero (Tabla 7.19).

Por otra parte las tendencias estadísticas sugieren que los mayores TAD se encontraron hacia latitudes más cercanas al Ecuador en el Hemisferio Sur. Una vez que el MLG presentó una b_1 positiva y estadísticamente diferente de cero (Wald = 8.4777, $p = 0.0036$), mientras que la R de Spearman fue también positiva y estadísticamente significativa (Tabla 7.19).

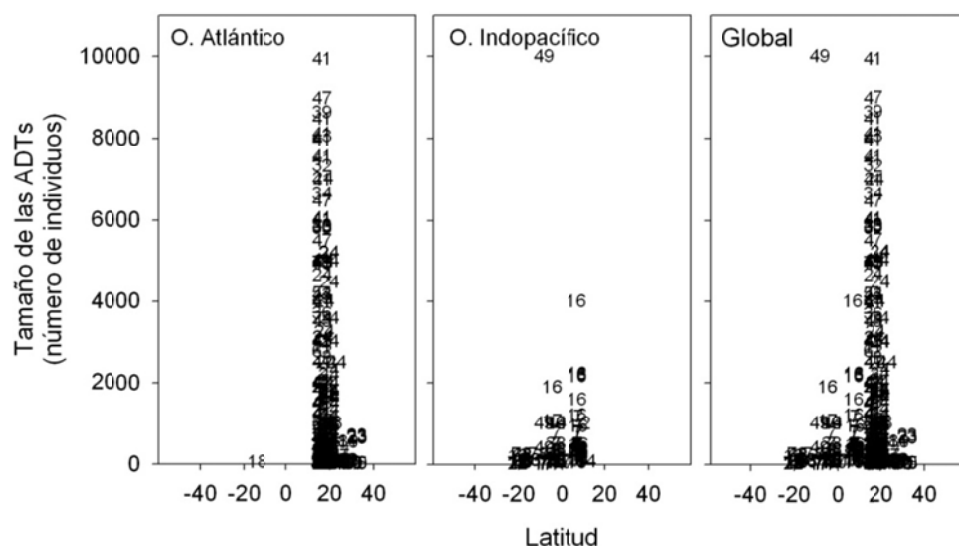


Figura 7.50. Disposición latitudinal del tamaño promedio de las agrupaciones de desove transitorias (TAD), global y por océanos.

Tabla 7.19. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir el tamaño de las agrupaciones de desove (TAD) en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Log N (-3168.23)	N Inversa (-995.54)
Función de enlace		
Ordenada al origen ()	6.90*	5.7780*
Latitud ()	0.015	0.0822*
Devianza nula ()	-3641.26	-992.37
Devianza residual ()	1.60×10^9	4.22
Devianza escalada	404	181
ρ	0.4626*	0.4441*
R de Spearman		
N	404	181
R	-0.0557	0.3880
t_{N-2}	-1.1177	5.6322
p	0.2644	<0.0001*

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; Log N, distribución Log-normal; N inversa, distribución normal inversa.

7.5.4.2 Serie histórica y LOTI

La dispersión de los registros del TAD se concentró mayormente en los últimos 10 años, entre el 2000 y el 2010 (Fig. 7.51). Los mayores TAD se registraron también en los últimos 10 años en el Océano Atlántico considerando el tope de 10,000

individuos, con una pequeña aglomeración entre el año 1990 y 1995 con registros que alcanzaron los 1,000 individuos.

También se observaron dos concentraciones con datos que superaron los 2,000 individuos en el Océano Indopacífico, la primera alrededor del año 1995 y la segunda muy cercana al año 2005. En resumen los periodos donde se registraron los mayores TAD fueron dos en cada océano, y los años en que se presentaron se traslaparon o fueron muy cercanos.

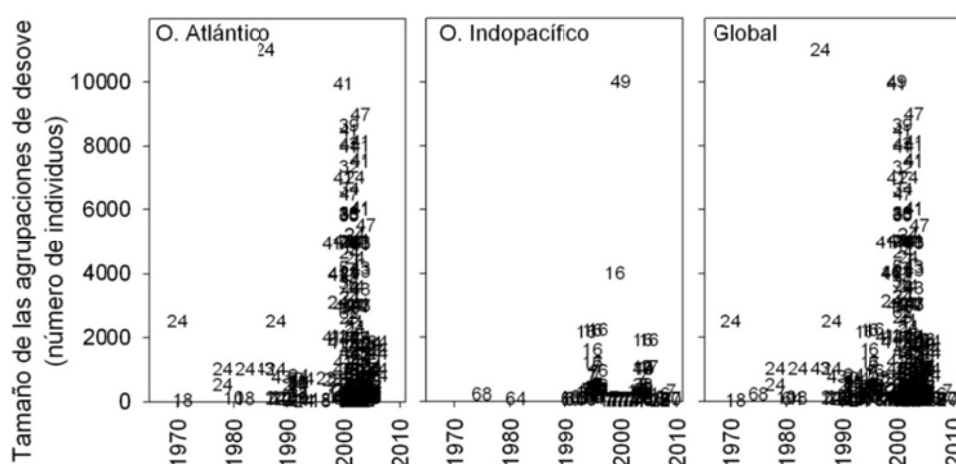


Figura 7.51. Disposición histórica del tamaño de las agrupaciones de desove transitorias (TAD), en número de individuos.

El promedio anual del TAD fue variable y carece de una tendencia de aumento o disminución evidente en la gráfica global y por océanos (Fig. 7.52). El sobrepuesto del LOTI y el promedio anual del TAD expuso fluctuaciones inversas entre ambas variables en la serie histórica; de manera que en los incrementos del LOTI hubo una correspondiente disminución del promedio anual del TAD con ligeros desfases. Las variaciones del promedio del TAD fueron más pronunciadas en el Océano Atlántico que en el Océano Indopacífico, dando un efecto intermedio a la gráfica global (Fig. 7.52). Por su parte el LOTI mostró una marcada tendencia de incremento durante los años representados (Fig. 7.52). Las observaciones representan un indicio de que los

cambios en el promedio anual del TAD podrían ser una respuesta a los cambios en el ambiente, en este caso, la temperatura.

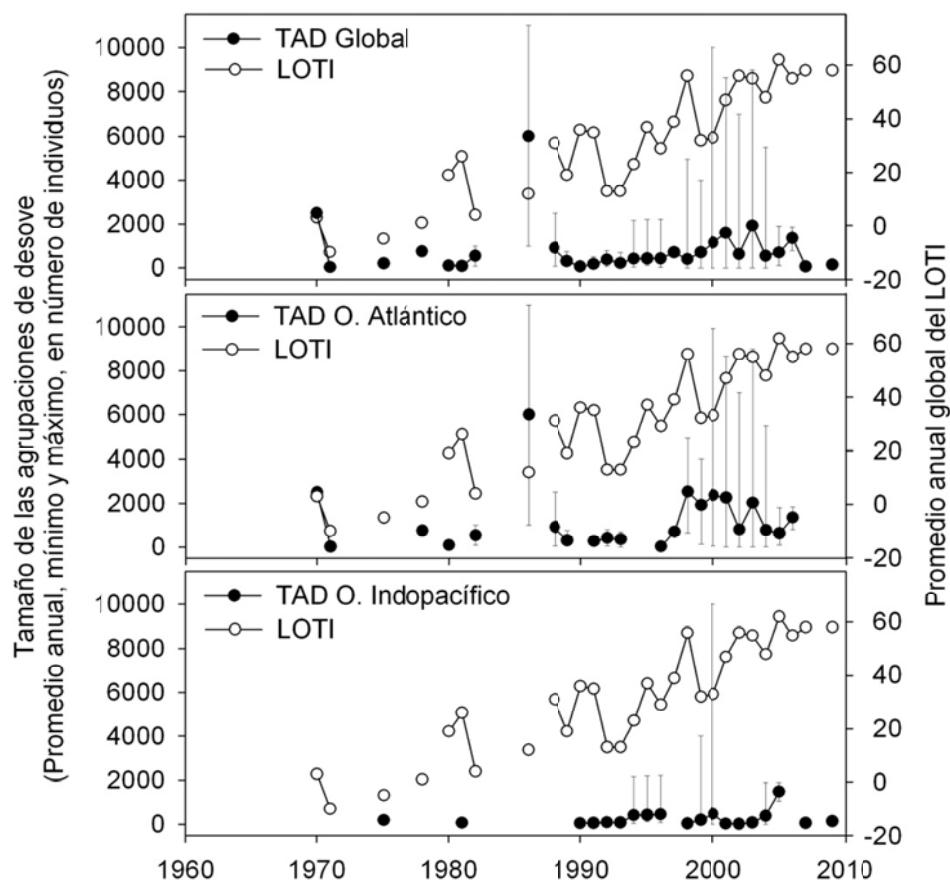


Figura 7.52. Tendencia histórica del promedio del tamaño de las agrupaciones de desove transitorias (TAD) y del promedio anual global del LOTI.

Las exploraciones de los valores históricos del TAD se realizaron con base en los años mejor representados en número de datos, conteniendo entre siete y 113 registros del TAD por año. La correlación del promedio anual del TAD y la VTAD (TAD máximo menos el TAD mínimo anual) con el LOTI fueron negativas y significativas en el Océano Indopacífico, indicando una tendencia de disminución de tamaño de las agrupaciones de acuerdo con los incrementos del LOTI (Tabla 7.20, Fig. 7.53).

Tabla 7.20. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el LOTI con las fluctuaciones anuales del TAD y la variación del TAD (VTAD), global y por océanos.

Variable	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
TAD Global	13	0.1128	0.3765	0.7137
TAD Océano Atlántico	8	-0.0952	-0.2343	0.8225
TAD Océano Indopacífico	10	-0.6626	-2.5024	0.0368*
VTAD Global	13	0.0385	0.1278	0.9006
VTAD Océano Atlántico	8	0.1429	0.3536	0.7358
VTAD Océano Indopacífico	10	-0.7477	-3.1850	0.0129*

TAD, tamaño de las agrupaciones de desove; VTAD, variación anual del TAD; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

El resto de las correlaciones fueron estadísticamente igual a cero (Tabla 7.20). Pero el sentido de las correlaciones sugiere que el promedio del TAD tiende a disminuir con el incremento del LOTI en el Océano Atlántico, mientras que la VTAD tiende a aumentar con el aumento del LOTI. Ambas correlaciones globales fueron positivas (Tabla 7.20). Los resultados mostraron indicios de que las condiciones anómalamente térmicas pueden impactar negativamente en el TAD.

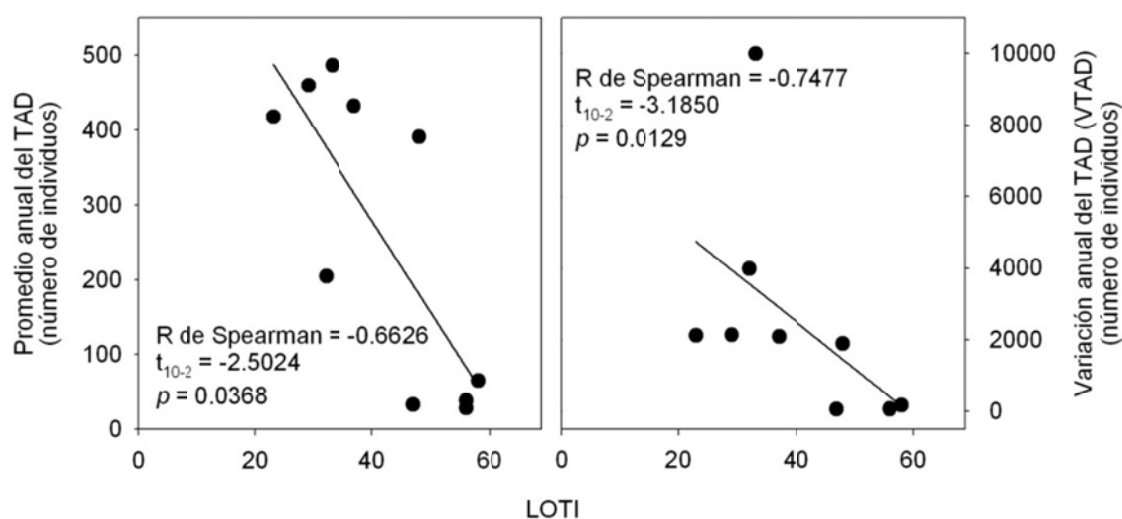


Figura 7.53. Correlaciones del promedio anual del tamaño de las agrupaciones de desove (TAD) y la variación del TAD (VTAD) con el LOTI del Océano Indopacífico; mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

7.5.4.3 Relación entre el tamaño de las agrupaciones y la talla máxima

La correlación entre la TMAP y el TAD a partir de 39 agrupadores transitorios fue positiva y estadísticamente no significativa (Fig. 7.54). Al relacionar solo los datos de los agrupadores transitorios mejor representados en número de registros (de siete a 134), el valor de correlación aumentó pero también fue estadísticamente igual a cero (R de Spearman = 0.2659, $t_{14-2} = 0.9556$, $p = 0.3581$). La constante correlación positiva de TMAP-TAD en los agrupadores transitorios son un indicio de una tendencia donde los mayores promedios del TAD podrían tender a corresponder con las mayores TMAP.

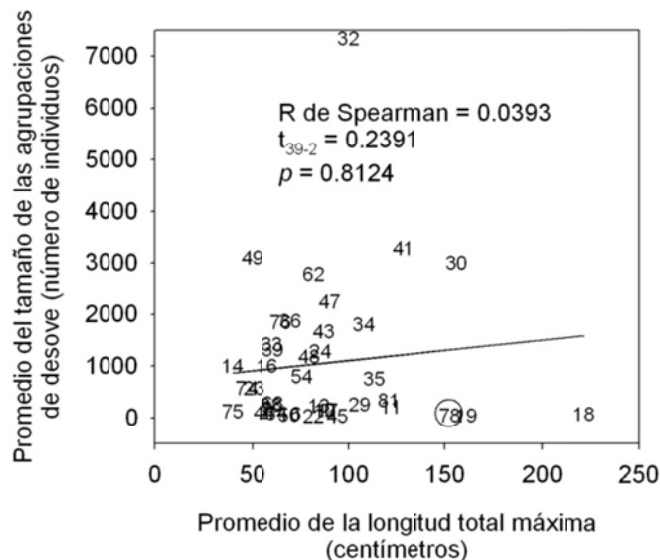


Figura 7.54. Correlación del tamaño promedio de las agrupaciones de desove (TAD) de cada especie con respecto al promedio de la longitud total máxima, mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). El círculo señala a la especie testigo visible. La línea indica la tendencia.

7.5.4.4 Modelado conceptual

La exploración sobre el TAD mostró una tendencia de disminución con respecto al incremento del LOTI y hacia latitudes alejadas del Ecuador en el Océano Indopacífico. La relación del TAD con la latitud se denominó como una relación

secundaria directa, considerando que se pueda deber a cambios en las condiciones ambientales como la temperatura. Mientras que la relación del TAD con el LOTI se definió como inversa, hipotéticamente la temperatura anómalamente térmica crea condiciones para que un menor número de peces realice el proceso de agregación reproductiva (Fig. 7.55).

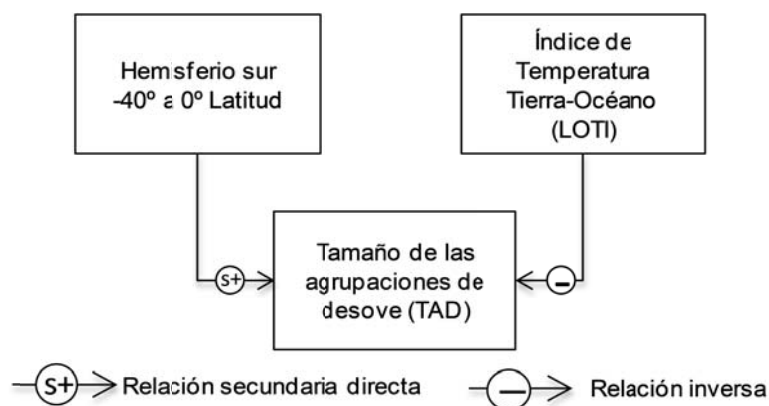


Figura 7.55. Modelo conceptual que representa la relación entre el tamaño de las agrupaciones de desove y el LOTI en el Océano Indopacífico.

7.5.5 Migración

Los tipos de migración reproductiva fueron la migración en el mar (oceanodromía) y los movimientos de aguas interiores como esteros hacia el mar (estero-oceanodromía). Aunque la mayoría de los reportes carecían de un sustento científico contundente, la migración de estas poblaciones parece ser un hecho aceptado. La moda global y por océanos es la oceanodromía de acuerdo con los 340 registros correspondientes a los 78 agrupadores transitorios (Fig. 7.56).

La información representó áreas de Bermudas, Estados Unidos, el Golfo de México, Bahamas, Cuba, Islas Caimanes, el Mar Caribe Mexicano, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Islas Leeward, Belice, Honduras, Barbados, Venezuela, Guyana y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, Mar Rojo, Hawaii, Islas Marianas, Vietnam, Filipinas, Micronesia, Malasia, Islas Marshall, Maldivas, Indonesia, Kiribati, Papúa

Nueva Guinea, Indonesia, Seychelles, Islas Salomón, Australia, Mozambique, Fiji, Nueva Caledonia, y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

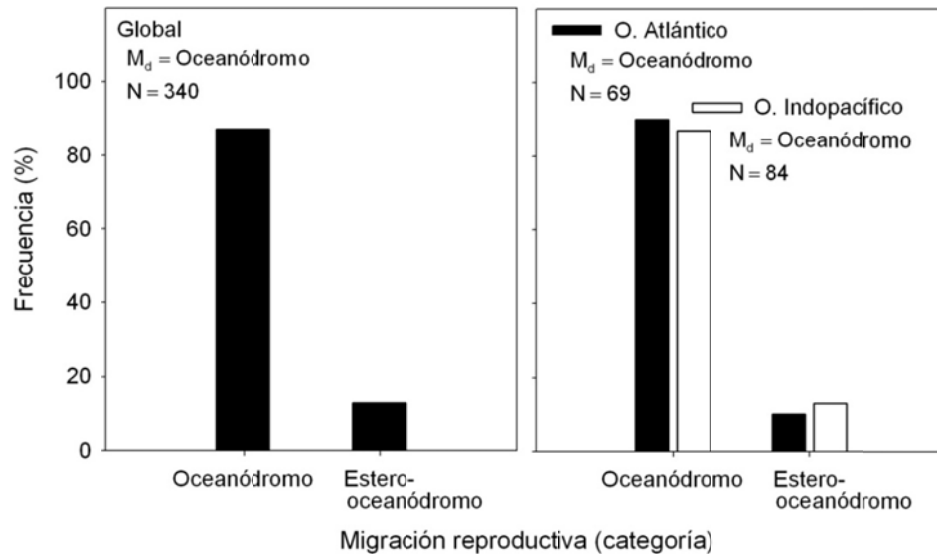


Figura 7.56. Histogramas de los tipos de migración reproductiva de los agrupadores transitorios.

7.5.5.1 Latitud

Los dos tipos de migración reproductiva estuvieron representados en ambos océanos (Fig. 7.57). El tipo oceanódromo se registró entre los -26° Lat y los 20° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -37° Lat y los 36° Lat en el Océano Indopacífico. Mientras que el tipo estero-oceanódromo se registró entre los 0° Lat y los 26° Lat en el Océano Atlántico y entre los -30° Lat y 15° Lat en el Océano Indopacífico. La disposición latitudinal de los tipos de migración carece de un patrón latitudinal, ya que ambos tipos se presentan en intervalos de latitud que se traslapan en ambos océanos (Fig. 7.57).

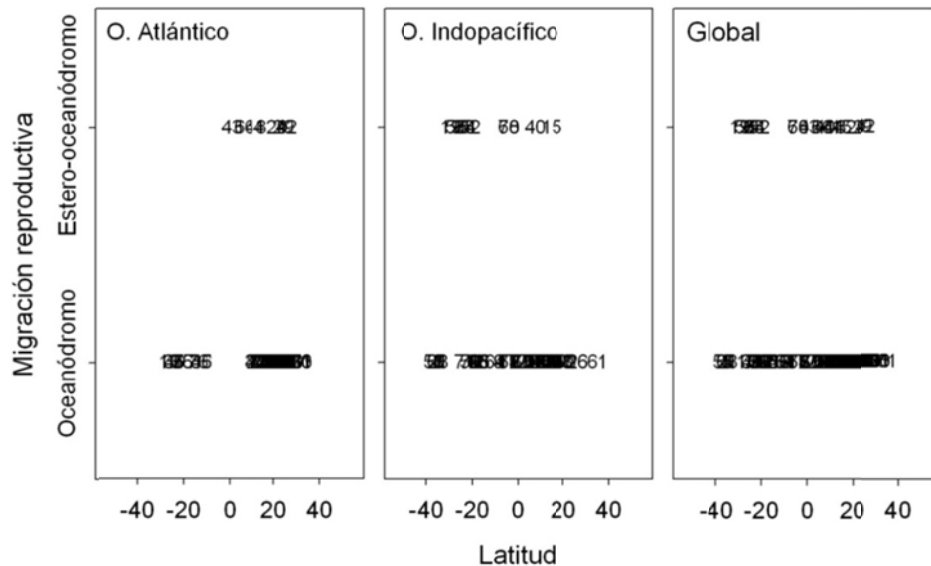


Figura 7.57. Disposición latitudinal de los tipos de migración reproductiva de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

7.5.5.2 Relación de la migración y la talla máxima

La presencia de la oceanodromía o la estero-oceanodromía por especie carece de algún patrón con respecto a la TMAP, ya que ambos tipos de migración se presentaron desde las tallas menores hasta las tallas mayores (Fig. 7.58). Es decir el hecho de que los agrupadores transitorios puedan incursionar en aguas interiores e iniciar una migración reproductiva desde cuerpos de agua como los esteros o similares parece ser independiente del tamaño que los peces pueden alcanzar.

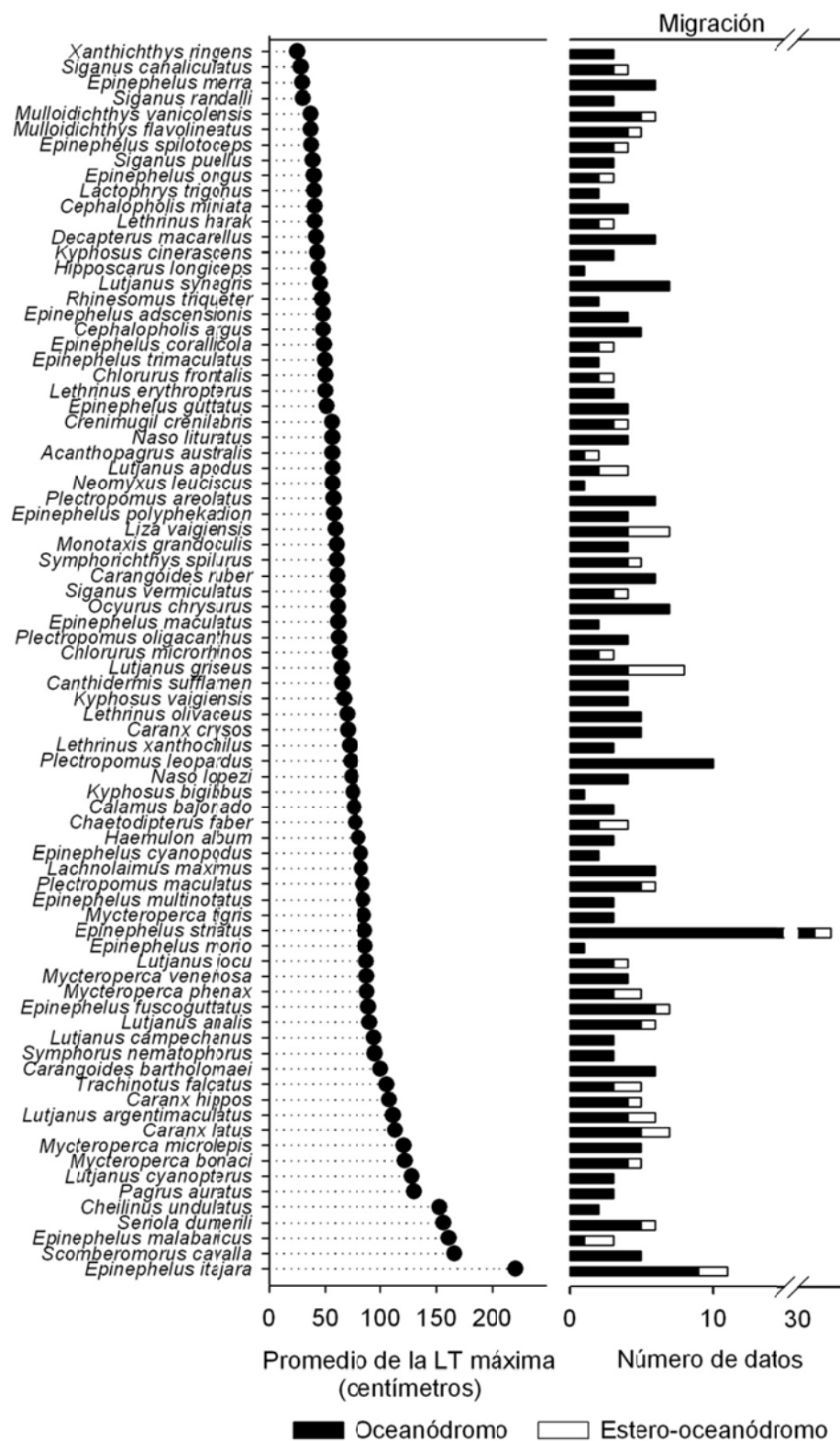


Figura 7.58. Posicionamiento del número de registros de los tipos de migración junto a la longitud máxima promedio por especie. Las especies testigo son *C. undulatus* y *E. morio*.

7.6 Estructura poblacional

La estructura de la población adulta se exploró a través de la talla mínima de madurez (281 datos), la talla de primera madurez (339 datos), la composición sexual (235 datos), la edad de madurez (242 datos), y la vida reproductiva (358 datos). La información representó a poblaciones que se distribuyen de los -36.13° a los 44.29° de latitud y de los -97.75° a 20.73° de longitud en el Océano Atlántico, y de los -42.14° a los 35.44° de latitud y -170.76° a los 178.91° de longitud en el Océano Indopacífico (Fig. 7.59). La Tabla 7.21 contiene un resumen de la información que describió a las poblaciones adultas de los agrupadores transitorios.

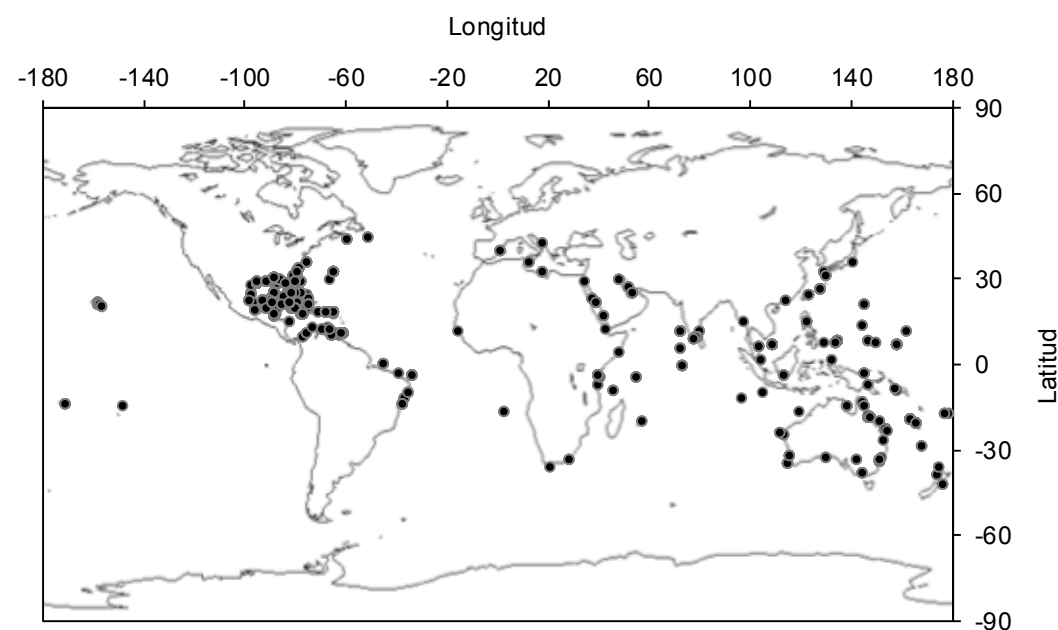


Figura 7.59. Ubicación geográfica de la información acerca de las características de las poblaciones adultas de los agrupadores transitorios.

Tabla 7.21. Resumen de la información que describió la estructura de las poblaciones adultas de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.

Clave	Especie	TMIN cm	TPIM cm	CSX H:M	EDMZ años	VIDR años	Referencias
5	<i>Plectropomus maculatus</i>	54	38	2.6-3.1	1.5-3	10-11.5	3, 54, 95, 98, 99, 160
6	<i>Plectropomus leopardus</i>	21-66	30-38	1.5-7.7	2-4	13.14-15.14	2, 100, 109, 123, 139, 160, 162, 165, 187, 201, 299
7	<i>Plectropomus areolatus</i>	16-39	23-40	0.06-2.5	1.4-3.9	10.1-12.6	148, 149, 150, 151, 165, 232, 254, 273
8	<i>Cephalopholis argus</i>	27-52		1.19-11	3	22-36	160, 174, 201, 254, 262
9	<i>Cephalopholis miniata</i>	23-26	31-44	4-21	6	22	42, 160, 175, 194, 254, 262
10	<i>Mycteroperca phenax</i>	20-56	30-35	1.6-4.5	1-1.5	19.07-19.57	31, 33, 70, 111, 133, 143, 208, 234
11	<i>Mycteroperca bonaci</i>	50-58	50-82	0.26-55	3.6-5.2	18.55-20.15	14, 31, 33, 82, 116, 226
12	<i>Mycteroperca venenosa</i>	40	51-67	0.85-11.96			31, 86, 113, 115, 199, 204, 205, 271, 281, 289
13	<i>Mycteroperca tigris</i>	34-37	32-55	0.1-6	6.5-9.5	8.5-11.5	31, 114, 141, 183, 289
14	<i>Epinephelus ongus</i>		33	0.24-2.63	5	15-20	145, 176
16	<i>Epinephelus polyphkadion</i>	29	34-55	0.25-5	2	25-42	149, 177, 229, 230, 231, 270
17	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	38-49	40-84	5.6-13.8	1-9	21-40.5	178, 216, 217
18	<i>Epinephelus itajara</i>	110-122	110-133	1-1.75	4.5-6.5	27.97-29.92	31, 37, 43
21	<i>Epinephelus multinotatus</i>	41-62		2.1			160, 193, 253
22	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	57-70		9	1-17	2-3	165, 179
23	<i>Epinephelus guttatus</i>	19-32	21-39	0.57-115	3	13	31, 33, 38, 72, 86, 154, 206, 211, 247, 255, 256, 274, 281, 297
24	<i>Epinephelus striatus</i>	40-50	43-71	0.2-5.6	4-5	13.25-14.25	4, 5, 31, 41, 49, 50, 60, 72, 73, 76, 86, 205, 211, 212, 215, 245, 250, 261, 281, 288, 295
25	<i>Epinephelus adscensionis</i>	31	34	6.4	4	7.75	31, 36, 157, 234
26	<i>Epinephelus merra</i>	19	11-20	1.3			160, 168, 200, 224
27	<i>Epinephelus maculatus</i>	31-44	40	0.49-19	1-5.9	3-8.5	165, 180
28	<i>Epinephelus spilotoceps</i>	23					254
29	<i>Trachinotus falcatus</i>	54-57	59-66		3-3.05	19.45-23	83, 128
30	<i>Seriola dumerili</i>	30-101	72-143	0-25.7	0.25-4	11-14.75	87, 134, 156, 158, 181
31	<i>Decapterus macarellus</i>	20-26	27-28		2	17	51, 55, 258
32	<i>Carangoides bartholomaei</i>	26-36	51				259, 276
33	<i>Carangoides ruber</i>	24-29	27-35		3	45	118, 276
34	<i>Caranx hippos</i>		22-75				228, 276
35	<i>Caranx latus</i>	38-39	41-47				276
36	<i>Caranx crysos</i>		30-32	1.15-1.91			24, 126
37	<i>Symphorus nematophorus</i>		48	0.78	2.5-3	10-22	110, 140, 198
39	<i>Ocyurus chrysurus</i>	12-33	16-46	0.71-1.25	1-6.5	2-24	7, 8, 20, 26, 45, 48, 69, 77, 96, 101, 103, 110, 127, 153, 171, 190, 197, 218, 219, 220, 235, 275, 276, 278
40	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	55	39-61		3-7	12-25	17, 88, 93, 110, 160, 167, 257, 269, 298

Clave	Especie	TMIN cm	TPIM cm	CSX H:M	EDMZ años	VIDR años	Referencias
41	<i>Lutjanus cyanopterus</i>		53-61	1.43	1-5	17.67-23	20, 22, 58, 110
42	<i>Lutjanus griseus</i>	18-25	18-47	0.6-2	2-7	3.5-23	11, 12, 20, 21, 31, 39, 69, 84, 106, 110, 131, 152, 173, 218, 243, 252, 263, 264, 282
43	<i>Lutjanus jocu</i>	34-50	34-53	1.3-1.9	2-6	7-24.5	20, 61, 62, 110, 117, 276, 279
44	<i>Lutjanus apodus</i>		20-31	1-1.03	2	7-15	20, 31, 225, 276, 277
45	<i>Lutjanus campechanus</i>	19-35	19-62	0.68-4	1-10	5-51	13, 15, 20, 27, 31, 32, 34, 44, 79, 80, 81, 105, 112, 125, 196, 202, 203, 236, 268, 296, 301, 302
46	<i>Lutjanus synagris</i>	13-29	8-36	0.77-2.6	0.5-5	2-25	1, 6, 9, 19, 20, 28, 29, 31, 35, 57, 59, 63, 66, 67, 68, 94, 97, 101, 102, 110, 120, 124, 169, 170, 172, 188, 189, 210, 227, 233, 237, 240, 241, 242, 251, 267, 276, 280, 283, 284, 285, 286, 287
47	<i>Lutjanus analis</i>	30-45	40-65	1-1.21	2-7	4-26	20, 31, 40, 56, 64, 65, 110, 129, 164, 182, 192, 214, 218, 223, 238, 272, 294
48	<i>Haemulon album</i>	33-39	26-40		3.5	35.5	25, 85, 119
50	<i>Lethrinus olivaceus</i>	31-35	22-37	2.2-3.65	2.1-7	10.92-15.82	30, 91, 92, 166, 293, 300
51	<i>Lethrinus xanthurus</i>	21-25	25-26		2.15-3	12-12.85	135, 165
52	<i>Lethrinus harak</i>	20	21-26	0.28-11	1.5	13.17	91, 92, 159
54	<i>Calamus bajonado</i>	19-33			3-5	6-8	46, 90, 163
55	<i>Pagrus auratus</i>	22-46	35-60	1.04	3-5.4	29.6-32	18, 137, 144, 155, 185, 195, 292
56	<i>Acanthopagrus australis</i>	15-26		0.47	3-4	8-9	89, 155, 222, 239, 265
57	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>	13-15	12-19	1.28			161, 200, 201, 291
58	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>	19-21	19-24	0.87			147, 161
59	<i>Kyphosus bigibbus</i>	30-37	30-38				303
62	<i>Lachnolaimus maximus</i>		17-45	8	1.1-7	7.67-13.57	141, 184
64	<i>Chlorurus microrhinos</i>		34-41	2	2-4	6.58-8.58	213, 244, 290
66	<i>Chaetodipterus faber</i>	9-12			1	7	138
68	<i>Siganus vermiculatus</i>	12			1		132
70	<i>Siganus canaliculatus</i>	13-19	22-27		1-2.1	5.7-6.8	10, 130, 136, 160, 249, 260
73	<i>Scomberomorus cavalla</i>	51-96	47-77		2-5.5	4.83-8.33	16, 23, 47, 75, 104, 108, 121, 146, 266
78	<i>Cheilinus undulatus</i>	65-84		3.5-12.5	5-8	16-25	52, 53, 71, 74, 221, 246, 248
80	<i>Epinephelus morio</i>	29-39	28-51	1-31.5	2-5	12.88-15.88	31, 33, 50, 70, 107, 111, 122, 191, 209
81	<i>Mycteroperca microlepis</i>	49-71	45-73	4.1-76.6			31, 33, 70, 78, 111, 142, 186, 207

TMIN, talla mínima de madurez; TPIM, talla de primera madurez; CSX, composición sexual, número de hembras por macho; EDMZ, edad de madurez; VIDR, vida reproductiva. Referencias: 1, Acosta & Appeldorn, 1992 en Martínez-Andrade, 2003; 2, Adams, 1996 en Johannes *et al.*, 1999; 3, Adams, 2002 en Choat *et al.*, 2008; 4, Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; 5, Aguilar-Perera, 2006; 6, Aiken, 2001 en Fishbase; 7, Alcalá & Hauschild en Figuerola *et al.*, 1997; 8, Alcalá, 1987 en Claro & Lindeman, 2008; 9, Alegría & Ferreira en Martínez-Andrade, 2003; 10, Al-Ghais, 1993; 11, Allen, 1985 en Fishbase; 12, Allman & Goetz, 2009; 13, Allman *et al.*, 2002b en Claro & Lindeman, 2008; 14, Allsop & West, 2003 en Fishbase; 15, Al-Ogaily *et al.*, 1992 en Fishbase; 16, Alves & Tome, 1967 en Finucane *et al.*, 1986; 17, Ambak *et al.*, 1985 en Martínez-Andrade, 2003; 18, Annala, 1994 en Fishbase; 19, Artilles, 1985 en Martínez-Andrade, 2003; 20, Ault *et al.*, 1998 en Martínez-Andrade, 2003; 21, Baez-Hidalgo *et al.*, 1982 en Grimes, 1987; 22, Baisre & Paez, 1981 en Martínez-Andrade, 2003; 23, Beaumariage, 1973 en Finucane *et al.*, 1986; 24, Berry, 1959 en Shaw & Drullinger, 1990; 25, Billings &

Clave	Especie	TMIN cm	TPIM cm	CSX H:M	EDMZ años	VIDR años	Referencias
							Munro, 1974 en Froese & Pauly, 2009; 26, Bortone & Williams, 1986 en Claro & Lindeman, 2008; 27, Bradley & Bryan, 1975 en Grimes, 1987; 28, Braga de Sousa <i>et al.</i> , 2008; 29, Brian, 2000 en Braga de Sousa <i>et al.</i> , 2008; 30, Brown & Sumpton en Ebisawa & Ozawa, 2009; 31, Brulé <i>et al.</i> , ____; 32, Brulé <i>et al.</i> , 2002 en Claro & Lindeman, 2008; 33, Brulé <i>et al.</i> , 2003; 34, Brulé <i>et al.</i> , 2004 en Fishbase; 35, Buesa & Olaechea, 1970 en Martinez-Andrade, 2003; 36, Bullock & Smith, 1991 en Fishbase; 37, Bullock <i>et al.</i> , 1992; 38, Burnett-Herkes, 1975 en Fishbase; 39, Burton, 2001 en Martinez-Andrade, 2003; 40, Burton, 2002 en Martinez-Andrade, 2003; 41, Bush en Sadovy & Eklund, 1999; 42, Cabanban <i>et al.</i> , 2008; 43, Calaveri-Gerhardinger <i>et al.</i> , 2006; 44, Camber, 1955 en Grimes, 1987; 45, Cantarell, 1982 en Martinez-Andrade, 2003; 46, Capote, 1971 en Fishbase; 47, Carles, 1971 en Fishbase; 48, Carrillo de Albornoz & Ramiro, 1988 en Martinez-Andrade, 2003; 49, Carter <i>et al.</i> , 1994 en Sadovy & Eklund, 1999; 50, Carter <i>et al.</i> , 1991; 51, Cayetano & Honebrink, 2000; 52, Choat en Russell, 2004; 53, Choat <i>et al.</i> , 2006; 54, Choat <i>et al.</i> , 2008; 55, Clarke & Privitera, 1995; 56, Claro & Garcia -Arteaga, 1994 en Martinez-Andrade, 2003; 57, Claro & Lapin, 1971 en Martinez-Andrade, 2003; 58, Claro & Lindeman, 2008; 59, Claro & Reshetnikov, 1981 en Martinez-Andrade, 2003; 60, Claro <i>et al.</i> , 1990 en Sadovy & Eklund, 1999; 61, Claro <i>et al.</i> , 1994a en Martinez-Andrade, 2003; 62, Claro <i>et al.</i> , 2005 en Fishbase; 63, Claro, 1976 en Claro & Lindeman, 2008; 64, Claro, 1976 en Martinez-Andrade, 2003; 65, Claro, 1981 en Fishbase; 66, Claro, 1981 en Grimes, 1987; 67, Claro, 1982 en Claro & Lindeman, 2008; 68, Claro, 1982 en Figuerola <i>et al.</i> , 1997; 69, Claro, 1983 en Fishbase; 70, Coleman <i>et al.</i> , 1996; 71, Colin en Sadovy <i>et al.</i> , 2003; 72, Colin <i>et al.</i> , 1987; 73, Colin, 1992; 74, Colin, 2010; 75, Collette & Nauen, 1983 en Fishbase; 76, Collin <i>et al.</i> , en prensa en Shapiro, 1987; 77, Collins & Finucane, 1989 en Cummings, 2004; 78, Collins <i>et al.</i> 1987 en Coleman <i>et al.</i> , 1996; 79, Collins <i>et al.</i> , 1996 en Martinez-Andrade, 2003; 80, Collins <i>et al.</i> , 2001; 81, Collins <i>et al.</i> , en Grimes, 1987; 82, Crabtree & Bullock, 1998; 83, Crabtree <i>et al.</i> , 2002 en Fishbase; 84, Croker, 1962 en Grimes, 1987; 85, Cummings <i>et al.</i> , 1966 en Thresher, 1984; 86, Cushion, 2010; 87, De La Gandara & García-Gómez, 2004; 88, Doi <i>et al.</i> , 1994 en Martinez-Andrade, 2003; 89, Druzhinin, 1976 en Fishbase; 90, Dubovistky & Hondares, 1970 en Fishbase; 91, Ebisawa & Ozawa, 2009; 92, Ebisawa, 2006; 93, Emata <i>et al.</i> , 1999 en Fishbase; 94, Erhardt, 1977 en Grimes, 1987; 95, Ferreira & Russ, 1992 en Fishbase; 96, Ferreira <i>et al.</i> , 2004 en Claro & Lindeman, 2008; 97, Ferreira <i>et al.</i> , 2004 en Claro & Lindeman, 2009; 98, Ferreira, 1993; 99, Ferreira, 1993 en Johannes <i>et al.</i> , 1994; 100, Ferreira, 1995 en Wai Lun, 2009; 101, Figuerola <i>et al.</i> , 1997; 102, Figuerola <i>et al.</i> , 1998 en Claro & Lindeman, 2008; 103, Figuerola <i>et al.</i> , 1998 en Cummings, 2004; 104, Finucane <i>et al.</i> , 1986; 105, Fischer <i>et al.</i> , 2002 en Martinez-Andrade, 2003; 106, Fisher <i>et al.</i> , en prensa en Claro & Lindeman, 2008; 107, Fitzhugh <i>et al.</i> , 2006; 108, Fitzhugh <i>et al.</i> , 2009; 109, Frisch <i>et al.</i> , 2006; 110, Froese & Pauly, 2000 en Martinez-Andrade, 2003; 111, FSU en Coleman <i>et al.</i> , 1996; 112, Futch & Bruger, 1976 en Fishbase; 113, García <i>et al.</i> , 1994 en Cummings, 2007; 114, García-Arteaga <i>et al.</i> , 2005 en Fishbase; 115, García-Cagide & García 1996 en Cushion, 2010; 116, García-Cagide & García, 1996 en Renán <i>et al.</i> , 2001; 117, García-Cagide <i>et al.</i> , 1999 en Claro & Lindeman, 2008; 118, García-Cagide, 1985 en Fishbase; 119, García-Cagide, 1986 en Froese & Pauly, 2009; 120, Gesteira & Ivo, 73 en Martinez-Andrade, 2003; 121, Gesteira & Mesquita, 1976 en Finucane <i>et al.</i> , 1986; 122, Giménez-Hurtado <i>et al.</i> , 2003; 123, Goeden, 1978 en Fishbase; 124, Gómez <i>et al.</i> , 2001; 125, González-Y-De-La-Rosa & Ré-Regis, 2001; 126, Goodwin & Funicane, 1985 en Shaw & Drullinger, 1990; 127, Gorduño & López, 1985 en Claro & Lindeman, 2008; 128, Graham & Castellanos, 2005; 129, Graham <i>et al.</i> , 2008; 130, Grandcourt <i>et al.</i> , 2007; 131, Guerra & Bashirullah, en Fishbase; 132, Gundermann <i>et al.</i> , 1983; 133, Harris <i>et al.</i> , 2002; 134, Harris, 2004; 135, Hashim & Shakour, 1981; 136, Hasse <i>et al.</i> , 1977 en Al-Ghais, 1993; 137, Hayes, 1994 en Fishbase; 138, Hayse, 1990 en Fishbase; 139, Heemstra & Randall, 1993 en Rhodes & Tupper, 2007; 140, Heupel <i>et al.</i> , 2010; 141, Heyman & Kjerfve, 2008; 142, Hood & Schlieder, 1992 en Coleman <i>et al.</i> , 1996; 143, Hood en Coleman <i>et al.</i> , 1996; 144, Horn, 1986 en Fishbase; 145, IRD database en Rocha <i>et al.</i> , 2008; 146, Ivo, 1972 en Finucane <i>et al.</i> , 1986; 147, Jehangeer, 2003; 148, Johannes <i>et al.</i> , 1994; 149, Johannes <i>et al.</i> , 1999; 150, Johannes, 1989 en Johannes <i>et al.</i> , 1994; 151, Johannes, 1989 en Johannes <i>et al.</i> , 1999; 152, Johnson <i>et al.</i> , 1994; 153, Johnson, 1983 en Martinez-Andrade, 2003; 154, Kadison <i>et al.</i> , 2009 en Cushion, 2010; 155, Kailola <i>et al.</i> , 1993 en Fishbase; 156, Kikkawa & Everson, 1984 en Cayetano & Honebrink, 2000; 157, Kline <i>et al.</i> , 2011; 158, Kozul <i>et al.</i> , 2001 en Fishbase; 159, Kulmiye <i>et al.</i> , 2002; 160, Lau & Li, 2000 en Fishbase; 161, Leba, 2008; 162, Lewis <i>et al.</i> , 1983 en Fishbase; 163, Liubimova & Capote, 1971 en Fishbase; 164, Lorenzo, 1985 en Claro & Lindeman, 2008; 165, Loubens, 1980; 166, Loubens, 1980 en Fishbase; 167, Loubens, 1980 en Martinez-Andrade, 2003; 168, Loubens, 1980 en Shapiro, 1987; 169, Luckhurst <i>et al.</i> , 2000; 170, Manickchand-Dass, 1987 en Fishbase; 171, Manooch & Drennon, 1987 en Martinez-Andrade, 2003; 172, Manooch & Mason, 1984 en Martinez-Andrade, 2003; 173, Manooch & Matheson, 1983 en Martinez-Andrade, 2003; 174, Mapleston <i>et al.</i> , 2009; 175, Mapleston <i>et al.</i> , 2010; 176, Mapleston <i>et al.</i> , 2011; 177, Mapleston <i>et al.</i> , 2012; 178, Mapleston <i>et al.</i> , 2013; 179, Mapleston <i>et al.</i> , 2014; 180, Mapleston <i>et al.</i> , 2015; 181, Marino <i>et al.</i> , 1995 en Fishbase; 182, Mason & Manooch, 1985 en Martinez-

Clave	Especie	TMIN cm	TPIM cm	CSX H:M	EDMZ años	VIDR años	Referencias
							Andrade, 2003; 183, Matos-Caraballo <i>et al.</i>, 2006; 184, McBride <i>et al.</i>, 2008; 185, McDonald, 1982 en Fishbase; 186, McGovern <i>et al.</i>, 1998; 187, McPherson <i>et al.</i>, 1988 en Fishbase; 188, Méndez, 1989 en Figuerola <i>et al.</i>, 1997; 189, Mexicano-Cintora & Arreguin-Sanchez, 1989; 190, Mexicano-Cintora & Arreguin-Sánchez, 1989b; 191, Moe, 1969 en Shapiro, 1987; 192, Montes en Martínez-Andrade, 2003; 193, Morgans, 1982 en Fishbase; 194, Morgans, 1982 en Rhodes & Tupper, 2007; 195, Morrison-Cassie, 1956; 196, Moseley, 1966 en Grimes, 1987; 197, Muller <i>et al.</i>, 2003 en Claro & Lindeman, 2008; 198, Munro & Williams, 1985 en Martínez-Andrade, 2003; 199, Munro <i>et al.</i>, 1973, Thompson & Munro 1978 en Cushion, 2010; 200, Murty, 2002 en Fishbase; 201, Myers, 1999 en Fishbase; 202, Nelson & Manooch, 1982 en Martínez-Andrade, 2003; 203, Nelson <i>et al.</i>, 1985 en Martínez-Andrade, 2003; 204, Nemeth <i>et al.</i>, 2004 en Cushion, 2010; 205, Nemeth <i>et al.</i>, 2006; 206, Nemeth <i>et al.</i>, 2007; 207, NMFS Beaufort Lab en Coleman <i>et al.</i>, 1996; 208, NMFS Beaufort Lab en Coleman <i>et al.</i>, 1997; 209, NMFS Beaufort Lab en Coleman <i>et al.</i>, 1998; 210, Olaechea & Quintana, 1970 en Martínez-Andrade, 2003; 211, Olsen & LaPlace, 1978 en Colin <i>et al.</i>, 1987; 212, Olsen & LaPlacem, 1979 en Sadovy & Eklund, 1999; 213, Page, 1998; 214, Palazon & Gonzales, 1986 en Martínez-Andrade, 2003; 215, Paz & Grimshaw, 2001; 216, Pears <i>et al.</i>, 2006; 217, Pears <i>et al.</i>, 2007; 218, Perez & Rubio, 1986 en Martínez-Andrade, 2003; 219, Piedra, 1965 en Fishbase; 220, Piedra, 1969 en Martínez-Andrade, 2003; 221, Pogonoski <i>et al.</i>, 2002 en Sadovy <i>et al.</i>, 2003; 222, Pollock, 1984; 223, Pozo, 1979 en Martínez-Andrade, 2003; 224, Randall, 1955 en Rhodes & Tupper, 2007; 225, Randall, 1962 en Martínez-Andrade, 2003; 226, Renán <i>et al.</i>, 2001; 227, Reshetnikov & Claro, 1976 en Grimes, 1987; 228, Reuben <i>et al.</i>, 1992 en Fishbase; 229, Rhodes & Sadovy, 2002; 230, Rhodes & Sadovy, 2002b; 231, Rhodes & Sadovy, 2002b en Rhodes & Tupper, 2007; 232, Rhodes & Tupper en Rhodes & Tupper, 2007; 233, Rivera-Arriaga <i>et al.</i>, 1996 en Martínez-Andrade, 2003; 234, Rocha <i>et al.</i>, 2008; 235, Rodríguez, 1962 en Claro & Lindeman, 2008; 236, Rodríguez, 1992 en González-Y-De-La-Rosa & Ré-Regis, 2001; 237, Rodríguez-Pino, 1962 en Grimes, 1987; 238, Rojas, 1960 en Grimes, 1987; 239, Roughley, 1966 en Fishbase; 240, Rubio <i>et al.</i>, 1985 en Martínez-Andrade, 2003; 241, Rubio, 1986 en Martínez-Andrade, 2003; 242, Rubio, 1986b en Martínez-Andrade, 2003; 243, Rutherford <i>et al.</i>, 1989 en Martínez-Andrade, 2003; 244, Sabetian, 2010; 245, Sadovy & colin, 1995 en Sadovy & Eklund, 1999; 246, Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i>, 2010; 247, Sadovy <i>et al.</i>, 1994; 248, Sadovy <i>et al.</i>, 2003 en Colin, 2010; 249, Sadovy, 1998 en Fishbase; 250, SAFMC en Sadovy & Eklund, 1999; 251, Salahange, 1981 en Martínez-Andrade, 2003; 252, Salahange, 1984 en Martínez-Andrade, 2003; 253, Samoilys <i>et al.</i>, 2008; 254, Shakeel & Ahmed, 1997; 255, Shapiro <i>et al.</i>, 1993 en Wai Lun, 2009; 256, Shapiro <i>et al.</i>, en Shapiro, 1987; 257, Sheaves, 1995 en Martínez-Andrade, 2003; 258, Shiraishi <i>et al.</i>, 2010; 259, Sierra <i>et al.</i>, 1986 en Fishbase; 260, Soh, 1976 en Fishbase; 261, Sosa-Cordero & Cárdenas-Vidal, 1997 en Sadovy & Eklund, 1999; 262, Sphigel & Fishelson, 1991 en Johannes <i>et al.</i>, 1999; 263, Starck & Shroeder, 1970 en Grimes, 1987; 264, Starck, 1971 en Fishbase; 265, State Pollution Control Commission, 1982 en Fishbase; 266, Sturm, 1990 en Fishbase; 267, Szedlmayer & Shipp, 1994 en Martínez-Andrade, 2003; 268, Szedlmayer & Shipp, 1994 en Martínez-Andrade, 2004; 269, Talbot, 1960 en Grimes, 1987; 270, Tamaru <i>et al.</i>, 1996 en Johannes <i>et al.</i>, 1999; 271, Taylor & McMichael, 1983 en Cummings, 2007; 272, Teixeira <i>et al.</i>, 2010; 273, Thierry <i>et al.</i>, 2008; 274, Thompson & Munro <i>et al.</i>, 1983 en Colin <i>et al.</i>, 1987; 275, Thompson & Munro, 1973 en Cummings, 2004; 276, Thompson & Munro, 1974 en Fishbase; 277, Thompson & Munro, 1974 en Grimes, 1987; 278, Thompson & Munro, 1974, 1983 en Grimes, 1987; 279, Thompson & Munro, 1974, 1983 en Grimes, 1988; 280, Thompson & Munro, 1974, 1983 en Grimes, 1989; 281, Thomson & Munro, 1978 en Shapiro, 1987; 282, Thresher, 1984 en Fishbase; 283, Torres-Lara & Chavez, 1987 en Martínez-Andrade, 2003; 284, Torres-Lara & Salas-Marquez, 1990 en Martínez-Andrade, 2003; 285, Torres-Lara <i>et al.</i>, 1990; 286, Torres-Lara, 1984 en Martínez-Andrade, 2003; 287, Torres-Lara, 1987 en Martínez-Andrade, 2003; 288, Tucker <i>et al.</i>, 1993; 289, Tuz-Sulub <i>et al.</i>, 2006; 290, Venkataramani & Jayakumar, ____; 291, Vijay-Anand & Pillai, 2002; 292, Wakefield, 2006; 293, Wassef & Bawazeer, 1992; 294, Watanabe, 2001; 295, Whaylen <i>et al.</i>, 2004; 296, White & Palmer, 2004; 297, Whiteman <i>et al.</i>, 2005; 298, Whitfield, 1998 en Fishbase; 299, Williams & Russ, 1992 en Fishbase; 300, Williams <i>et al.</i>, 2006 en Ebisawa & Ozawa, 2009; 301, Wilson & Nieland, 2001 en Martínez-Andrade, 2003; 302, Woods <i>et al.</i>, 2003 en Claro & Lindeman, 2008; 303, Yamaguchi <i>et al.</i>, 2011.

7.6.1 Talla mínima de madurez

La talla mínima de madurez (TMIM) varió de los 9.40 cm a los 135 cm de longitud total. El intervalo de variación, la media y la moda de la TMIM fueron menores en el Océano Indopacífico con respecto al Océano Atlántico (Fig. 7.60). La diferencia entre las medias fue de 6.27 cm y de las modas fue de 8 cm. Una proporción notable de las frecuencias de los registros de la TMIM se observaron entre los 20 cm y 70 cm en el Océano Atlántico (85.23%) y entre los 20 cm y 60 m en el Océano Indopacífico (89.74%).

La información representó áreas del Mar Mediterráneo, Estados Unidos, Bermudas, el Golfo de México, Bahamas, Cuba, Mar Caribe Mexicano, Islas Caimanes, Puerto Rico, Jamaica, Belice, Trinidad y Tabago, Venezuela y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, el Mar de China, el Golfo de Arabia, China, Hawaii, Islas Marianas, Micronesia, Maldivas, Indonesia, Seychelles, Mauricio, Tanzania, Fiji, Australia y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

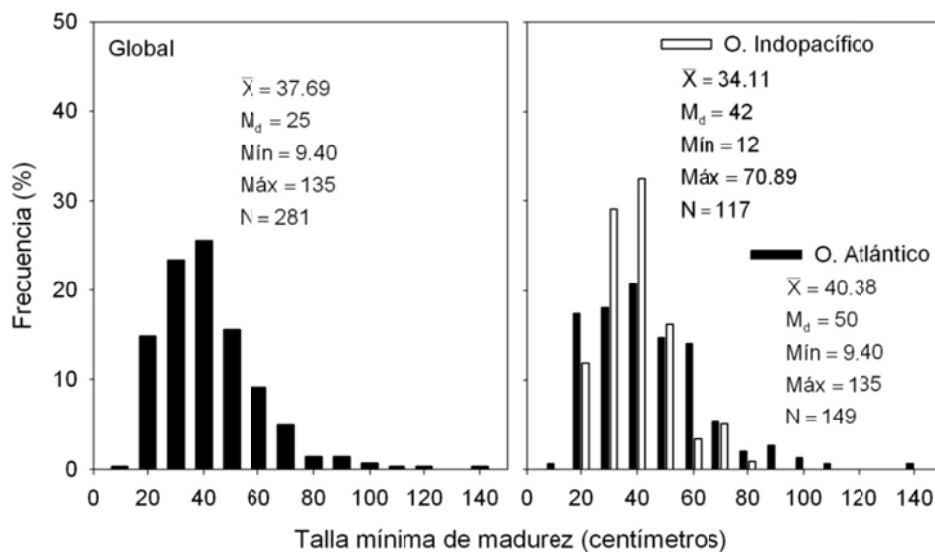


Figura 7.60. Histogramas de la talla mínima de madurez (TMIM) de los agrupadores transitorios.

7.6.1.1 Latitud

La TMIN estuvo representada entre los -17° Lat y los 43° Lat en el Océano Atlántico y entre los -42° Lat y los 33° Lat en el Océano Indopacífico. La dispersión de la TMIN con respecto a la latitud mostró un aglomerado entre los 15° Lat y 25° Lat en el Océano Atlántico, y las mayores TMIN se registraron por arriba de los 20° Lat. Mientras que las mayores TMIN se registraron entre los -20° Lat y 0° Lat en el Océano Indopacífico, y el intervalo de latitud representado fue más amplio que en el Océano Atlántico.

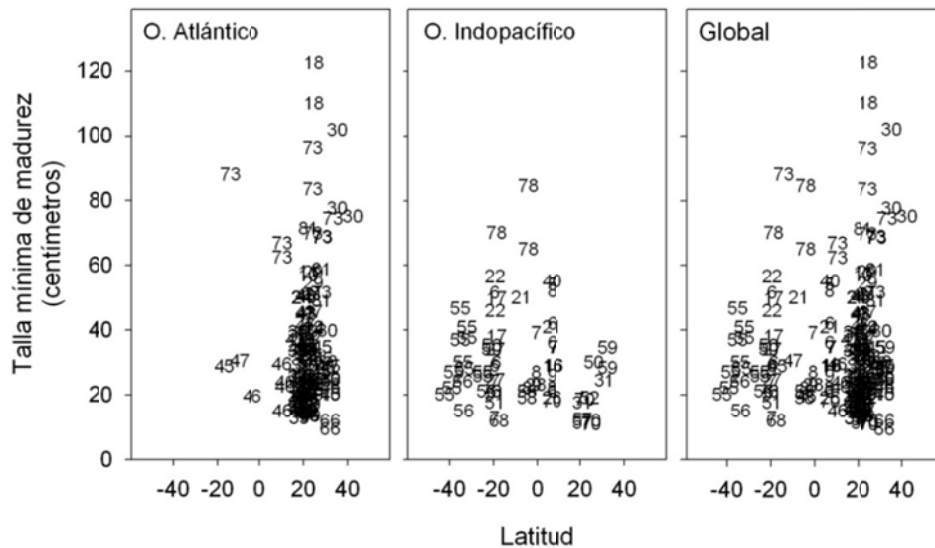


Figura 7.61. Disposición latitudinal de la talla mínima de madurez (TMIN) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

La tendencia de la TMIN/TMAP fue estadísticamente significativa en ambos hemisferios. La R de Spearman y el parámetro de tendencia b_1 señalaron una relación negativa ($b_1 = -0.01$, Wald = 13.13, $p < 0.01$) en el Hemisferio Norte y una relación positiva ($b_1 = 0.02$, Wald = 27.63, $p < 0.01$) en el Hemisferio Sur de la TMIN/TMAP en función de la latitud (Fig. 7.22). Mientras que la relación de la TMIN en función de la latitud fue positiva y la tendencia fue estadísticamente igual a cero, tanto en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.01$, Wald = 3.25, $p = 0.07$) como en el Hemisferio Sur ($b_1 = 0.01$, Wald = 2.25, $p = 0.13$) (Tabla 7.22). Cabe mencionar que la

probabilidad del estadístico de la prueba de Wald para el parámetro b_1 fue cercano a 0.05 ($b_1 = 0.01$, Wald = 3.25, $p = 0.07$) en el Hemisferio Norte, con la posibilidad de un error tipo II; por lo que la relación podría ser positiva y significativa.

Las pruebas indicaron que el TMIN/TMAP decrece hacia latitudes cercanas al Ecuador, sugiriendo que la proporción de la TMIN con respecto a la TMAP es menor hacia la latitud de 0°.

Tabla 7.22. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla mínima de madurez (TMIN) y al cociente TMIN/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
	TMIN	TMIN/TMAP	TMIN	TMIN/TMAP
MLG				
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-627.61)	Gamma (93.45)	N inversa (-189.28)	Gamma (15.80)
Función de enlace	$\eta = \log(TMIN)$	$\eta = \log(TMIN/L_T M)$	$\eta = \log(TMIN)$	$\eta = \log(TMIN/L_T M)$
Ordenada al origen (b_0)	3.3003*	-0.5992*	3.7690*	-0.3993*
Latitud (b_1)	0.0107	-0.0126*	0.0092	0.0234*
Devianza nula (D_{nl})	-625.548	100.4487	-188.386	25.6349
Devianza residual (D_r)	1.256	154.5432	0.281	5.3860
Devianza escalada	152	154.3843	46	46.8797
p	0.4390*	0.3862*	0.3894*	0.3592*
R de Spearman				
N	152	152	46	46
R	0.1193	-0.1970	0.0587	0.5814
t_{N-2}	1.4712	-2.4613	0.3901	4.7396
p	0.1433	0.0150*	0.6983	<0.0001*

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N Inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma; TMIN, talla mínima de madurez; TMIN/TMAP, TMIN entre el promedio de la talla máxima poblacional por especie.

La tendencia de la TMIN de las hembras (TMINH) en función de la latitud fue positiva y estadísticamente significativa en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.02$, Wald = 3.92, $p = 0.04$), por ambos métodos (Tabla 7.23); cabe mencionar que la probabilidad del estadístico de Wald fue cercana a 0.05, lo que presentó la posibilidad de un error tipo I. El resto de las relaciones de la TMINH y el cociente TMINH/TMAP con la latitud fueron variables, y sus tendencias no presentaron significancia estadística

(Tabla 7.23). La relación latitud-TMINH fue positiva por el MLG ($b_1 = 0.01$, Wald = 0.32, $p = 0.57$) y negativa por la R de Spearman en el Hemisferio Sur. Mientras que la relación latitud-TMINH/TMAP fue positiva por ambos métodos ($b_1 = 0.01$, Wald = 2.23, $p = 0.13$) en el Hemisferio Sur; y similar a la tendencia resultante para ambos sexos en conjunto (Tabla 7.22). Por su parte la relación latitud-TMINH/TMAP fue negativa por el MLG ($b_1 = -0.003$, Wald = 0.20, $p = 0.65$) y positiva por la R de Spearman en el Hemisferio Norte (Tabla 7.23). Las pruebas indicaron que la TMINH decrece desde las latitudes norteñas hacia las latitudes cercanas a 0° Lat en el Hemisferio Norte.

Tabla 7.23. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla mínima de madurez de las hembras (TMINH) y al cociente TMINH/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
	TMINH	TMINH/TMAP	TMIN	TMINH/TMAP
MLG				
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-270.81)	Gamma (46.87)	N inversa (-91.39)	Gamma (13.04)
Función de enlace	$\eta = \log(TMINH)$	$\eta = \log(TMINH/L_{TM})$	$\eta = \log(TMINH)$	$\eta = \log(TMINH/L_{TM})$
Ordenada al origen (b_0)	3.1071*	-0.8119*	3.7166*	-0.6440
Latitud (b_1)	0.0216*	-0.0026	0.0071	0.0123
Devianza nula (D_{nl})	-268.695	46.9782	-91.2048	13.1523
Devianza residual (D_r)	0.512	5.2925	0.1522	2.4101
Devianza escalada	64	64.8697	22	22.3942
p	0.4061*	0.3769*	0.3405*	0.3195*
R de Spearman				
N	64	64	22	22
R	0.2614	0.0280	-0.0006	0.2432
t_{N-2}	2.1322	0.2204	-0.0025	1.1212
p	0.0370*	0.8263	0.9980	0.2755

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N Inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma; TMINH, talla mínima de madurez de las hembras; TMINH/TMAP, TMINH entre el promedio de la talla máxima poblacional por especie.

Ninguna tendencia de la relación de la TMIN de los machos (TMINM) y el cociente TMINM/TMAP con la latitud fue estadísticamente significativa (Tabla 7.24), pero el sentido de las relaciones fue igual a la tendencia resultantes para los sets que integraron ambos sexos (Tabla 7.24). La relación latitud-TMINM fue positiva en el

Hemisferio Norte ($b_1 = 0.01$, Wald = 0.32, $p = 0.57$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = 0.01$, Wald = 0.50, $p = 0.48$) por los MLGs, y también por la R de Spearman. Mientras que la relación latitud-TMINM/TMAP fue negativa en el Hemisferio Norte ($b_1 = -0.01$, Wald = 1.02, $p = 0.31$) y positiva en el Hemisferio Sur ($b_1 = 0.02$, Wald = 2.99, $p = 0.08$), también por ambos métodos (Tabla 7.24). La probabilidad del estadístico de Wald de la última relación en el Hemisferio Sur fue cercana a 0.05, dando la posibilidad de un error tipo II; dicha tendencia esta cercana a la significancia estadística.

Tabla 7.24. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla mínima de madurez de los machos (TMINM) y al cociente TMINM/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
	TMINM	TMINM/TMAP	TMIN	TMIN/TMAP
MLG				
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-180.90)	Gamma (46.87)	N inversa (-46.00)	Gamma (2.75)
Función de enlace	$\eta = \log(TMINM)$	$\eta = \log(TMINM/L_{TM})$	$\eta = \log(TMINM)$	$\eta = \log(TMINM/L_{TM})$
Ordenada al origen (b_0)	3.2192*	-0.8432*	3.9976*	-0.2328
Latitud (b_1)	0.0081	-0.0081	0.0105	0.0193
Devianza nula (D_{nl})	-180.678	35.6625	-46.7420	3.7464
Devianza residual (D_r)	0.483	4.5244	0.0466	1.1944
Devianza escalada	45	45.7411	11	11.1954
p	0.3882*	0.3590*	0.2757*	0.2626*
R de Spearman				
N	45	45	11	11
R	0.0620	-0.0702	0.1144	0.5053
t_{N-2}	0.4076	-0.4612	0.3455	1.7568
p	0.6856	0.6470	0.7376	0.1128

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N Inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma; TMINM, talla mínima de madurez de los machos; TMINM/TMAP, TMINM entre el promedio de la talla máxima poblacional por especie.

7.6.1.2 Relación de la talla mínima de madurez con la talla máxima y la edad máxima

Solo las correlaciones de la TMIN, la TMINH, la TMINM y la TMIN/TMAP con la TMAP fueron significativas (Tabla 7.25, Fig. 7.62). Las relaciones TMAP-TMIN, TMAP-TMINM y TMAP-TMIN/TMAP fueron positivas, sugiriendo que las especies

que alcanzan una mayor talla presentan una TMIN también a una mayor talla. Por su parte la relación TMAP-TMIN/TMAP presentó una tendencia negativa, indicando que las menores proporciones de la TMIN con respecto a la TMAP correspondieron a las especies que alcanzan una mayor TMAP.

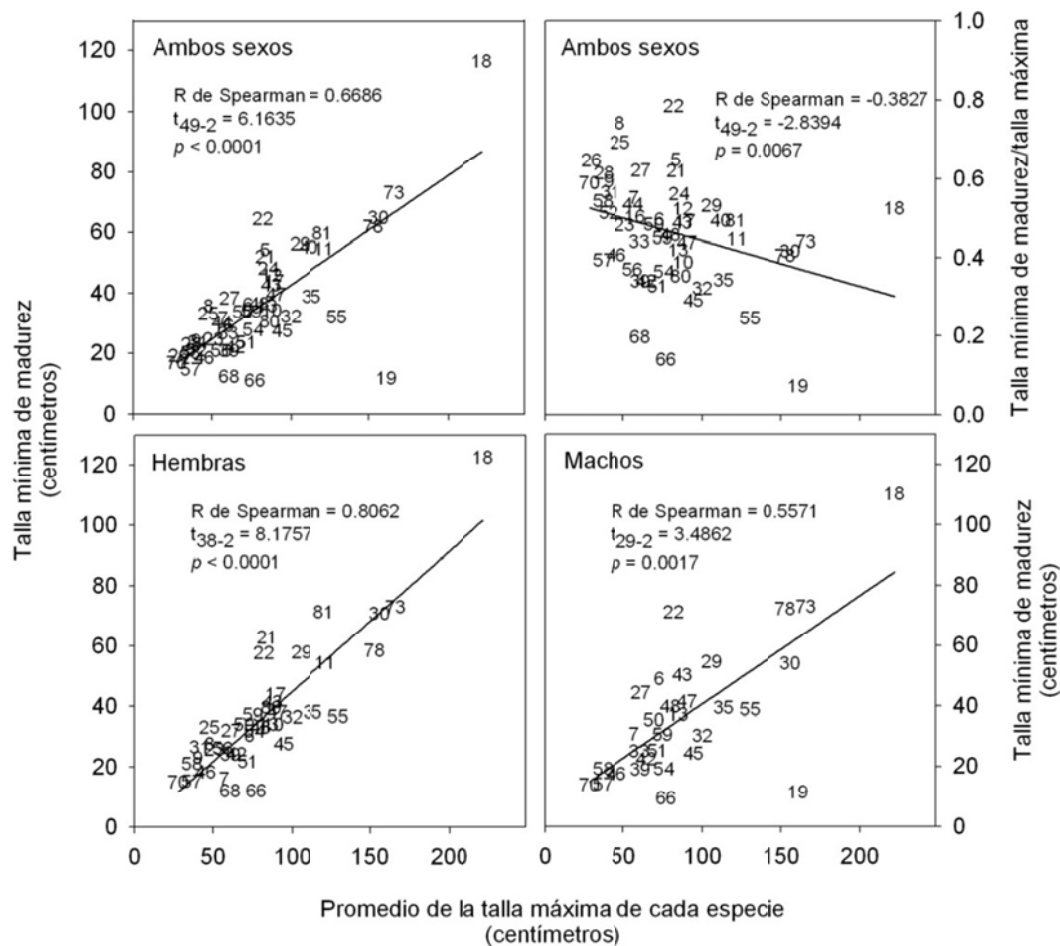


Figura 7.62. Correlaciones significativas de la talla mínima de madurez (TMIN) y del cociente TMIN/TMAP de cada especie con respecto al promedio de la longitud total máxima (TMAP), mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

El resto de las correlaciones carecieron de significancia estadística (Tabla 7.25). Cabe señalar que el valor de probabilidad del estadístico t de student de la relación EDMX-TMINH fue cercano a 0.05, lo que sugiere que existe la posibilidad de un error

tipo II y que esta relación podría ser positiva y significativa; es decir que en las especies con una mayor EDMX, las hembras alcanzan la TMIN a una mayor longitud.

Tabla 7.25. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el promedio de la talla mínima de madurez (TMIN) y el promedio del cociente TMIN/TMAP con el promedio de la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX) de cada especie, global y por géneros.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
TMAP	TMIN	49	0.6686	6.1635	<0.0001*
TMAP	TMINH	38	0.8062	8.1757	<0.0001*
TMAP	TMINM	29	0.5571	3.4862	0.0017*
TMAP	TMIN/TMAP	49	-0.3827	-2.8394	0.0067*
TMAP	TMINH/TMAP	38	-0.2319	-1.4302	0.1613
TMAP	TMINM/TMAP	29	-0.2409	-1.2897	0.2081
EDMX	TMIN	43	0.2178	1.4288	0.1606
EDMX	TMINH	35	0.3155	1.9101	0.0648
EDMX	TMINM	25	0.2863	1.4328	0.1654
EDMX	TMIN/TMAP	43	-0.0567	-0.3637	0.7179
EDMX	TMINH/TMAP	35	-0.0262	-0.1505	0.8812
EDMX	TMINM/TMAP	25	-0.0162	-0.0775	0.9389

TMIN, talla mínima de madurez; TMAP, talla máxima; TMINH, TMIN de las hembras; TMINM, TMIN de los machos; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

7.6.2 Talla de primera madurez

La talla de primera madurez (TPIM) varió de los 8.89 cm a los 143.77 cm de longitud total. La media por océanos fue similar y la moda fue menor en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico (Fig. 7.63). La diferencia entre las modas fue de 8.71 cm. Gran parte de las frecuencias de los registros de la TPIM se observaron entre los 30 cm y 70 cm en el Océano Atlántico (83.08%) y en el Océano Indopacífico (91.67%).

La información representó áreas de Estados Unidos, Italia, Bermudas, Bahamas, el Golfo de México, Cuba, el Mar Caribe Mexicano, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Jamaica, Belice, Venezuela, Trinidad y Tabago, Colombia y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, Mar de China, el Golfo de Arabia, el Mar Rojo, Hawaii, Filipinas, India, Micronesia, Malasia, Papúa Nueva Guinea, Kenya, Seychelles, Mauricio, Samoa Americana, Fiji y Australia en el Océano Indopacífico.

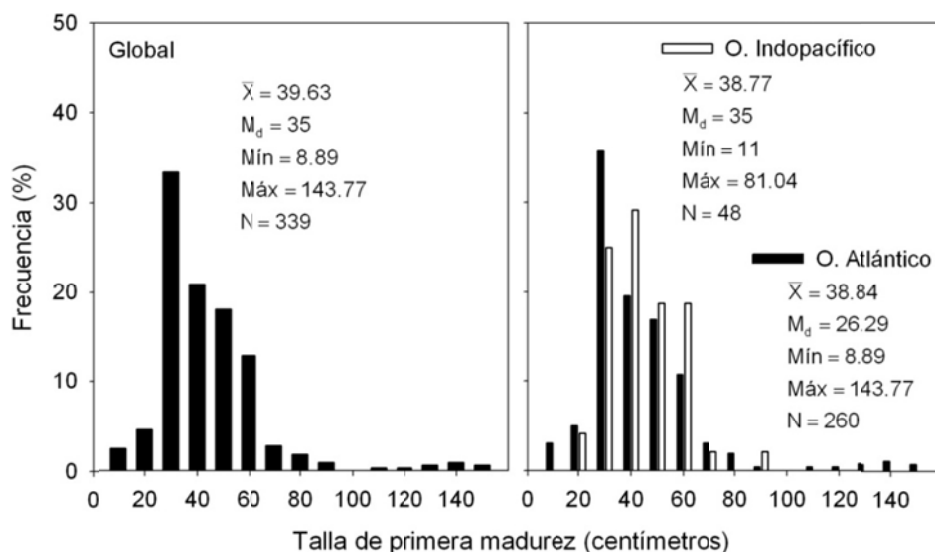


Figura 7.63. Histogramas de la talla de primera madurez (TPIM) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

7.6.2.1 Latitud

La TPIM estuvo representada entre los -14° Lat y los 44° Lat en el Océano Atlántico y entre los -35° Lat y los 33° Lat en el Océano Indopacífico. La dispersión de la TPIM con respecto a la latitud mostró un aglomerado entre los 10° Lat y 30° Lat en el Océano Atlántico, y las mayores TMIN se registraron por arriba de los 20° Lat. Mientras que la dispersión de la TPIM en el Océano Indopacífico se observó en un intervalo de latitud más amplio en el Océano Atlántico, sin notables aglomeraciones. Las mayores TPIM estuvieron cercanas a las -20° Lat y a los 20° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.64). La dispersión global de la TPIM mostró una forma de herradura, donde en latitudes cercanas a 0° Lat solo se registraron TPIM menores a 60 cm y las TPIM mayores a 70 cm se observaron cercanas y por arriba de los -20° Lat y los 20° Lat (Fig. 7.64).

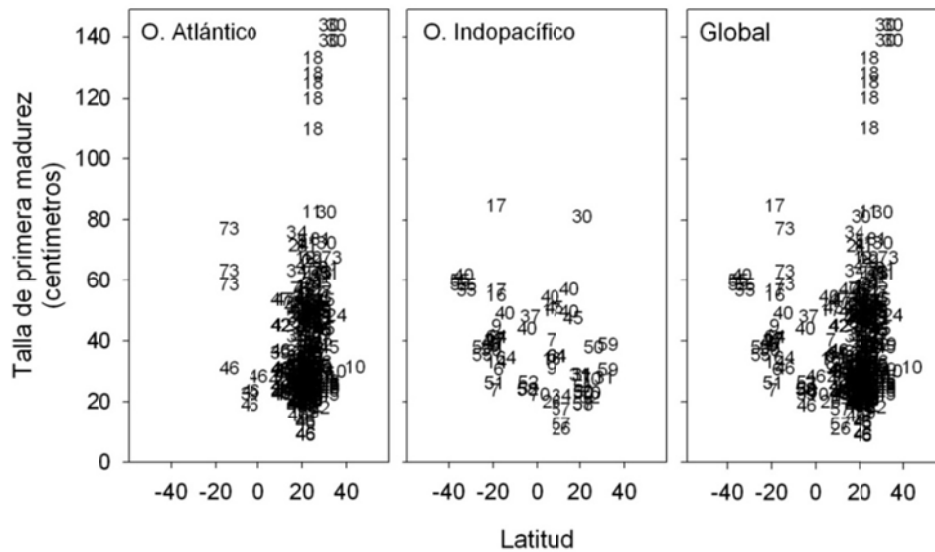


Figura 7.64. Disposición latitudinal de la talla de primera madurez (TPIM) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Los MLGs mostraron tendencias significativas de la TPIM en función de la latitud en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.02$, Wald = 11.84, $p < 0.01$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.02$, Wald = 14.60, $p < 0.01$), asimismo la R de Spearman (Tabla 7.26). Lo que indica que la TPIM se incrementa hacia latitudes alejadas del Ecuador.

Solo el MLGs mostró una tendencia negativa y significativa en la TPIM/TMAP en función de la latitud en el Hemisferio Norte ($b_1 = -0.01$, Wald = 4.17, $p = 0.04$), con una probabilidad cercana a 0.05 lo que sugiere la posibilidad de un error tipo I. Misma inclinación que indicó la R de Spearman, aunque sin significancia estadística. Por su parte la tendencia de la relación latitud-TPIM/TMAP fue positiva y estadísticamente igual a cero en el Hemisferio Sur ($b_1 = 0.005$, Wald = 0.81, $p = 0.37$), por ambos métodos estadísticos (Tabla 7.26). Aunque la mayoría de las relaciones de la TPIM/TMAP con la latitud carecen de significancia estadística, todas sugieren la misma tendencia, y es que la proporción de la TPIM con respecto a la TMAP se incrementa hacia latitudes más cercanas a 0° Lat en ambos hemisferios.

Tabla 7.26. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla de primera madurez (TPIM) y el cociente TPIM/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
	TPIM	TPIM/TMAP	TPIM	TPIM/TMAP
MLG				
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-1124.86)	Gamma (156.61)	N inversa (-159.58)	N inversa (16.29)
Función de enlace	$\eta = \log(TPIM)$	$\eta = \log(TPIM/L_{TM})$	$\eta = \log(TPIM)$	$\eta = \log(TPIM/L_{TM})$
Ordenada al origen (b_0)	3.2889*	-0.5628*	3.3485*	-0.5453*
Latitud (b_1)	0.0156*	-0.0055*	-0.0220*	0.0049
Devianza nula (D_{nl})	-1118.19	158.85	-153.78	16.64
Devianza residual (D_r)	1.58	20.31	0.104	7.4108
Devianza escalada	270	273.34	39	39
p	0.4542*	0.3982*	0.3799*	0.3799*
R de Spearman				
N	270	270	39	39
R	0.1779	-0.1114	-0.4049	0.2138
t_{N-2}	2.9587	-1.8352	-2.6936	1.3312
p	0.0034*	0.0676	0.0106*	0.1913

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N Inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma.

Las tendencias de la TPIM de las hembras (TPIMH) en función de la latitud fueron significativas a partir de los MLGs, en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.02$, Wald = 6.26, $p = 0.01$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.03$, Wald = 8.92, $p < 0.01$), no así con la R de Spearman, aunque sugiere el mismo sentido de la relación (Tabla 7.27). Esto indica que la TPIM en las hembras decrece hacia los 0° Lat en ambos hemisferios. Las tendencias del resto de las relaciones de las hembras carecieron de significancia estadística. Aunque el sentido de los MLGs sugieren que la proporción de la TPIMH con respecto a la TMAP decrece hacia los 0° Lat, en el Hemisferio Norte ($b_1 = -0.01$, Wald = 0.96, $p = 0.33$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = 0.01$, Wald = 1.68, $p = 0.19$), asimismo con la R de Spearman (Tabla 7.27).

Tabla 7.27. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla de primera madurez de las hembras (TPIMH) y al cociente TPIMH/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
	TPIMH	TPIMH/TMAP	TPIMH	TPIMH/TMAP
MLG				
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-361.93)	Gamma (42.64)	N inversa (-78.42)	Gamma (13.22)
Función de enlace	$\eta = \log(TPIMH)$	$\eta = \log(TPIMH/L_{TM})$	$\eta = \log(TPIMH)$	$\eta = \log(TPIMH/L_{TM})$
Ordenada al origen (b_0)	3.1351*	-0.5957*	3.2208*	-0.5577*
Latitud (b_1)	0.0226*	-0.0054	-0.0291*	0.0084
Devianza nula (D_{nl})	-358.38	43.19	-75.58	14.02
Devianza residual (D_r)	0.592	8.17	0.0573	1.07
Devianza escalada	85	86.34	19	19.17
p	0.4185*	0.3793*	0.3285*	0.3184*
R de Spearman				
N	85	85	19	19
R	0.1751	-0.1302	-0.3067	0.2427
t_{N-2}	1.6205	-1.1966	-1.3286	1.0315
p	0.1089	0.2349	0.2016	0.3168

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N Inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma.

Las tendencias de la TPIM de los machos (TPIMM) en función de la latitud fueron significativas a partir de los MLGs, en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.03$, Wald = 6.19, $p = 0.01$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.02$, Wald = 5.05, $p = 0.02$), asimismo la R de Spearman excepto en el Hemisferio Norte, de cualquier manera sugieren el mismo sentido de la relación (Tabla 7.28). Esto indica que la TPIMM decrece hacia los 0° Lat en ambos hemisferios. Las tendencias del resto de las relaciones de los machos carecieron de significancia estadística y también varió el sentido de la R de Spearman en el Hemisferio Norte. El sentido de los MLGs sugieren que la proporción de la TPIMM con respecto a la TMAP decrece hacia los 0° Lat, en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.005$, Wald = 0.39, $p = 0.53$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = 0.01$, Wald = 1.85, $p = 0.17$), asimismo con la R de Spearman excepto en el Hemisferio Norte (Tabla 7.28).

Tabla 7.28. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla de primera madurez de los machos (TPIMM) y al cociente TPIMM/TMAP en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte		Hemisferio Sur	
	TPIMM	TPIMM/TMAP	TPIMM	TPIMM/TMAP
MLG				
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-252.28)	Gamma (35.26)	N inversa (-27.86)	Gamma (6.51)
Función de enlace	$\eta = \log(TPIMM)$	$\eta = \log(TPIMM/L_{TM})$	$\eta = \log(TPIMM)$	$\eta = \log(TPIMM/L_{TM})$
Ordenada al origen (b_0)	2.8346*	-0.8675*	3.2913*	-0.5895*
Latitud (b_1)	0.0321*	0.0045	-0.0190*	0.0075
Devianza nula (D_{nl})	-248.54	35.48	-25.65	7.2816
Devianza residual (D_r)	0.467	5.46	0.0131	0.2212
Devianza escalada	60	60.88	7	7.0367
p	0.4031*	0.3727*	0.2206*	0.2179*
R de Spearman				
N	60	60	7	7
R	0.1610	0.0228	-0.8571	0.3929
t_{N-2}	1.2421	0.1734	-3.7210	0.9553
p	0.2192	0.8629	0.0137*	0.3833

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N Inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma.

7.6.2.2 Relación de la talla de primera madurez con la talla máxima y la edad máxima

Las correlaciones de la TPIM, la TPIMH, la TPIMM y la TPIM/TMAP con la TMAP fueron significativas (Tabla 7.29, Fig. 7.65). De las cuales las relaciones TMAP-TPIM, TMAP-TPIMH y TMAP-TPIMM fueron positivas, sugiriendo que las especies que alcanzan una mayor TMAP presentan una TMIN a mayor longitud. Por su parte la tendencia de la relación TMAP-TMIN/TMAP fue negativa, indicando que las menores proporciones de la TPIM con respecto a la TMAP correspondieron a las especies que alcanzan una mayor TMAP.

Las correlaciones de la TPIM, la TPIMH y la TPIMM con la EDMX también fueron positivas y significativas (Tabla 7.29, Fig. 7.66), indicando que las especies que alcanzan una mayor EDMX tienen una TPIM a mayor longitud. El resto de las correlaciones carecieron de significancia estadística (Tabla 7.29).

Tabla 7.29. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación entre el promedio de la talla de primera madurez (TPIM) y el promedio del cociente TPIM/TMAP con el promedio de la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX) de cada especie, global y por géneros.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
TMAP	TPIM	48	0.8629	11.5803	<0.0001*
TMAP	TPIMH	41	0.8458	9.9015	<0.0001*
TMAP	TPIMM	27	0.9231	12	<0.0001*
TMAP	TPIM/TMAP	48	-0.3867	-2.8437	0.0066*
TMAP	TPIMH/TMAP	41	-0.1289	-0.8119	0.4218
TMAP	TPIMM/TMAP	27	-0.0024	-0.0122	0.9904
EDMX	TPIM	41	0.4181	2.8742	0.0065*
EDMX	TPIMH	35	0.3562	2.1901	0.0357*
EDMX	TPIMM	23	0.5433	2.9652	0.0074*
EDMX	TPIM/TMAP	41	0.0521	0.3258	0.7463
EDMX	TPIMH/TMAP	35	-0.0989	-0.5709	0.5719
EDMX	TPIMM/TMAP	23	-0.1132	-0.5221	0.6071

TPIM, talla de primera madurez; TMAP, talla máxima; TMINH, TMIN de las hembras; TMINM, TMIN de los machos; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

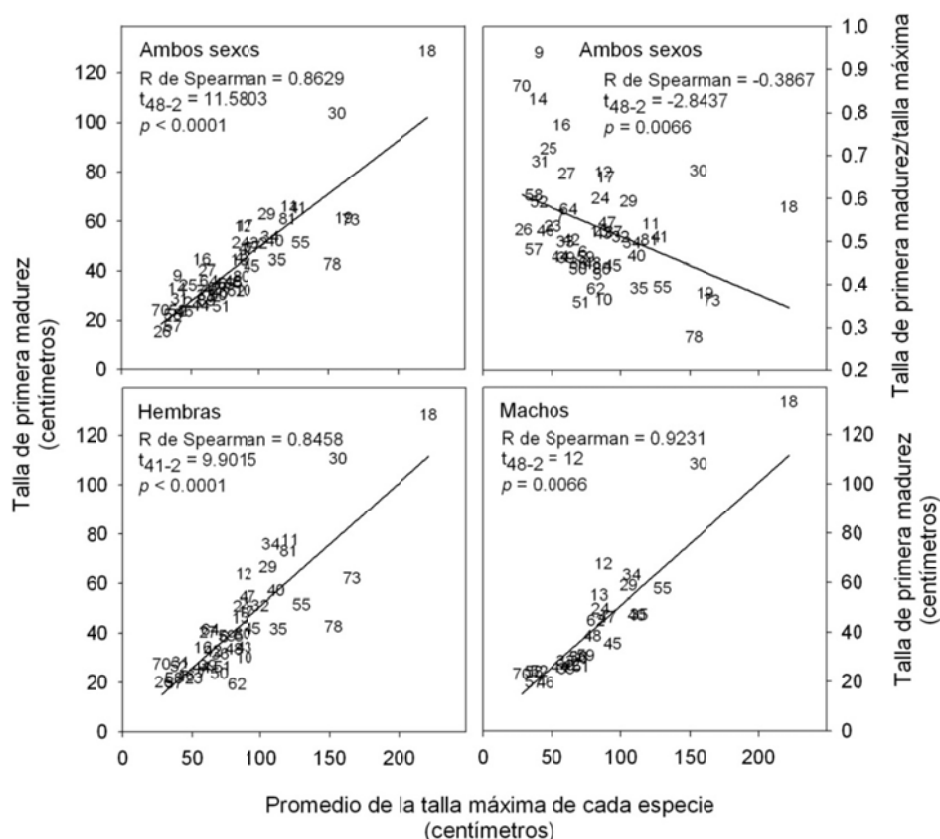


Figura 7.65. Correlaciones significativas de la talla de primera madurez (TPIM) y del cociente TMIN/TMAP de cada especie con respecto al promedio de la longitud total máxima (TMAP), mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

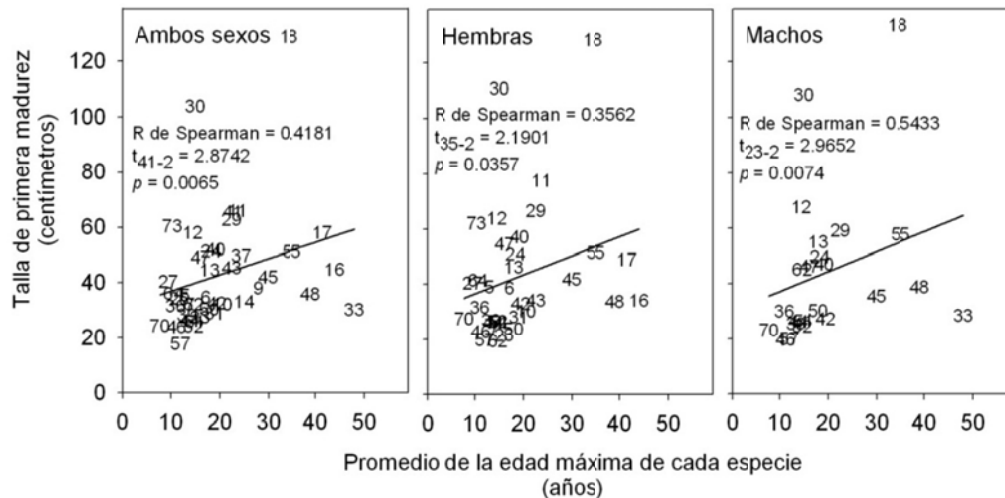


Figura 7.66. Correlaciones significativas de la talla de primera madurez (TPIM) de cada especie con respecto al promedio de edad máxima (TMAP), mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

7.6.3 Composición sexual

La composición sexual (CSX) varió desde cero hasta 115 hembras por macho. El intervalo de variación, la media y la moda de la CSX fueron menores en el Océano Indopacífico con respecto al Océano Atlántico (Fig. 7.67). La diferencia entre las medias fue de 1.22 hembras por macho y de las modas fue de 0.75 hembras por macho. Una proporción notable de la frecuencias de los registros de la CSX se observaron entre los 0.8 y 2.2 hembras por macho en el Océano Atlántico (63.47%) y entre 0.2 y 2.2 hembras por macho en el Océano Indopacífico (57.38%).

La información representó áreas de Estados Unidos, Bermudas, el Golfo de México, Bahamas, Cuba, el Mar Caribe Mexicano, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Jamaica, Belice, Antillas Neerlandesas, Colombia, Trinidad y Tabago, Venezuela y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, el Mar Rojo, India, Micronesia, Kenya, Islas Salomón, Australia, Mauricio y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

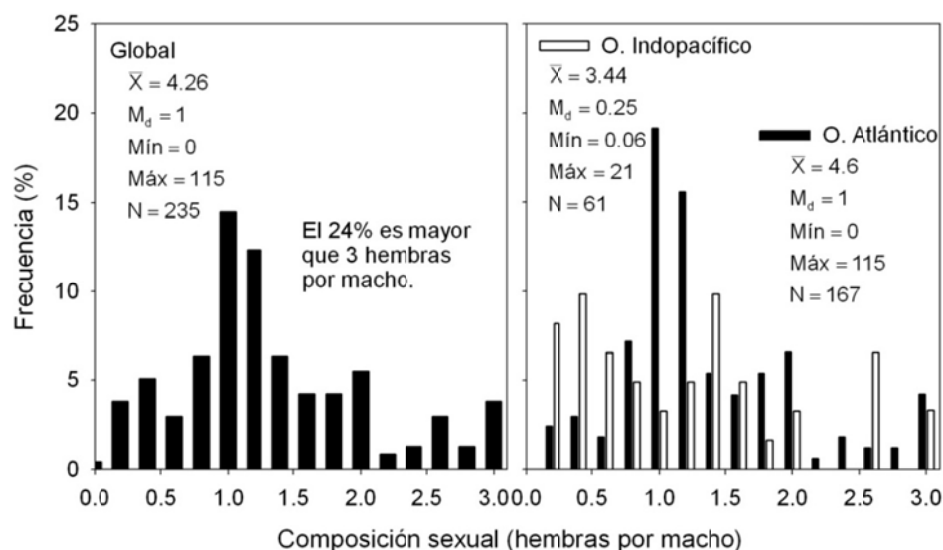


Figura 7.67. Histogramas de la composición sexual (CSX) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

7.6.3.1 Latitud

La CSX estuvo representada en los -9.85° Lat y entre los 10° Lat y los 33° Lat en el Océano Atlántico y entre los -37° Lat y los 27° Lat en el Océano Indopacífico. Las CSXs mayores a 10 hembras por machos se observaron entre los 18° Lat y los 32° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -21° Lat y los -18° Lat en el Océano Indopacífico. La dispersión de la CSX en el Océano Indopacífico se observó en un intervalo de latitud más amplio en el Océano Atlántico (Fig. 7.68).

Los MLGs mostraron tendencias significativas de la CSX en función de la latitud en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.06$, Wald = 14.33, $p < 0.01$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = 0.1$, Wald = 5.76, $p = 0.02$), asimismo la R de Spearman excepto en el Hemisferio Sur (Tabla 7.30).

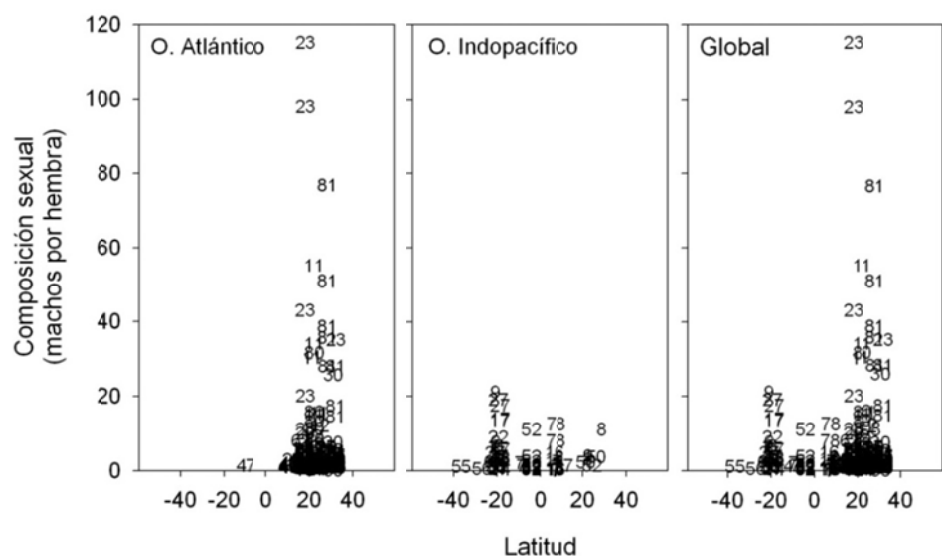


Figura 7.68. Disposición latitudinal de la composición sexual (CSX) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Tabla 7.30. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir la composición sexual (CSX) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

		Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG	Distribución teórica (Log V)	N inversa (-308.98)	N Inversa (-61.76)
	Función de enlace		
	Ordenada al origen ()	-2.2444	3.5864*
	Latitud ()	0.0600*	0.0980*
	Devianza nula ()	-304.63	-61.28
	Devianza residual ()	148.14	11.02
	Devianza escalada	166	24
	p	0.4417*	0.3472*
R de Spearman	N	166	24
	R	0.1908	0.0774
	t_{N-2}	2.4890	0.3641
	p	0.0138*	0.7193

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N inversa, distribución normal inversa.

Los resultados sugieren tendencias diferenciales por hemisferio, es decir, la CSX se incrementa hacia latitudes alejadas del Ecuador en el Hemisferio Norte, mientras que la CSX se incrementa hacia latitudes cercanas a 0° en el Hemisferio Sur. Cabe mencionar que ambos métodos estadísticos indican la misma tendencia

en el Hemisferio Sur, y mientras que la R de Spearman fue estadísticamente igual a cero, la significancia asociada a la b_1 fue cercana a 0.05.

7.6.3.2 Relación entre la composición sexual con las tallas y edades

Las correlaciones de la CSX con la TMIN, la TMINH, la TMINM, la TMIN/TMAP, la TMINH/TMAP, la TMINM/TMAP fueron significativas y positivas (Tabla 7.31, Fig. 7.69). Lo que indica que las mayores CSX promedio por especies corresponden a las mayores TMIN promedio y a las mayores proporciones de la TMIN con respecto a la TMAP, global y por géneros.

Tabla 7.31. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la composición sexual (CSX) con la talla mínima de madurez (TMIN), la talla de primera madurez (TPIM), los cocientes TMIN/TMAP y TPIM/TMAP, la edad de madurez (EDMZ), la vida reproductiva (VIDR), la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX), global y por géneros.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
CSX	TMIN	33	0.5080	3.2839	0.0025*
CSX	TMIN/TMAP	33	0.3984	2.4184	0.0217*
CSX	TMINH	26	0.4096	2.1999	0.0377*
CSX	TMINH/TMAP	26	0.5111	2.9132	0.0076*
CSX	TMINM	17	0.6201	3.0613	0.0079*
CSX	TMINM/TMAP	17	0.5245	2.3860	0.0307*
CSX	TPIM	35	0.2487	1.4753	0.1496
CSX	TPIM/TMAP	35	0.2669	1.5912	0.1211
CSX	TPIMH	30	0.2058	1.1127	0.2753
CSX	TPIMH/TMAP	30	0.1849	0.9954	0.3281
CSX	TPIMM	18	0.4076	1.7856	0.0931
CSX	TPIMM/TMAP	18	0.4118	1.8074	0.0895
CSX	EDMZ	33	0.2327	1.3323	0.1925
CSX	EDMZ/EDMX	33	0.1070	0.5989	0.5536
CSX	EDMZH	26	0.0722	0.3547	0.7259
CSX	EDMZH/EDMX	26	0.0844	0.4152	0.6817
CSX	EDMZM	19	0.4529	2.0943	0.0515
CSX	EDMZM/EDMX	19	0.4404	2.0222	0.0592
CSX	VIDR	33	0.0463	0.2580	0.7981
CSX	VIDRH	25	0.0846	0.4073	0.6876
CSX	VIDRM	18	-0.1434	-0.5798	0.5701
CSX	TMAP	39	0.1097	0.6714	0.5061
CSX	EDMX	36	-0.0185	-0.1081	0.9146

CSX, composición sexual; TMIN, talla mínima de madurez; TMINH, TMIN de las hembras; TMINM, TMIN de los machos; TPIM, talla de primera madurez; TPIMH, TPIM de las hembras; TPIMM, TPIM de los machos; EDMZ, edad de madurez; EDMZH, EDMZ de las hembras; EDMZM, EDMZ de los machos; VIDR, vida reproductiva; VIDRH, VIDR de las hembras; VIDRM, VIDR de los machos; TMAP, talla máxima; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

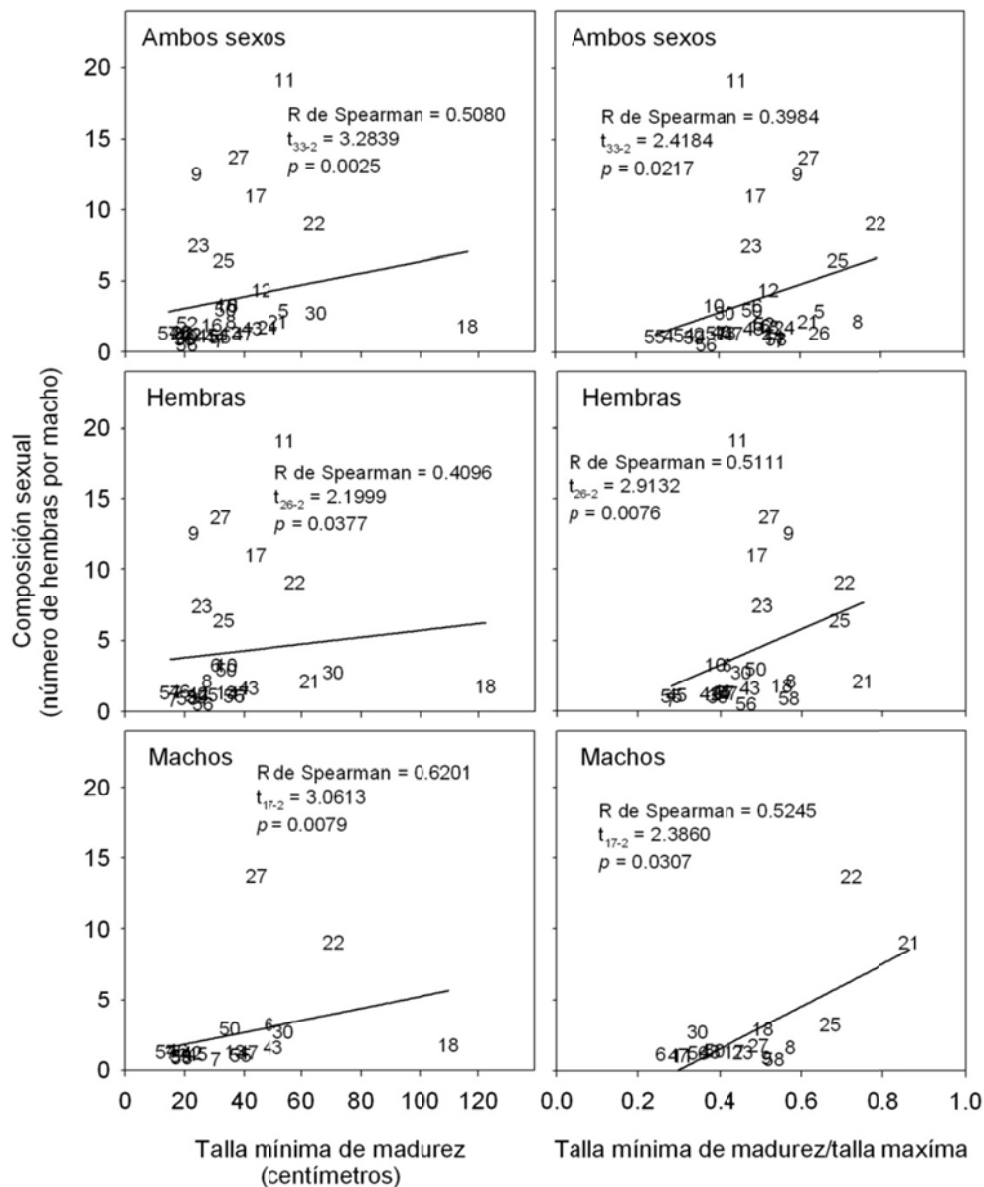


Figura 7.69. Correlaciones significativas del promedio de la composición sexual (CSX) de cada especie con respecto a la talla mínima de madurez (TMIN) y el cociente TMIN/TMAP mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

El resto de las correlaciones carecieron de significancia estadística (Tabla 7.31). Pero cabe señalar que los valores de probabilidad del estadístico t de student de las relaciones CSX-TMINM, CSX-TPIMM/TMAP y CSX-EDMZM/EDMX fueron cercanos a 0.05, lo que sugiere que existe la posibilidad de un error tipo II y que estas relaciones podrían ser positivas y significativas; es decir que en las especies con un

mayor número de hembras por macho, la TMINM, su TPIMM/TMAP y su EDMZM también es mayor.

7.6.4 Edad de madurez

La edad de madurez (EDMZ) varió de los 0.25 y 17 años. La media global y por océanos fue similar, encontrándose en poco más de 3 años. El intervalo de variación y la moda de la EDMZ fueron mayores en el Océano Indopacífico con respecto al Océano Atlántico (Fig. 7.70). La diferencia entre las modas fue de un año. Gran parte de las frecuencias de los registros de la EDMZ se observaron entre uno y seis años en el Océano Atlántico (85.13%) y entre los dos y siete años en el Océano Indopacífico (87.76%).

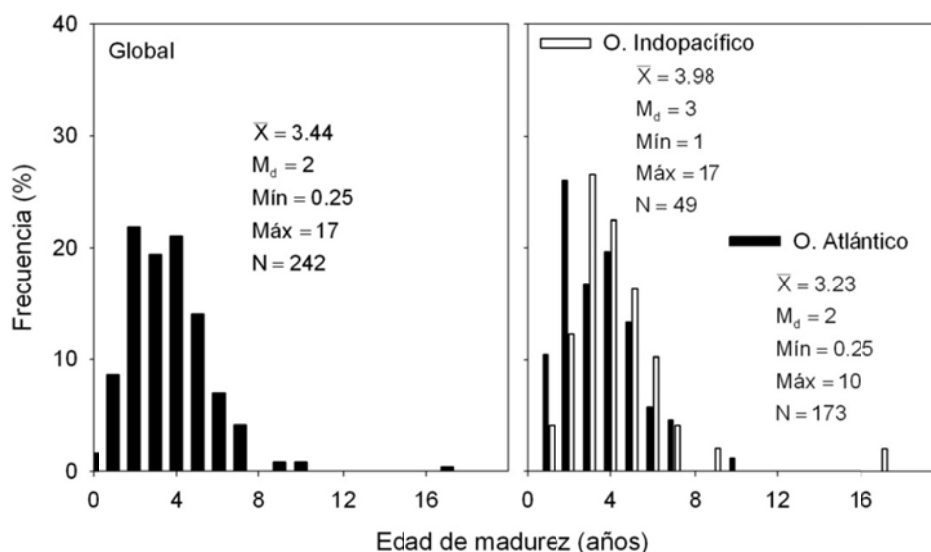


Figura 7.70. Histogramas de la edad de madurez (EDMZ) de los agrupadores transitorios.

La información representó áreas del Mar Mediterráneo, Bermudas, Estados Unidos, Bahamas, Cuba, el Golfo de México, el Mar Caribe Mexicano, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Jamaica, Venezuela, Trinidad y Tabago, Colombia y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas del Mar de China, Japón, el Mar Rojo, Filipinas, Micronesia,

Malasia, Papúa Nueva Guinea, Australia, Samoa Americana, Fiji y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

7.6.4.1 Latitud

La EDMZ estuvo representada entre los -17° Lat y los 43° Lat en el Océano Atlántico y entre los -42° Lat y los 31° Lat en el Océano Indopacífico. Las EDMZs mayores a seis años se observaron entre los 19° Lat y los 29° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -19° Lat y los -14° Lat en el Océano Indopacífico. La dispersión global de la EDMZ muestra una forma de herradura, donde los valores menores que seis años se encuentran en el centro y los valores mayores tienen a encontrarse en los extremos (Fig. 7.71).

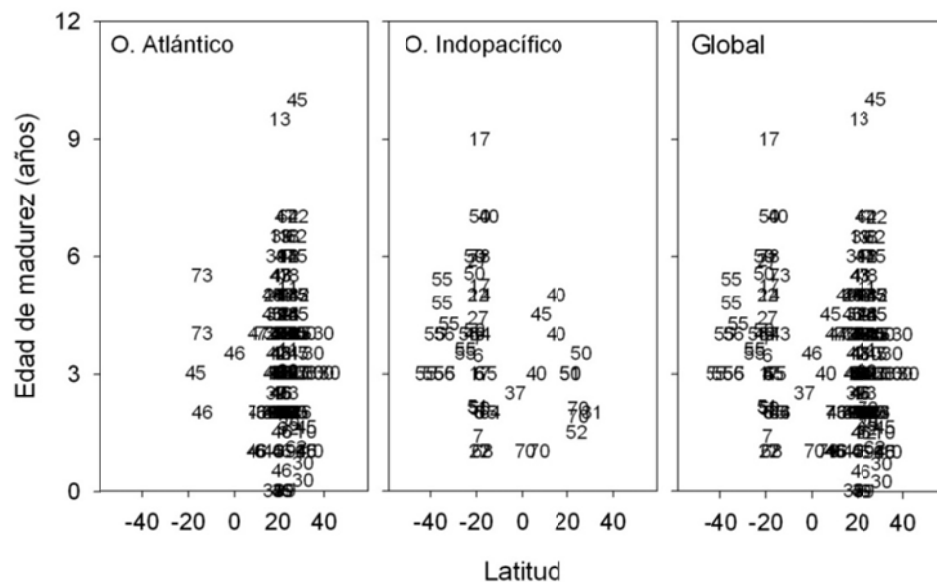


Figura 7.71. Disposición latitudinal de la edad de madurez (EDMZ) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Ninguno de los dos métodos estadísticos mostró alguna tendencia significativa al relacionar la EDMZ en función de la latitud (Tabla 7.32). Sin embargo cabe mencionar que el sentido de una posible tendencia fue consistente entre los MLGs y la R de Spearman, siendo positiva en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.01$, Wald = 1.38, $p =$

0.24) y negativa en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.004$, Wald = 0.16, $p = 0.69$). Cabe mencionar que el valor de probabilidad de la prueba t de student para la R de Spearman fue cercana a 0.05 en el Hemisferio Sur.

Tabla 7.32. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la edad de madurez (EDMZ) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Gamma (-323.84)	N inversa (-111.72)
Función de enlace	$\eta = \log(EDMZ)$	$\eta = \log(EDMZ)$
Ordenada al origen (b_0)	0.9897*	1.2600*
Latitud (b_1)	0.0076	-0.0042
Devianza nula (D_{nl})	-323.27	-111.66
Devianza residual (D_r)	50.115	5.191
Devianza escalada	183.94	55
p	0.2889*	0.3988
R de Spearman		
N	179	55
R	0.0477	-0.2327
t_{N-2}	0.6351	-1.7415
p	0.5262	0.0874

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; Gamma, distribución gamma; N inversa, distribución normal inversa.

Las tendencias de la EDMZ de las hembras (EDMZH) con respecto a la latitud también carecieron de significancia estadística a través los MLGs y la R de Spearman (Tabla 7.33). El sentido de la tendencia de la relación latitud-EDMZH fue negativa en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.02$, Wald = 0.89, $p = 0.34$) por ambos métodos. Mientras que en el Hemisferio Norte fue positiva por el MLG ($b_1 = 0.004$, Wald = 0.096, $p = 0.756$) y negativa por la R de Spearman (Tabla 7.33).

Las tendencias de la EDMZ de los machos (EDMZM) también fueron estadísticamente igual a cero mediante los MLGs y la R de Spearman (Tabla 7.34). El sentido de la tendencia de la relación latitud fue positiva en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.02$, Wald = 1, $p = 0.32$) por ambos métodos. Mientras que en el Hemisferio Sur, la tendencia fue positiva por el MLG ($b_1 = 0.01$, Wald = 0.36, $p = 0.55$) y negativa por la R de Spearman (Tabla 7.34).

Tabla 7.33. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la edad de madurez de las hembras (EDMZH) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-105.55)	Gamma (-48.01)
Función de enlace	$\eta = \log(EDMZH)$	$\eta = \log(EDMZH)$
Ordenada al origen (b_0)	1.0259*	0.9662*
Latitud (b_1)	0.0043	-0.0163
Devianza nula (D_{nl})	-105.51	-47.55
Devianza residual (D_r)	7.65	6.06
Devianza escalada	57	25.97
p	0.4006*	0.3024*
R de Spearman		
N	58	25
R	-0.0339	-0.2505
t_{N-2}	-0.2538	-1.2408
p	0.8006	0.2272

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; Gamma, distribución gamma; N inversa, distribución normal inversa.

Tabla 7.34. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la edad de madurez de los machos (EDMZM) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Gamma (-73.24)	N Inversa (-24.47)
Función de enlace	$\eta = \log(EDMZM)$	$\eta = \log(EDMZM)$
Ordenada al origen (b_0)	0.7113	1.9426*
Latitud (b_1)	0.0162	0.0143
Devianza nula (D_{nl})	-72.87	-24.34
Devianza residual (D_r)	16.85	0.71
Devianza escalada	40.59	11
p	0.2752*	0.2757*
R de Spearman		
N	40	11
R	0.1884	-0.3524
t_{N-2}	1.1826	-1.1296
p	0.2443	0.2879

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; Gamma, distribución gamma; N inversa, distribución normal inversa.

7.6.4.2 Relación de la edad de madurez con las tallas y edades

Las correlaciones de la EDMZ con la TMIN y la TPIM fueron significativas y positivas (Tabla 7.35, Fig. 7.72). Lo que indica que las especies con las mayores EDMZ promedio presentaron las mayores TMIN promedio y a las TPIM. Esta misma tendencia se conservó en las hembras en las relaciones EDMZH-TMIN y EDMZH-TPIM y en los machos en la relación EDMZM-TPIM (Fig. 7.72). Las correlaciones EDMZH-TMINH/TMAP (Fig. 7.72) y EDMZH-TMAP de las hembras también fueron positivas y estadísticamente diferente de cero, indicando que las especies con las mayores EDMZ promedio también tienden a presentar las mayores proporciones tallas y la proporción de la TMINH con respecto a la TMAP también es mayor (Tabla 7.35).

Las tendencias de las relaciones del cociente EDMZ/EDMX con respecto a la EDMX fueron significativas y negativas para las hembras, los machos y para ambos en conjunto. Lo que indica que la proporción de la EDMZ con respecto a la EDMX también tiende a ser menor en las especies que alcanzan una mayor edad promedio. Las correlaciones de la EDMZH/EDMX-TMIN/TMAP y de la EDMZM/EDMX-TMIN/TMAP también fueron significativas y positivas en ambos sexos, indicando que las especies cuya EDMZ es una mayor proporción de la EDMX también la TMIN es una mayor proporción de la TMAP. También la relación EDMZH/EDMX-TMAP fue significativa y negativa, indicando que en las especies donde la EDMZ de las hembras es una menor proporción de la EDMX presentan una mayor talla (Tabla 7.35).

El resto de las correlaciones carecieron de significancia estadística (Tabla 7.35). Pero cabe señalar que los valores de probabilidad del estadístico t de student de las relaciones EDMZ-TMAP, EDMZH/EDMX-TPIMH, EDMZH/EDMX-TPIMH/TMAP, EDMZM-TMINM y EDMZM-TMAP fueron cercanos a 0.05, presentando la posibilidad de que estas correlaciones están cerca de la significancia estadística.

Tabla 7.35. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la edad de madurez (EDMZ) con la talla mínima de madurez (TMIN), la talla de primera madurez (TPIM), la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX), global y por géneros.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
EDMZ	TMIN	38	0.4922	3.3928	0.0017*
EDMZ	TMIN/TMAP	38	0.1024	0.6174	0.5408
EDMZ	TPIM	38	0.5045	3.5055	0.0012*
EDMZ	TPIM/TMAP	38	0.1188	0.7178	0.4775
EDMZ	TMAP	43	0.2794	1.8632	0.0696
EDMZ	EDMX	43	0.2423	1.5993	0.1174
EDMZ/EDMX	TMIN	38	0.1564	0.9499	0.3485
EDMZ/EDMX	TMIN/TMAP	38	0.0942	0.5678	0.5737
EDMZ/EDMX	TPIM	38	0.0399	0.2398	0.8118
EDMZ/EDMX	TPIM/TMAP	38	0.0911	0.5492	0.5863
EDMZ/EDMX	TMAP	43	-0.0390	-0.2497	0.8041
EDMZ/EDMX	EDMX	43	-0.6300	-5.1950	<0.0001*
EDMZH	TMINH	28	0.5772	3.6040	0.0013*
EDMZH	TMINH/TMAP	28	0.3930	2.1795	0.0385*
EDMZH	TPIMH	30	0.6543	4.5779	0.0001*
EDMZH	TPIMH/TMAP	30	0.1868	1.0060	0.3230
EDMZH	TMAP	35	0.4129	2.6041	0.0137*
EDMZH	EDMX	35	0.2588	1.5391	0.1333
EDMZH/EDMX	TMINH	28	0.2351	1.2334	0.2284
EDMZH/EDMX	TMINH/TMAP	28	0.4839	2.8192	0.0091*
EDMZH/EDMX	TPIMH	30	0.3553	2.0112	0.0540
EDMZH/EDMX	TPIMH/TMAP	30	0.3491	1.9710	0.0587
EDMZH/EDMX	TMAP	35	-0.0213	-0.1223	0.9034*
EDMZH/EDMX	EDMX	35	-0.4818	-3.1581	0.0034*
EDMZM	TMINM	19	0.4502	2.0789	0.0531
EDMZM	TMINM/TMAP	19	0.3956	1.7760	0.0936
EDMZM	TPIMM	17	0.6340	3.1749	0.0063*
EDMZM	TPIMM/TMAP	17	0.2134	0.8458	0.4109
EDMZM	TMAP	25	0.3435	1.7543	0.0927
EDMZM	EDMX	25	0.3115	1.5719	0.1296
EDMZM/EDMX	TMINM	19	0.0561	0.2318	0.8194
EDMZM/EDMX	TMINM/TMAP	19	0.5474	2.6967	0.0153*
EDMZM/EDMX	TPIMM	17	-0.1250	-0.4880	0.6326
EDMZM/EDMX	TPIMM/TMAP	17	0.3971	1.6755	0.1145
EDMZM/EDMX	TMAP	25	-0.3108	-1.5680	0.1305
EDMZM/EDMX	EDMX	25	-0.5289	-2.9891	0.0066*

TMIN, talla mínima de madurez; TMINH, TMIN de las hembras; TMINM, TMIN de los machos; TPIM, talla de primera madurez; TPIMH, TPIM de las hembras; TPIMM, TPIM de los machos; EDMZ, edad de madurez; EDMZH, EDMZ de las hembras; EDMZM, EDMZ de los machos; TMAP, talla máxima; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

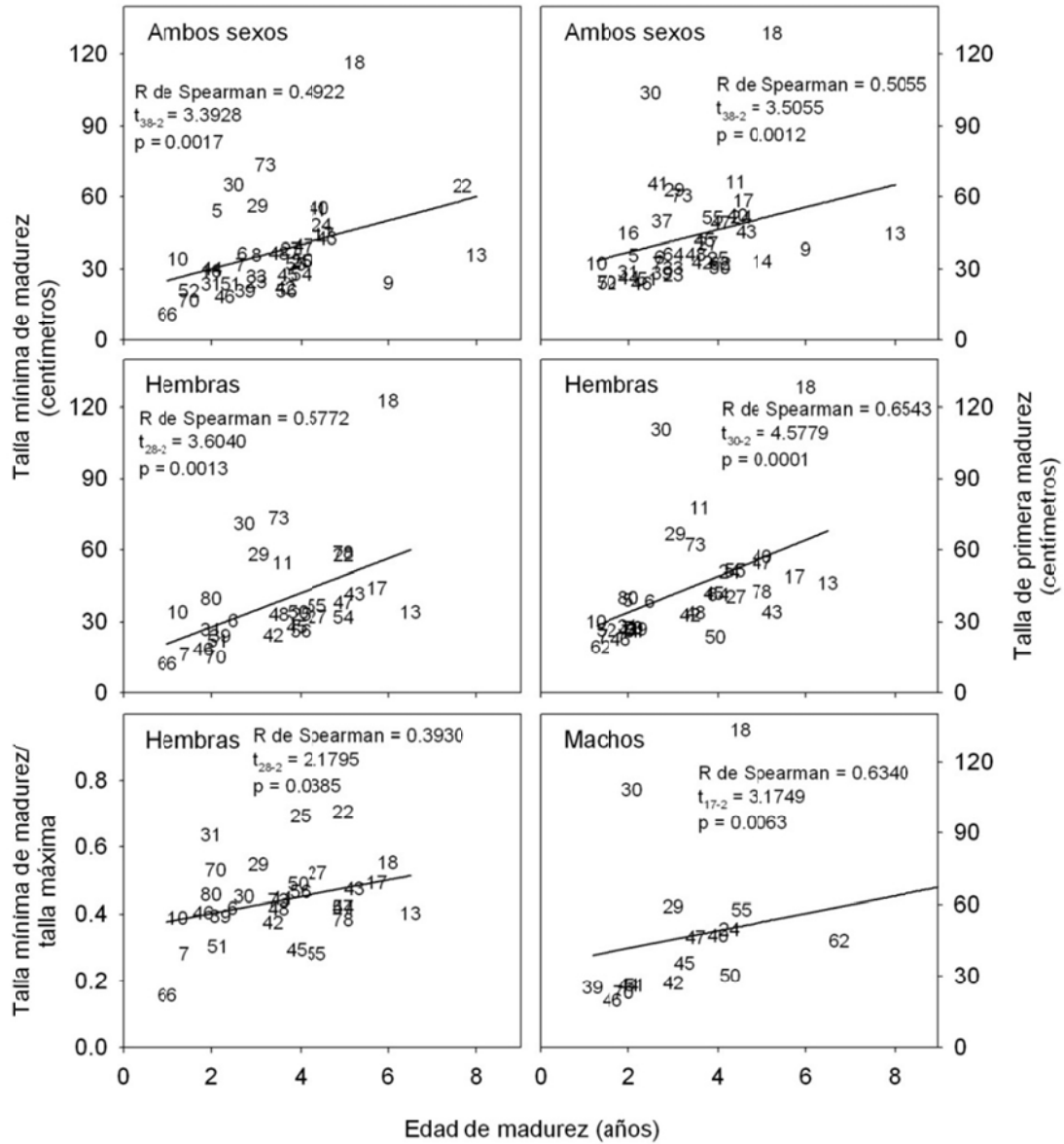


Figura 7.72. Correlaciones significativas del promedio de la edad de madurez (EDMZ) de cada especie con respecto a la talla mínima de madurez (TMIN), al cociente TMIN/TMAP y a la talla de primera madurez (TPIM) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

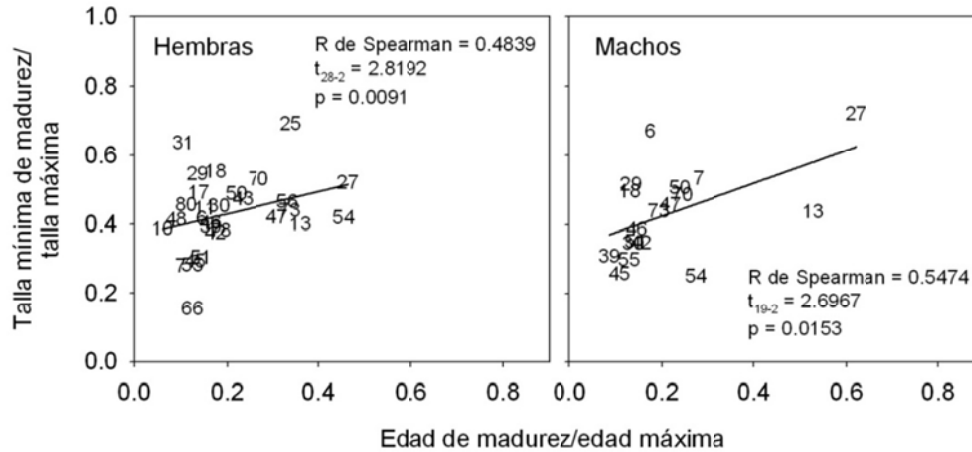


Figura 7.73. Correlaciones significativas del cociente EDMZ/EDMX de cada especie con respecto a la talla mínima de madurez (TMIN) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

7.6.5 Vida reproductiva

La vida reproductiva reportada (VIDR) varió entre los dos años y 51 años. La media de la VIDR fue mayor en el Océano Indopacífico que en el Océano Atlántico, con una diferencia de 3.71 años. El intervalo de variación y la moda fueron mayores en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico; la moda con una diferencia de 2.16 años (Fig. 7.74). Gran parte de las frecuencias de los registros de la VIDR se observaron entre los seis años y 20 años en el Océano Atlántico (75.27%) y entre los ocho y 20 años en el Océano Indopacífico (69.23%).

La información representó áreas del Mar Mediterráneo, Bermudas, Estados Unidos, el Golfo de México, Bahamas, Cuba, el Mar Caribe Mexicano, Islas Caimanes, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Jamaica, Belice, Venezuela, Trinidad y Tabago, Colombia y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas del Mar de China, Japón, el Golfo de Arabia, el Mar Rojo, Filipinas, India, Micronesia, Malasia, Papúa Nueva Guinea, Samoa Americana, Australia y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

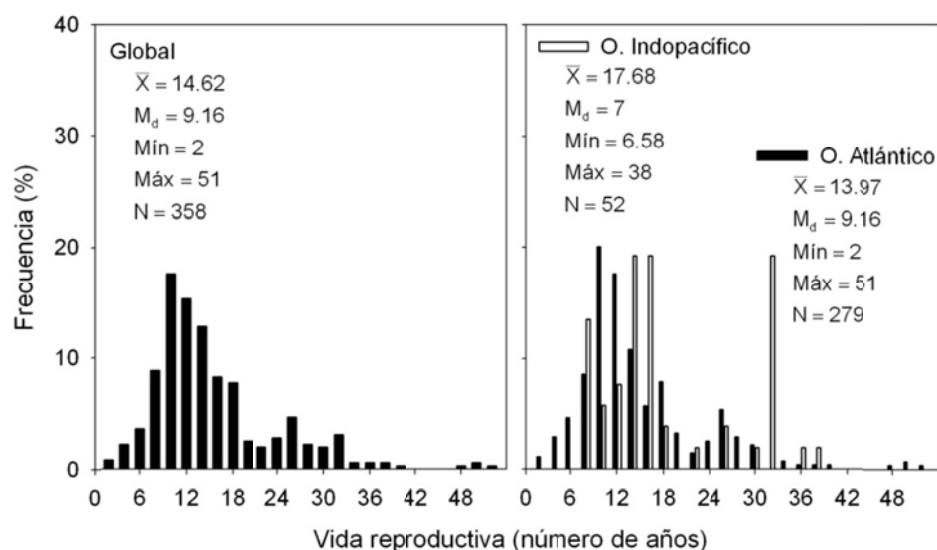


Figura 7.74. Histogramas de la vida reproductiva (VIDR) de los agrupadores transitorios.

7.6.5.1 Latitud

La VIDR estuvo representada entre los -17° Lat y los 43° Lat en el Océano Atlántico y entre los -42° Lat y los 31° Lat en el Océano Indopacífico. Las VIDRs mayores a 20 años se observaron en los -17° Lat y entre los 17° Lat y los 33° Lat en el Océano Atlántico, y en los 8° Lat y entre los -42° Lat y los -18° Lat en el Océano Indopacífico. La dispersión global de la VIDR muestra una forma de herradura, donde los valores mayores a 20 años tienden a encontrarse hacia los extremos del intervalo latitudinal (Fig. 7.75).

Los MLGs y la R de Spearman indicaron tendencias significativas de la VIDR en función de la latitud (Tabla 7.36). Las tendencias indicaron que la VIDR tiende a disminuir hacia los 0° Lat en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.023$, Wald = 23.17, $p < 0.01$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.04$, Wald = 17.08, $p < 0.01$).

La VIDRH (VIDR de las hembras) en función de la latitud también mostró una tendencia de disminución significativa hacia el Ecuador en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.023$, Wald = 6.09, $p = 0.01$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.06$, Wald = 4.37, $p = 0.04$), mediante los MLGs, no así por la R de Spearman (Fig. 7.37). Cabe mencionar

que la probabilidad de la prueba de Wald para la $b1$ fue cercana a 0.05 en ambos hemisferios.

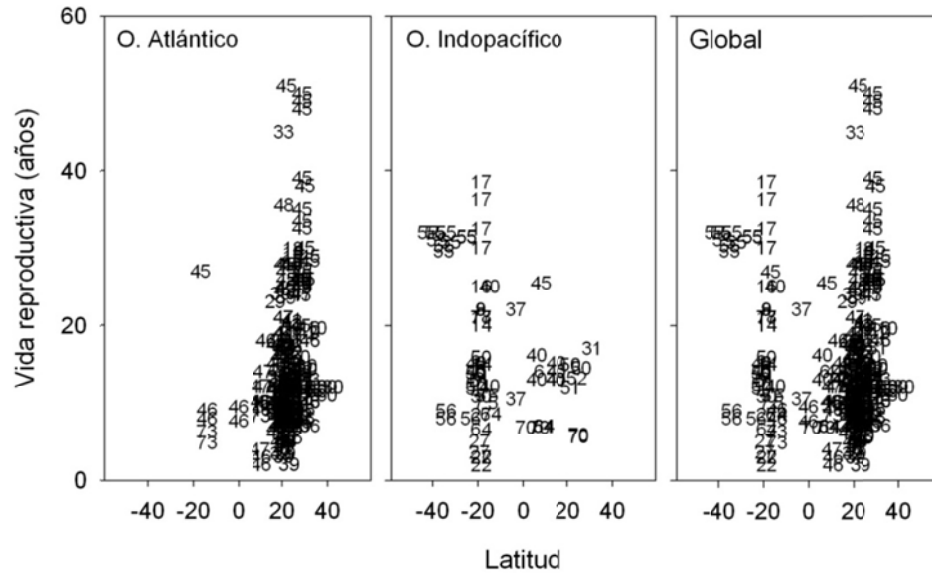


Figura 7.75. Disposición latitudinal de la vida reproductiva (VIDR) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Tabla 7.36. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la vida reproductiva (VIDR) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

		Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG			
	Distribución teórica (Log V)	N inversa (-577.04)	Gamma (-180.50)
	Función de enlace		
	Ordenada al origen ()	2.1264*	1.9742*
	Latitud ()	0.0231*	-0.0374*
	Devianza nula ()	-567.30	-172.76
	Devianza residual ()	2.40	14.89
	Devianza escalada	184	52.35
	p	0.4446*	0.3089*
R de Spearman			
	N	184	50
	R	0.3553	-0.4537
	t_{N-2}	5.1278	-3.5269
	p	<0.0001*	0.0009*

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; Gamma, distribución gamma; N inversa, distribución normal inversa.

Tabla 7.37. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la vida reproductiva de las hembras (VIDRH) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-181.04)	N inversa (-77.27)
Función de enlace	$\eta = \log(VIDRH)$	$\eta = \log(VIDRH)$
Ordenada al origen (b_0)	2.1643*	1.6558*
Latitud (b_1)	0.0228*	-0.0556*
Devianza nula (D_{nl})	-178.94	-75.53
Devianza residual (D_r)	0.70	0.48
Devianza escalada	57	22
p	0.4006*	0.3405*
R de Spearman		
N	57	22
R	0.2448	-0.3436
t_{N-2}	1.8722	-1.6361
p	0.0665	0.1174

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N inversa, distribución normal inversa.

Tabla 7.38. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la vida reproductiva de los machos (VIDRM) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-124.24)	Gamma (-34.03)
Función de enlace	$\eta = \log(VIDRM)$	$\eta = \log(VIDRM)$
Ordenada al origen (b_0)	1.9626*	1.5702*
Latitud (b_1)	0.0294*	-0.0459*
Devianza nula (D_{nl})	-120.73	-31.61
Devianza residual (D_r)	0.44	2
Devianza escalada	40	10.32
p	0.3814*	0.2431*
R de Spearman		
N	40	10
R	0.3454	-0.1969
t_{N-2}	2.2689	-0.5681
p	0.0290*	0.5855

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; Gamma, distribución gamma; N inversa, distribución normal inversa.

Asimismo la VIDRM (VIDR de los machos) en función de la latitud mostró una tendencia de disminución significativa hacia la latitud 0° en el Hemisferio Norte ($b_1 =$

0.029, Wald = 8.85, $p = 0.003$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.05$, Wald = 5.67, $p = 0.017$), mediante los MLGs, y la R de Spearman fue significativa solo en el Hemisferio Norte (Fig. 7.38).

7.6.5.2 Relación de la vida reproductiva con las tallas y edades

Las correlaciones de la VIDR con la EDMZ/EDMX total y por géneros fueron significativas y negativas (Tabla 7.39, Fig. 7.76). Lo que indica que las especies con las menores VIDR promedio presentaron las mayores proporciones de la EDMZ con respecto a la EDMX.

Tabla 7.39. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio de la vida reproductiva por especie (VIDR) con la talla mínima de madurez (TMIN), el cociente TMIN/TMAP, la talla de primera madurez (TPIM), el cociente TPIM/TMAP, la edad de madurez (EDMZ), la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX), global y por géneros.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
VIDR	TMIN	38	0.1695	1.0320	0.3090
VIDR	TMIN/TMAP	38	-0.0664	-0.3994	0.6919
VIDR	TPIM	38	0.3096	1.9533	0.0586
VIDR	TPIM/TMAP	38	-0.0334	-0.2004	0.8423
VIDR	EDMZ	43	0.1290	0.8328	0.4098
VIDR	EDMZ/EDMX	43	-0.6910	-6.1211	0.0001*
VIDR	TMAP	43	0.2128	1.3945	0.1707
VIDR	EDMX	43	0.9322	16.4939	0.0001*
VIDRH	TMINH	27	0.3999	2.1818	0.0387*
VIDRH	TMINH/TMAP	27	-0.0720	-0.3611	0.7210
VIDRH	TPIMH	30	0.2556	1.3991	0.1728
VIDRH	TPIMH/TMAP	30	-0.1960	-1.0576	0.2993
VIDRH	EDMZH	34	0.1266	0.7222	0.4754
VIDRH	EDMZH/EDMX	34	-0.6119	-4.3766	0.0001*
VIDRH	TMAP	34	0.4726	3.0334	0.0048*
VIDRH	EDMX	34	0.9646	20.6977	<0.0001*
VIDRM	TMINM	18	0.3209	1.3555	0.1941
VIDRM	TMINM/TMAP	18	-0.1517	-0.6139	0.5479
VIDRM	TPIMM	17	0.5637	2.6433	0.0184*
VIDRM	TPIMM/TMAP	17	-0.2623	-1.0525	0.3092
VIDRM	EDMZM	24	0.1477	0.7004	0.4910
VIDRM	EDMZM/EDMX	24	-0.7165	-4.8179	0.0001*
VIDRM	TMAP	24	0.5009	2.7143	0.0127*
VIDRM	EDMX	24	0.8937	9.3415	<0.0001*

VIDR, vida reproductiva; VIDRH, VIDR de las hembras; VIDRM, VIDR de los machos; TMIN, talla mínima de madurez; TMINH, TMIN de las hembras; TMINM, TMIN de los machos; TPIM, talla de primera madurez; TPIMH, TPIM de las hembras; TPIMM, TPIM de los machos; EDMZ, edad de madurez; EDMZH, EDMZ de las hembras; EDMZM, EDMZ de los machos; TMAP, talla máxima; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

También las correlaciones de la VIDR con la EDMX total y por géneros fueron significativas pero positivas, indicando que las especies con las mayores VIDRs tienden a presentar las mayores EDMX (Fig. 7.76).

Por géneros las correlaciones VIDRH-TMINH, VIDRH-TMAP, VIDRM-TPIMM y VIDRM-TMAP fueron positivas y estadísticamente diferentes de cero (Tabla 7.39; Fig. 7.77). Lo que indica que las especies que presentan las mayores VIDRs tienden a presentar las mayores tallas, TMINH y TPIMM. El resto de las correlaciones carecieron de significancia estadística (Tabla 7.39). Cabe mencionar que la correlación de VIDR-TPIM presentó un valor de probabilidad cercano a 0.05.

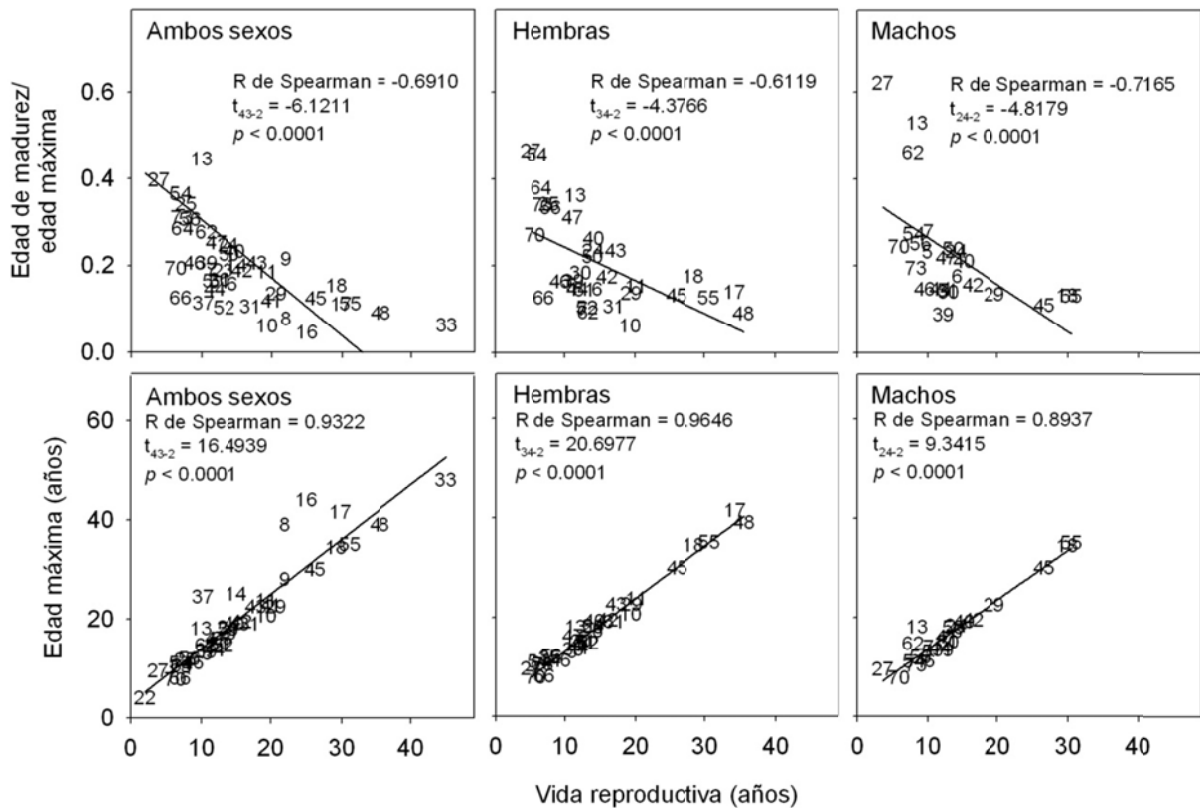


Figura 7.76. Correlaciones significativas del promedio de la vida reproductiva (VIDR) de cada especie con el cociente EDMZ/EDMX y la edad máxima (EDMX) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

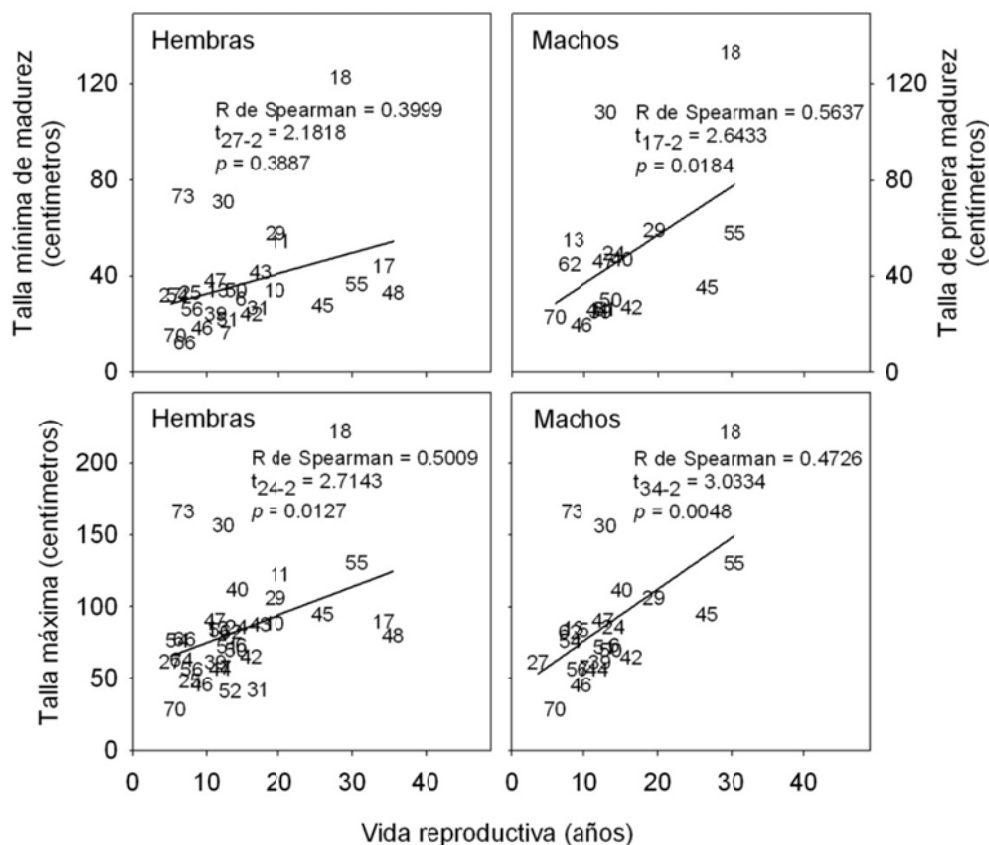


Figura 7.77. Correlaciones significativas del promedio de la vida reproductiva (VIDR) de cada especie con la talla mínima de madurez (TMIN), la talla de primera madurez (TPIM) y la talla máxima (TMAP) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

7.6.6 Agrupamiento de la estructura poblacional

El ACP de ambos sexos mostró dos grupos de especies a partir del componente principal (CP) 2 y 3. El CP 2 explicó el 23.41% de la varianza y estuvo positivamente correlacionado con la TMIN y la VIDR. El CP 3 explicó el 14.08% de la varianza y estuvo negativamente correlacionado con la CSX. El CP 2 y CP 3 explicaron el 37.49% de la varianza, mientras que el CP 1 tuvo el 39.16% de la varianza explicada (Tabla 7.40). El grupo 1 (G1) correspondió a las especies que tienden a presentar menores TMINs (18.34 cm a 64.81 cm) y VIDRs (2 años a 25 años), mientras que el grupo 2 (G2) agrupó a las especies que se distinguieron por

presentar mayores TMINs (24 cm a 116.25 cm) y VIDRs (19.35 años a 31.12 años) (Fig. 7.78 y 7.79).

También el ACP de las hembras mostró dos grupos de especies a partir del componente principal (CP) 2 y 3. El CP 2 explicó el 30.85% de la varianza y estuvo negativamente correlacionado con la TMINH y la VIDRH. El CP 3 explicó el 15.69% de la varianza y estuvo positivamente correlacionado con la CSX y negativamente con la EDMZH. El CP 2 y CP 3 explicaron el 46.53% de la varianza, mientras que el CP1 tuvo el 36.61% de la varianza explicada (Tabla 7.40). El grupo 1 (G1) correspondió a las especies que tienden a presentar mayores TMINHs (27.66 cm a 122.50 cm) y VIDRHs (20.15 años a 34.25 años), mientras que el grupo 2 (G2) agrupó a las especies que se distinguieron por presentar menores TMINHs (16.07 cm a 70.70 cm) y VIDRHs (5.1 años a 19.32 años) (Fig. 7.80 y 7.81).

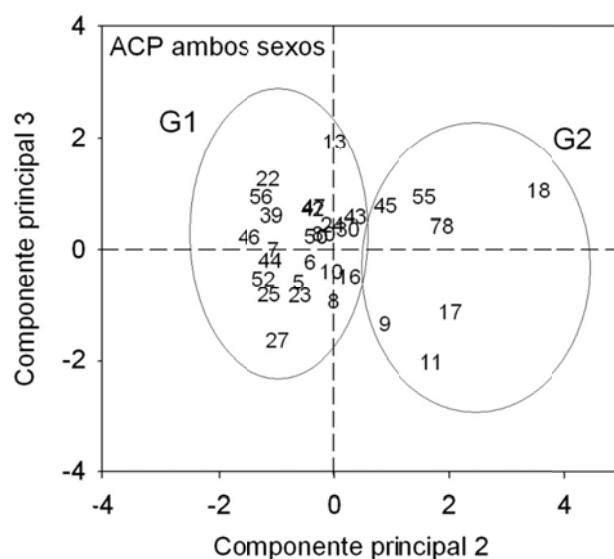


Figura 7.78. Ordenación de 28 agrupadores transitorios y dos especies testigo (*C. undulatus* y *E. morio*), de acuerdo con el componente principal 2 y el componente principal 3 del APC para ambos sexos. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2.

Las especies testigo se mantuvieron en los grupos determinados a partir de los dos APCs. Por su parte *C. undulatus* se asoció con las especies que tienden a

presentar las mayores TMINs y VIDRs, mientras que *E. morio* se agrupó junto a las especies que presentan menores TMINs y VIDRs.

Las especies separadas y las variables con mayor peso fueron consistentes en ambos ACP. Las especies *P. auratus*, *L. campechanus*, *E. itajara*, *E. fuscoguttatus*, *M. bonaci*, *C. miniata* y la especie testigo *C. undulatus* constantemente se separaron como las especies que tienden a presentar las mayores TMINs y VIDRs.

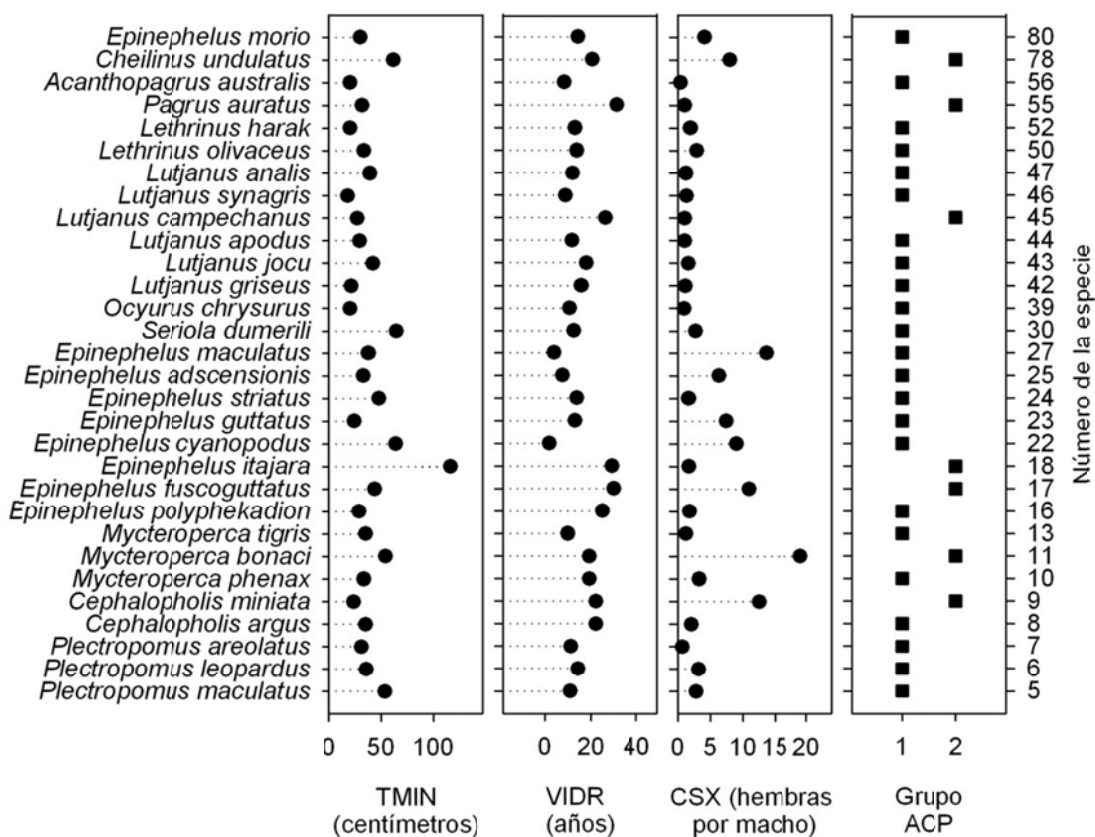


Figura 7.79. Las variables que tuvieron mayor influencia para la formación de los grupos a partir del ACP para ambos sexos (TMIN, talla mínima de madurez; VIDR, vida reproductiva; CSX, composición sexual) y los grupos determinados (grupo 1, especies que tienden a presentar menores TMINs y VIDRs; grupo 2, especies con mayores TMINs y VIDRs).

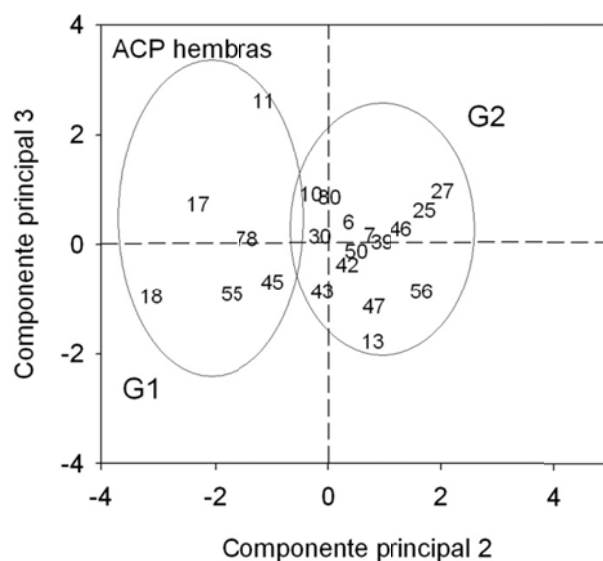


Figura 7.80. Ordinación de los 19 agrupadores transitorios y las dos especies testigo (*C. undulatus* y *E. morio*), de acuerdo con el componente principal 2 y el componente principal 3 del APC para las hembras. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2.

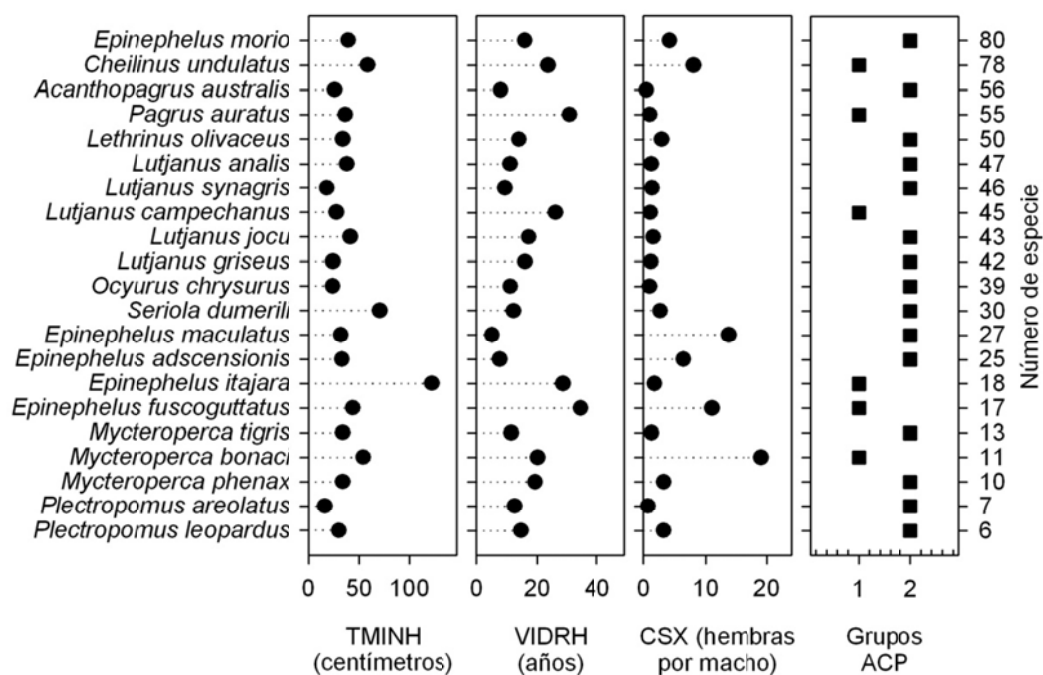


Figura 7.81. Las variables que tuvieron mayor influencia para la formación de los grupos a partir del APC para las hembras (TMINH, talla mínima de madurez de las hembras; VIDRH, vida reproductiva de las hembras; CSX, composición sexual) y los grupos determinados (grupo 1, especies que tienden a presentar mayores TMINHs y VIDRHs; grupo 2, especies con menores TMINHs y VIDRHs).

Tabla 7.40. Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficientes factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) para las especies a partir de los promedios de características de su población adulta, para ambos sexos y para las hembras.

	CP 1	CP 2	CP 3	CP4
ACP (ambos sexos)				
Eigenvalor	2.3498	1.4047	0.8446	0.7963
Porcentaje de la varianza explicada	39.1636	23.4109	14.0759	13.2725
Coeficiente factor de peso (FL)				
CSX	-0.5333	0.2658	-0.6692	0.4022
TMIN	-0.4706	0.6280	0.1572	-0.5050
TMIN/TMAP	-0.6773	-0.2237	-0.3819	-0.4835
EDMZ	-0.7079	0.3694	0.3606	0.3679
EDMZ/EDMX	-0.8480	-0.2471	0.2999	0.1012
VIDR	0.4060	0.8319	-0.0787	-0.0106
ACP (hembras)				
Eigenvalor	2.1968	1.8507	0.9412	0.7081
Porcentaje de la varianza explicada	36.6127	30.8458	15.6873	11.8009
Coeficiente factor de peso (FL)				
CSX	-0.4753	-0.1493	0.7788	0.3646
TMINH	-0.4829	-0.6790	-0.0497	-0.4590
TMINH/TMAP	-0.8061	0.1602	0.2199	-0.4085
EDMZH	-0.7255	-0.3515	-0.4699	0.3429
EDMZH/EDMX	-0.7413	0.5668	-0.2500	0.2031
VIDRH	0.1104	-0.9471	-0.0252	0.1968

ACP, Análisis de Componentes Principales; CP, Componente Principal; CSX, composición sexual; TMIN, talla mínima de madurez; TMINH, TMIN de las hembras; TMIN/TMAP, TMIN entre la talla máxima; TMINH/TMAP, TMIN/TMAP de las hembras; EDMZ, edad de madurez; EDMZH, EDMZ de las hembras; EDMZ/EDMX, EDMZ entre la edad máxima; EDMZH/EDMX, EDMZ/EDMX de las hembras; VIDR, vida reproductiva; VIDRH, VIDR de las hembras; *, FL significativos, cuyo valor absoluto es mayor que 0.32.

7.6.7 Modelado conceptual

A través del modelado conceptual se representaron las relaciones significativas entre las características de las poblaciones adultas y con la latitud (Fig. 7.82). Las tallas de madurez, y la vida reproductiva tienden a ser mayores hacia latitudes alejadas del Ecuador en ambos hemisferios, mientras que la composición sexual sigue la misma tendencia en el Hemisferio Norte, pero tiende a ser mayor hacia la latitud 0° en el Hemisferio Sur (Fig. 7.82).

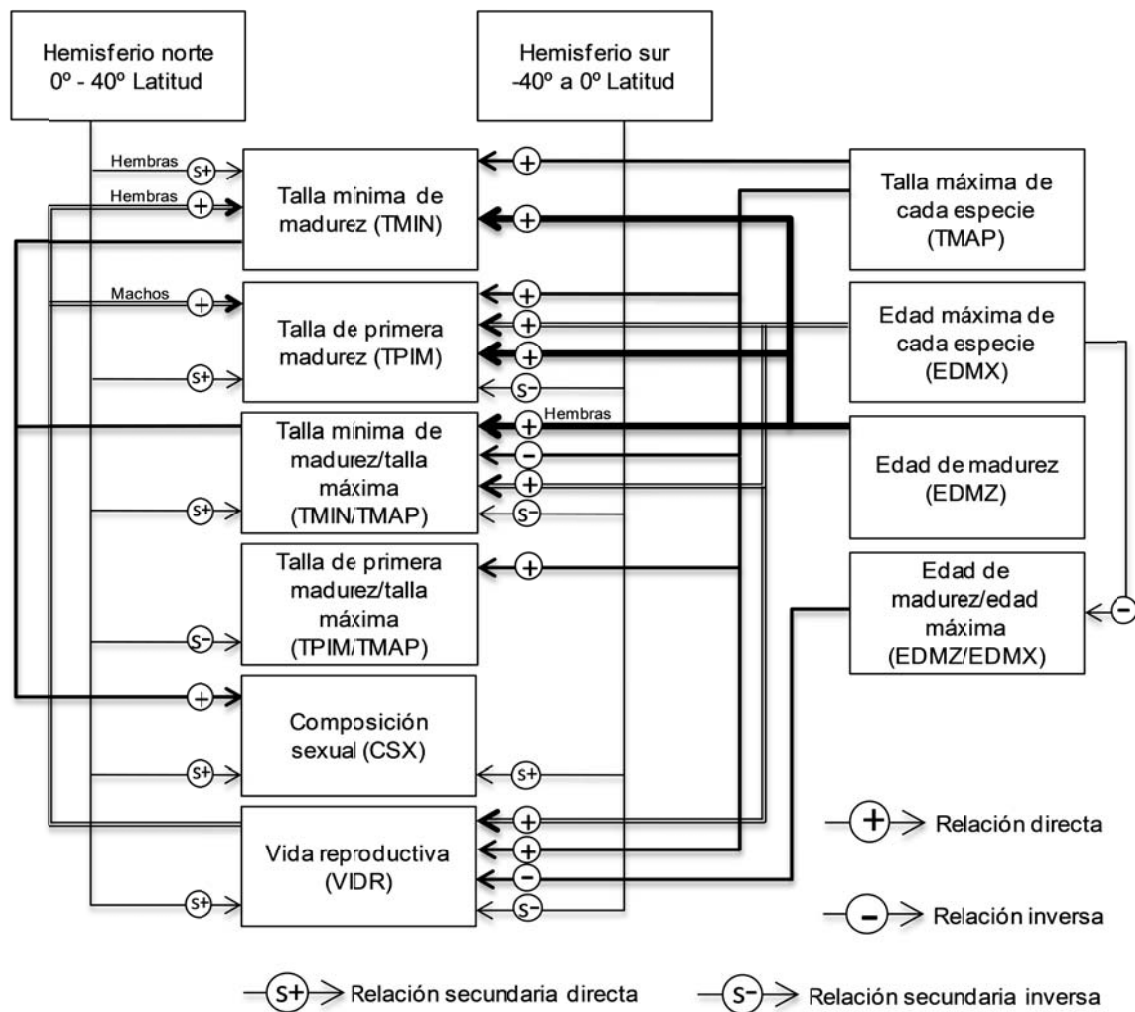


Figura 7.82. Modelo conceptual de las relaciones entre las características de la población adulta, y su relación con la latitud.

Las tallas y edades se relacionaron de manera positiva, de manera que las especies que las especies más longevas y que alcanzan una mayor longitud tienden a presentar la madurez en edades y tallas mayores, y también una mayor vida reproductiva. La composición sexual también se relacionó de manera positiva con las tallas de madurez, de manera que las especies que tienden a presentar la madurez a una mayor longitud, también tienden a presentar un mayor número de hembras por macho (Fig. 7.82).

7.7 Género

El género se exploró a través de la sexualidad (172 datos), la talla mínima de cambio de sexo (35 datos) y la edad de cambio de sexo (12 datos). La información representó a poblaciones que se distribuyen de los -9.86° a los 32.63° de latitud y de los -96.98° a -35.16° de longitud en el Océano Atlántico, y de los -42.14° a los 35.44° de latitud y -155.89° a los 178.91° de longitud en el Océano Indopacífico (Fig. 7.83). La Tabla 7.41 contiene un resumen de la información asociada al género de los agrupadores transitorios.

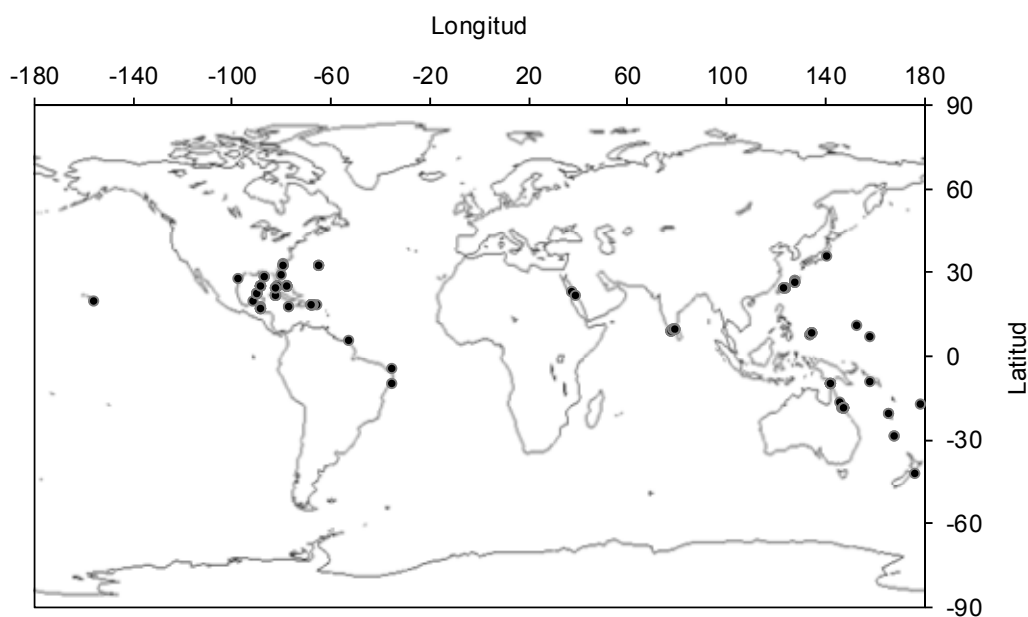


Figura 7.83. Ubicación geográfica de la información relacionada con el género de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.

Tabla 7.41. Resumen de la información relacionada al género de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.

Clave	Especie	Sexualidad	TMCSX cm	EMCSX Años	Referencias
1	<i>Liza vaigiensis</i>	GN			Breden & Rosen, 1966 en Fishbase
2	<i>Crenimugil crenilabris</i>	GN			Myers, 1999 en Fishbase
3	<i>Neomyxus leuciscus</i>	GN			Breden & Rosen, 1966 en Fishbase
4	<i>Plectropomus oligacanthus</i>	PG			Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase
5	<i>Plectropomus maculatus</i>	PG	27.63-45.89	2-15	Adams, 2002 en Choat et al., 2008; Adams, 2003; Choat et al., 2008; Ferreira, 1993; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Williams et al., 2008
6	<i>Plectropomus leopardus</i>	PG	32.1-32.79	3-16	Adams 1996 en Johannes et al., 1999; Adams, 2003; Allsop & West, 2003 en Fishbase; Frisch et al., 2006; Lewis et al., 1983 en Fishbase; Loubens, 1980 en Johannes et al., 1999; Saimoily & Squire, 1994; Williams et al., 2008
7	<i>Plectropomus areolatus</i>	PG	44	3	Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Johannes et al., 1999; Johannes, 1989 en Johannes et al., 1999; Pet et al., 2005 en Erisman et al., 2009; Williams et al., 2008
8	<i>Cephalopholis argus</i>	PG			Brulé et al., 1998 en Rhodes et al., 2008; Dierking et al., 2005; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Sphigel & Fishelson, 1991 en Johannes et al., 1999
9	<i>Cephalopholis miniata</i>	PG			Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Sphigel & Fishelson, 1991 en Johannes et al., 1999
10	<i>Mycteroperca phenax</i>	PG	40.1-70	2	Bullock & Smith, 1991 en Brulé et al., ____.; Coleman et al., 1996; Gilmore & Jones, 1992; Harris et al., 2002; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Rocha et al., 2008
11	<i>Mycteroperca bonaci</i>	PG	90-103.3		Allsop & West, 2003 en Fishbase; Brulé et al., 2003; Crabtree & Bullock, 1998; Ferreira-Teixeira et al., 2004; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Renán et al., 2001; Smith, 1959 en Shapiro, 1987
12	<i>Mycteroperca venenosa</i>	PG	65-71.6	8	Bullock & Smith, 1991 en Brulé et al., ____.; Cummings, 2007; Cushion, 2010; Garcia-Cagide & Garcia 1996 en Cushion, 2010; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase
13	<i>Mycteroperca tigris</i>	PG	37		Byron et al., 2002 en Brulé et al., ____.; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Smith, 1958 en Fishbase; Smith, 1959 en Shapiro, 1987
14	<i>Epinephelus ongus</i>	PG			Craig, 2007; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase
15	<i>Epinephelus corallicola</i>	PG			Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase
16	<i>Epinephelus polyphkadion</i>	PG	37		Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Johannes et al., 1999; Rhodes & Sadovy, 2002
17	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	PG	68	11	Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Pears et al., 2006; Pears et al., 2007
18	<i>Epinephelus itajara</i>	PG	111.35-200.85		Bullock & Smith, 1991 en Sadovy & Eklund, 1999; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Sadovy et al., 1994; Smith, 1959 en Sadovy & Eklund, 1999; Smith, 1971 en Bullock et al., 1992; Smith, 1971 en Sadovy & Eklund, 2000
19	<i>Epinephelus malabaricus</i>	PG			Cornish, 2006; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Sheaves, 1995 en

Clave	Especie	Sexualidad	TMCSX cm	EMCSX Años	Referencias
20	<i>Epinephelus trimaculatus</i>	PG			Erismán et al., 2009
21	<i>Epinephelus multinotatus</i>	PG			Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase
22	<i>Epinephelus cyanopodus</i>	PG			Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase
23	<i>Epinephelus guttatus</i>	PG	25.7-28	4	Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase Burnett-Herkes, 1975 en Colin, 1992; Cushion, 2010; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Lieske & Myers, 1994 en Fishbase; Nemeth 2005 en Nemeth et al., 2007; Ruiz-Carus, 2002; Sadovy et al., 1992 en Johannes et al., 1999; Sadovy et al., 1994; Shapiro et al., 1993, 1994 en Johannes et al., 2000; Smith, 1959 en Shapiro, 1987; Whiteman et al., 2005
24	<i>Epinephelus striatus</i>	GN, PG	33.28-52.1	7	Bardach, 1958 en Sosa-Cordero et al., 2009; Carter et al., 1991; Carter et al., 1994 en Aguilar-Perera & Aguilar-Dávila, 1996; Cushion, 2010; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Munro et al., 1973 en Cushion, 2010; Sadovy & Colin, 1995 en Sadovy & Eklund, 1999; Sadovy et al., 1994; Thompson & Munro, 1983 en Sosa-Cordero et al., 2009
25	<i>Epinephelus adscensionis</i>	PG			Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Kline et al., 2011; Rocha et al., 2008; Sadovy et al., 1994; Smith, 1965 en Erismán et al., 2009
26	<i>Epinephelus merra</i>	PG	20		Bhandari et al., 2003; Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; Inagami et al., 2007; Jagadis et al., 2007; Kobayashi et al., 2007
27	<i>Epinephelus maculatus</i>	PG			Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase
28	<i>Epinephelus spilotoceps</i>	PG			Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase
29	<i>Trachinotus falcatus</i>	GN			Graham & Castellanos, 2005
30	<i>Seriola dumerili</i>	GN			De La Gandara & García-Gómez, 2004; Marino et al., 1995 en Fishbase
31	<i>Decapterus macarellus</i>	GN			Smith-Vaniz, 1986 en Fishbase
32	<i>Carangoides bartholomaei</i>	GN			Graham & Castellanos, 2005
33	<i>Carangoides ruber</i>	GN			Graham & Castellanos, 2005
34	<i>Caranx hippos</i>	GN			Keith et al., 2000 en Fishbase
35	<i>Caranx latus</i>	GN			Smith-Vaniz, 1986 en Fishbase
36	<i>Caranx crysos</i>	GN			Smith-Vaniz, 1986 en Fishbase
37	<i>Symphorus nematophorus</i>	GN			Heupel et al., 2010
39	<i>Ocyurus chrysurus</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase; Claro & Lindeman, 2008
40	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase
41	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase; Graham, 2003 en Graham & Castellanos, 2005
42	<i>Lutjanus griseus</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase; Claro & Lindeman, 2008; Domeier et al., 1996 en Brulé et al., ____.
43	<i>Lutjanus jocu</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase; Claro & Lindeman, 2008; Graham, 2003 en Graham & Castellanos, 2005
44	<i>Lutjanus apodus</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase; Claro & Lindeman, 2008
45	<i>Lutjanus campechanus</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase; Bradley and Brian, 1975 en Brulé et al., ____.; Brulé et al., 2004 en Brulé et al., ____.; Claro & Lindeman, 2008; González-Y-De-La-Rosa & Ré-Regis, 2001; White & Palmer, 2004
46	<i>Lutjanus synagris</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase; Claro & Lindeman, 2008; Luckhurst et al., 2000; Manickchand-Dass, 1987 en Brulé et al., ____.
47	<i>Lutjanus analis</i>	GN			Allen, 1985 en Fishbase; Claro & Lindeman, 2008; Teixeira et al., 2010

Clave	Especie	Sexualidad	TMCSX cm	EMCSX Años	Referencias
50	<i>Lethrinus olivaceus</i>	PG	34.36		Bean et al., 2003 en Ebisawa, 2006; Church, 1995 en Ebisawa, 2006; Ebisawa, 2006; Loubens, 1980a en Ebisawa, 2006; Sumpton & Brown, 2004 en Ebisawa, 2006; Walker, 1975 en Ebisawa, 2006; Wassef & Bawazeer, 1992
52	<i>Lethrinus harak</i>	PG	23.01		Ebisawa, 2006
54	<i>Calamus bajonado</i>	PG			García-Cagide et al., 1994 en Fishbase
55	<i>Pagrus auratus</i>				
56	<i>Acanthopagrus australis</i>	PD		4	Dredge, 1976 en Fishbase; Kailola et al., 1993 en Fishbase; Pollock, 1984 en Fishbase
57	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>	GN			Longenecker & Langston, 2008
62	<i>Lachnolaimus maximus</i>	PG	31.95	3	Colin, 1982 en Lindholm et al., 2006; Davis, 1976 en Fishbase; García-Cagide et al., 1994 en Sosa-Cordero et al., 2009; McBride & Johnson, 2007; McBride et al., 2001; McBride et al., 2001 en Lindholm et al., 2007
64	<i>Chlorurus microrhinos</i>	PG	25-43.77	4	Sabetian, 2010; Venkataramani & Jayakumar, ____
66	<i>Chaetodipterus faber</i>	GN			Hayse, 1990 en Fishbase
68	<i>Siganus vermiculatus</i>	GN			Woodland, 1990 en Fishbase
71	<i>Naso lopezi</i>	GN			Thersher, 1984 en Fishbase
72	<i>Naso lituratus</i>	GN			Breden & Rosen, 1966 en Fishbase
73	<i>Scomberomorus cavalla</i>	GN			Collette & Nauen, 1983 en Fishbase
78	<i>Cheilinus undulatus</i>	PG	65-111	9-15	Choat en Russell, 2004; Choat et al., 2006 en Colin, 2010; Lau & Li, 2000 en Russell, 2004; Sadovy de Mitcheson et al., 2010; Sadovy et al., 2003
80	<i>Epinephelus morio</i>	PG, PD	15-60.7	3	Bannerot, 1984 en Sadovy et al., 1994; Brulé et al., 1999; Brulé et al., 2003; Coleman et al., 1996; Colin et al., 1987 en Sadovy et al., 1995; Fitzhugh et al., 2006; Giménez-Hurtado et al., 2003; Moe, 1969 en Shapiro, 1987; Valdés & Padrón, 1980
81	<i>Mycteroperca microlepis</i>	PG	75-101.57		Brulé et al., 2003; Coleman et al., 1996; Collins et al., 1987 en Bullock et al., 1992; Gilmore & Jones, 1992; McErlean & Smith, 1964 en Shapiro, 1987; McGovern et al., 1998

TMCSX, talla mínima de cambio de sexo; EMCSX, edad mínima de cambio de sexo; GN, gonocórismo; PG, protoginia; PD, protándria;

7.7.1 Sexualidad

Los tipos de sexualidad reportados fueron el gonocorismo, la protoginia y la protándria. La moda global y por océanos fue la protoginia. Los 172 registros correspondieron a 58 especies, 27 del Océano Atlántico y 31 del Océano Indopacífico (Fig. 7.84). La sexualidad gonocórica se registró en 28 especies y el hermafroditismo en 30 especies.

La información representó áreas de Estados Unidos, Bermudas, el Golfo de México, Bahamas, Cuba, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Belice, Guyana y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, el Mar Rojo, Hawaii, el Golfo de Mannar, India, Micronesia, Indonesia, Islas Salomón, Papúa Nueva Guinea, Australia, Fiji y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

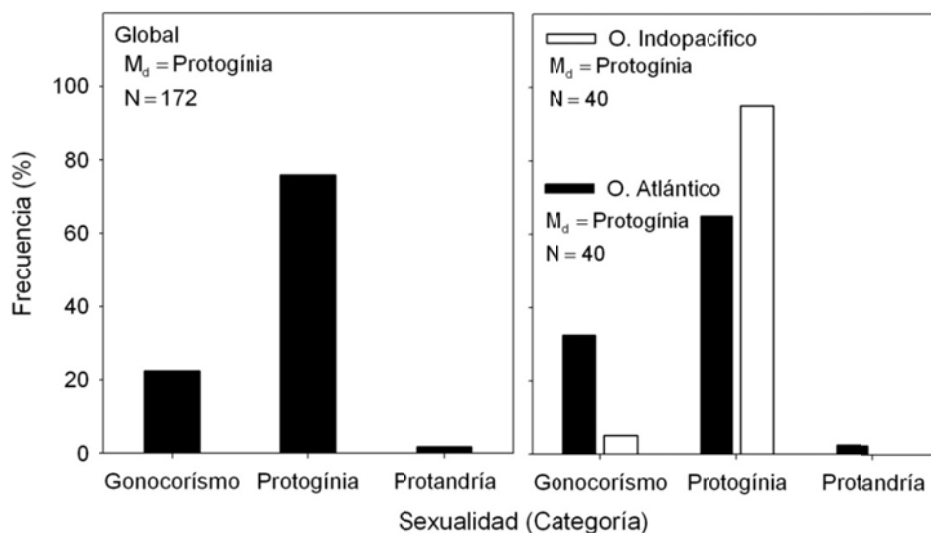


Figura 7.84. Histogramas del tipo de sexualidad de los agrupadores transitorios.

7.7.1.1 Latitud

La sexualidad de los agrupadores transitorios estuvo representada entre los -10° Lat y los 33° Lat en el Océano Atlántico y entre los -43° Lat y los 35° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.85). El gonocorismo y la protoginia estuvieron representados en ambos océanos. Fue evidente que el gonocorismo solo estuvo

representado por dos especies en el Océano Indopacífico, el lutjánido *S. nematophorus* (Sp: 37) y el siganido *S. vermiculatus* (Sp: 68). Cabe mencionar que el intervalo de latitud representado en el Océano Atlántico fue más estrecho que en el Océano Indopacífico, y careció de un agrupamiento que indicara algún patrón latitudinal de los tipos de sexualidad. Los registros de protándria correspondieron a *A. australis* del Océano Indopacífico, pero no se contó con la ubicación geográfica.

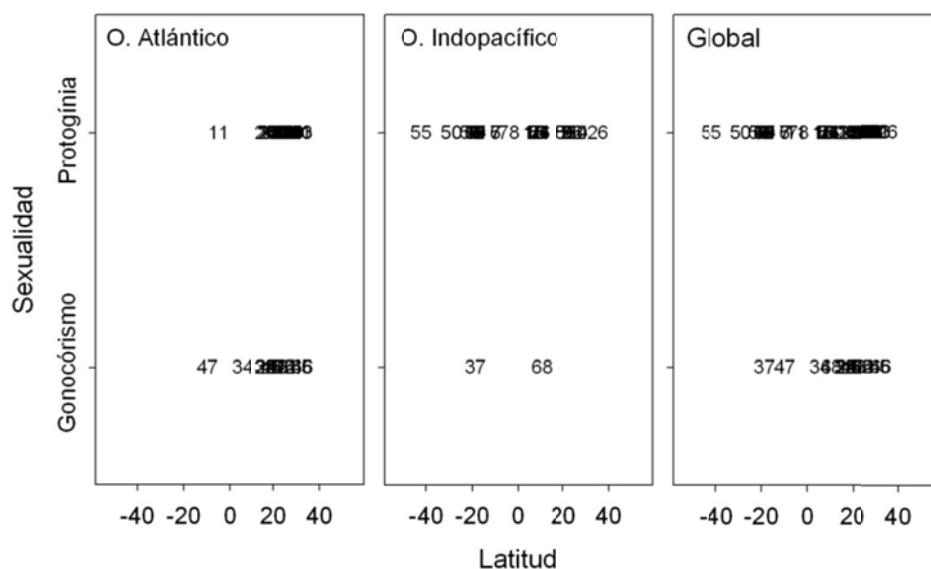


Figura 7.85. Disposición latitudinal de los tipos de sexualidad de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

7.7.1.2 Relación de la sexualidad con la composición sexual y el tamaño de las agrupaciones de desove

El ACP mostró dos grupos de especies a partir del componente principal (CP) 1 y 2. El CP 1 explicó el 42.50% de la varianza y estuvo positivamente correlacionado con la sexualidad y la CSX, y negativamente con el TAD. El CP 2 explicó el 34.88% de la varianza y positivamente correlacionado con la sexualidad y el TAD. El CP 1 y CP 2 explicaron el 77.39% de la varianza (Tabla 7.42).

Los factores de peso de cada variable indicaron que el grupo 1 (G1) correspondió a las especies que presentaron gonocorismo y un menor número de

hembras por macho (1 a 3) en su CSX; mientras que el G2 agrupó a las especies que presentaron protoginia y un mayor número de hembras por macho (1 a 30). También el TAD tuvo una contribución importante para la formación de los grupos, y se observó que una proporción notable de las especies del G1 tienden a presentar las mayores TAD (Fig. 7.86 y 7.87).

Tabla 7.42. Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) para las especies a partir de la sexualidad, la composición sexual (CSX) y el tamaño de las agrupaciones de desove (TAD).

	CP 1	CP 2	CP 3
ACP			
Eigenvalor	1.2751	1.0465	0.6784
Porcentaje de la varianza explicada	42.5041	34.8817	22.6142
Coeficiente factor de peso (FL)			
Sexualidad	0.5008*	0.7620*	0.4105*
CSX	0.8288*	0.0177	-0.5592*
TAD	-0.5809*	0.6822*	-0.4440*

ACP, Análisis de Componentes Principales; CP, Componente Principal; CSX, composición sexual; TAD, tamaño de las agrupaciones de desove; *, FL significativos, cuyo valor absoluto es mayor que 0.32.

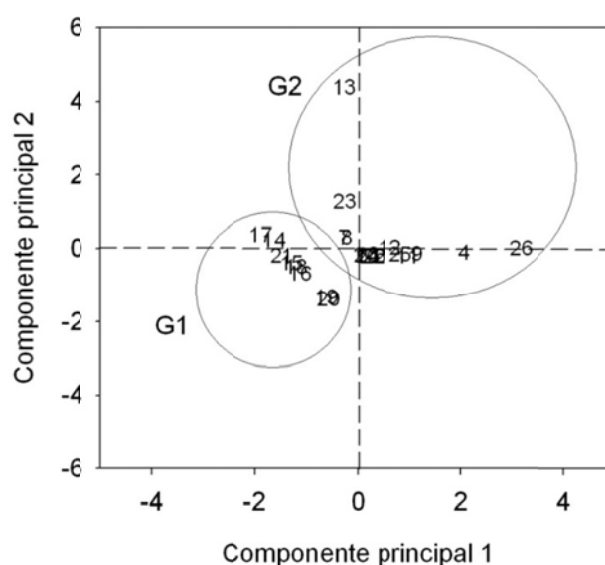


Figura 7.86. Ordinación de los 25 agrupadores transitorios y una especie testigo (*C. undulatus*), de acuerdo con el componente principal 1 y 2 del APC. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2.

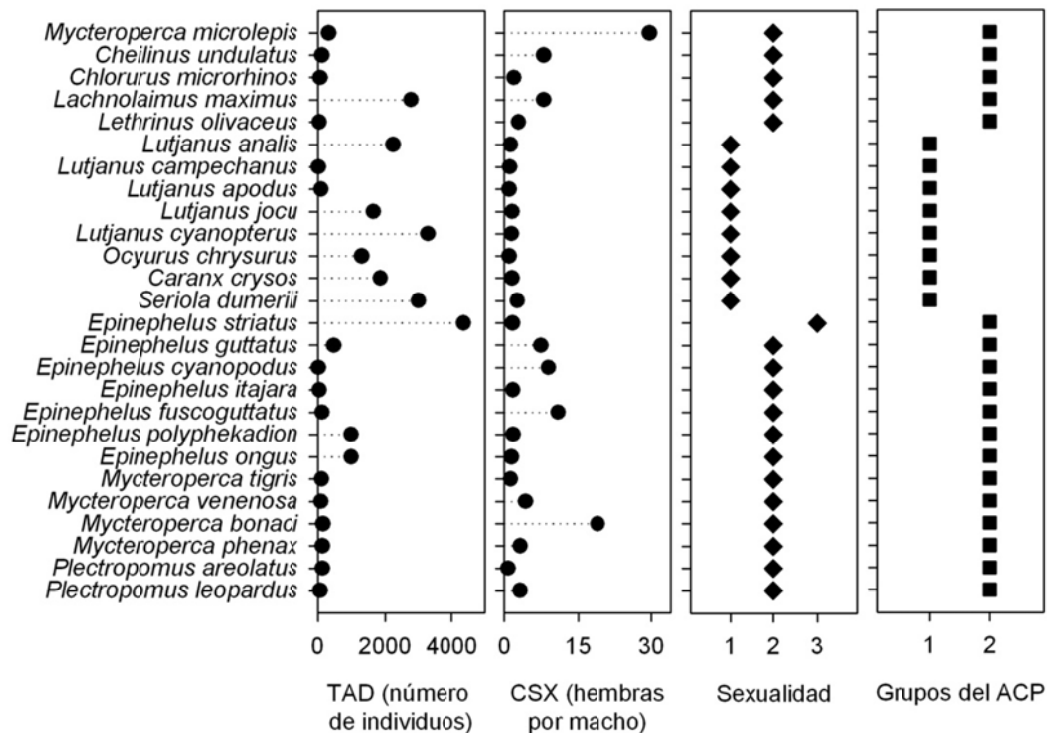


Figura 7.87. Las variables utilizadas para la formación de los grupos a partir del ACP (TAD, tamaño de las agrupaciones de desove; CSX, composición sexual; y la sexualidad) y los grupos determinados (grupo 1, especies que tienden a presentar menores CSX y gonocorismo; grupo 2, especies con mayores CSX y protoginia).

7.7.2 Talla mínima de cambio de sexo

La talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) varió de 15 cm a 201.10 cm de longitud total. El intervalo de variación, la media y la moda fueron mayores en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico. La diferencia entre las medias fue de 6.94 cm y entre las modas fue de 12 cm (Fig. 7.88). Gran parte de las frecuencias de los registros de la TMCSX se observaron entre los 15 cm y 70 cm en el Océano Atlántico (75%) y entre los 25 cm y 50 cm en el Océano Indopacífico (92.31%).

La información representó áreas de las Bermudas, Estados Unidos, Bahamas, el Golfo de México, Cuba, Puerto Rico, Jamaica y Belice en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, el Golfo de Mannar, India, Micronesia, Papúa Nueva Guinea y Australia en el Océano Indopacífico.

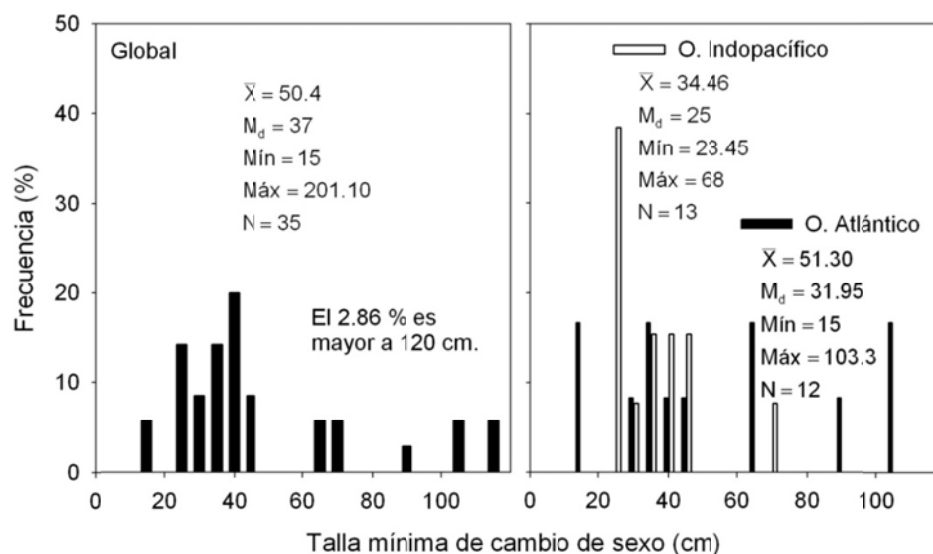


Figura 7.88. Histogramas de la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) de los agrupadores transitorios.

7.7.2.1 Latitud

La TMCSX estuvo representada entre los 16° Lat y los 32° Lat en el Océano Atlántico y entre los -19° Lat y los 26° Lat en el Océano Indopacífico. Las TMCSXs mayores a 40 cm se observaron en los 21° Lat y 32° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -19° Lat y -9° Lat en el Océano Indopacífico. Aunque los datos disponibles fueron pocos, la dispersión de la TMCSX mostró que los valores mayores a 40 cm tienden a encontrarse hacia los extremos del intervalo latitudinal (Fig. 7.89).

Los MLGs indicaron tendencias significativas de la TMCSX en función de la latitud (Tabla 7.43). Las tendencias indicaron que la TMCSX tiende a disminuir hacia los 0° Lat en el Hemisferio Norte ($b_1 = 0.03$, Wald = 9.64, $p < 0.01$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.05$, Wald = 6.38, $p = 0.01$). La R de Spearman fue significativa solamente en el Hemisferio Norte, pero las tendencias sugeridas son consistentes con los MLGs en ambos hemisferios (Tabla 7.43).

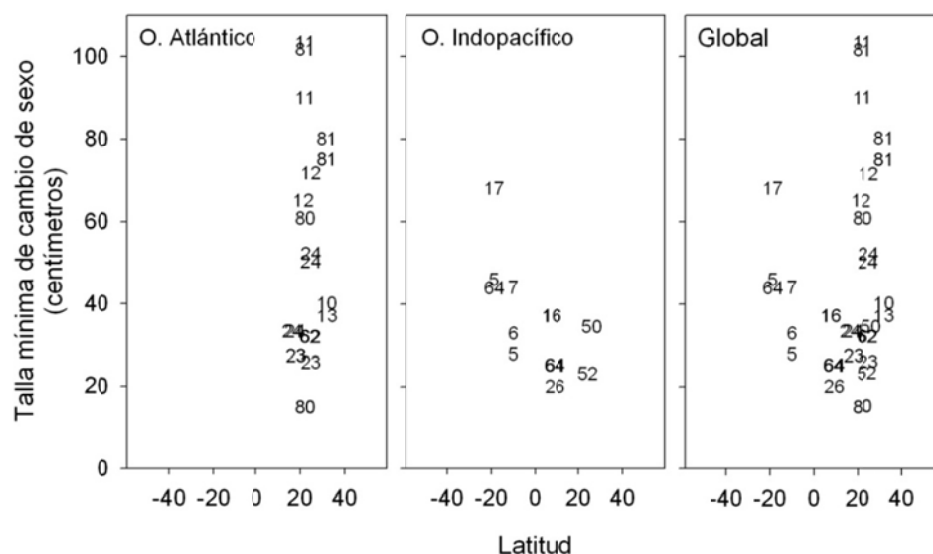


Figura 7.89. Disposición latitudinal de la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Tabla 7.43. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-141.49)	N inversa (-23.34)
Función de enlace		
Ordenada al origen ()	3.0711*	3.0809*
Latitud ()	0.0330*	-0.0475*
Devianza nula ()	-137.87	-21.1480
Devianza residual ()	0.1770	0.0055
Devianza escalada	32	6
p	0.3675*	0.1991*
R de Spearman		
N	32	6
R	0.3948	-0.6831
t_{N-2}	2.3538	-1.8708
p	0.0253*	0.1347

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N inversa, distribución normal inversa.

7.7.2.2 Relación de la talla mínima de cambio de sexo con las tallas, las edades, la composición sexual y la vida reproductiva

Las correlaciones de la TMCSX fueron positivas y significativas con la TMIN, la TMINH, la TPIM, la TPIMH, la TPIMM, la VIDR, la VIDRH, la TMAP y la EDMX, indicando que las TMCSX tienden a ser mayores en las especies con mayores tallas de madurez, mayores vidas reproductivas, que alcanzan una mayor longitud y más longevas (Tabla 7.44, Fig. 7.90).

Por su parte la TMCSX/TMAP presentó correlaciones positivas y significativas con la TPIM/TMAP, VIDR y la VIDRM; y una correlación negativa y estadísticamente diferente de cero con la EDMZ/EDMX. Las tendencias sugieren que cuando la proporción de la TMCSX con respecto a la TMAP es mayor en las especies con mayores vidas reproductivas, y la cuando la proporción de la EDMZ con respecto a la EDMX es menor (Tabla 7.44, Fig. 7.91).

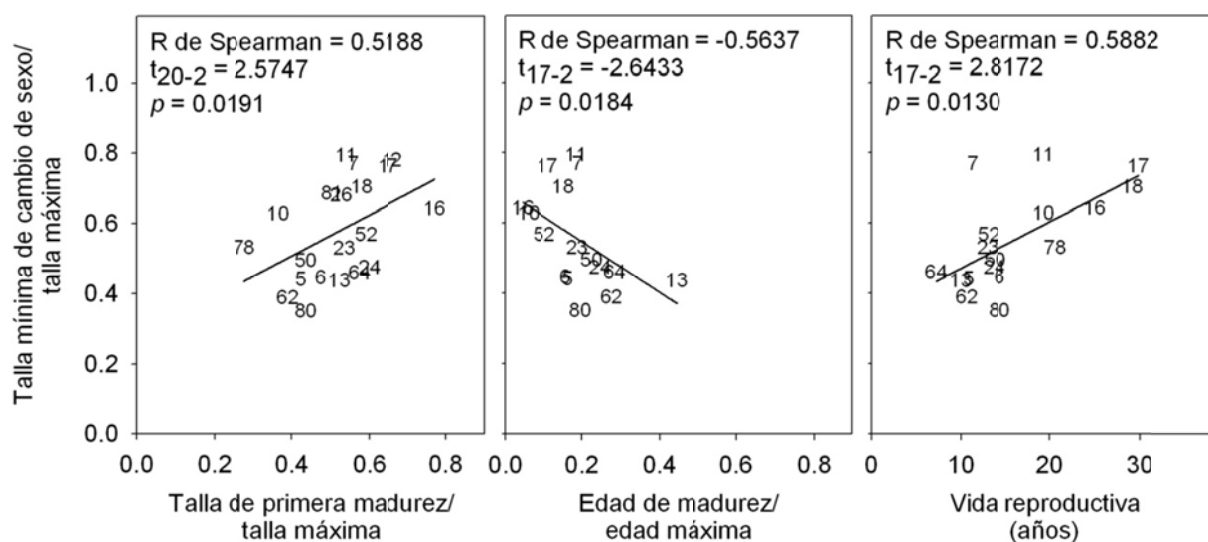
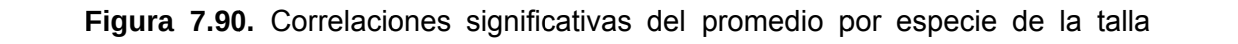


Figura 7.91. Correlaciones significativas del promedio por especie de la talla mínima de cambio de sexo entre la talla máxima (TMCSX/TMAP) con la talla de primera madurez entre la talla máxima (TPIM/TMAP), la edad de madurez entre la edad máxima (EDMZ/EDMX) y la vida reproductiva (VIDR) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

Tabla 7.44. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la talla mínima de cambio de sexo (TMCSX) con las tallas y edades, la composición sexual y la vida reproductiva, global y por géneros.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
TMCSX	CSX	20	0.3002	1.3354	0.1984
TMCSX	TMIN	18	0.8322	6.0039	<0.0001*
TMCSX	TMIN/TMAP	18	-0.1136	-0.4573	0.6536
TMCSX	TMINH	12	0.7951	4.1457	0.0020*
TMCSX	TMINH/TMAP	12	0.1329	0.4239	0.6806
TMCSX	TMINM	6	0.4857	1.1113	0.3287
TMCSX	TMINM/TMAP	6	-0.4857	-1.1113	0.3287
TMCSX	TPIM	20	0.8056	5.7683	<0.0001*
TMCSX	TPIM/TMAP	20	0.1061	0.4525	0.6563
TMCSX	TPIMH	20	0.7537	4.8650	0.0001*
TMCSX	TPIMH/TMAP	20	0.0023	0.0096	0.9925
TMCSX	TPIMM	7	0.9286	5.5943	0.0025*
TMCSX	TPIMM/TMAP	7	0.5357	1.4186	0.2152
TMCSX	EDMZ	17	0.4429	1.9135	0.0750
TMCSX	EDMZ/EDMX	17	-0.1913	-0.7548	0.4620
TMCSX	EDMZH	15	0.3932	1.5419	0.1471
TMCSX	EDMZH/EDMX	15	0.0500	0.1805	0.8595
TMCSX	EDMZM	8	0.0479	0.1175	0.9103
TMCSX	EDMZM/EDMX	8	-0.2381	-0.6005	0.5702
TMCSX	VIDR	17	0.6242	3.0940	0.0074*
TMCSX	VIDRH	15	0.6643	3.2043	0.0069*
TMCSX	VIDRM	9	0.6000	1.9843	0.0876
TMCSX	TMAP	20	0.8469	6.7581	<0.0001*
TMCSX	EDMX	19	0.4820	2.2682	0.0366*
TMCSX	CSX	20	0.1279	0.5470	0.5911
TMCSX/TMAP	TMIN	18	0.1930	0.7867	0.4429
TMCSX/TMAP	TMIN/TMAP	18	0.2136	0.8747	0.3947
TMCSX/TMAP	TMINH	12	0.3012	0.9990	0.3414
TMCSX/TMAP	TMINH/TMAP	12	0.0420	0.1328	0.8970
TMCSX/TMAP	TMINM	6	-0.0286	-0.0572	0.9572
TMCSX/TMAP	TMINM/TMAP	6	0.2571	0.5322	0.6228
TMCSX/TMAP	TPIM	20	0.3489	1.5794	0.1317
TMCSX/TMAP	TPIM/TMAP	20	0.5188	2.5747	0.0191*
TMCSX/TMAP	TPIMH	20	0.3429	1.5485	0.1389
TMCSX/TMAP	TPIMH/TMAP	20	0.4195	1.9609	0.0655
TMCSX/TMAP	TPIMM	7	0.3571	0.8550	0.4316
TMCSX/TMAP	TPIMM/TMAP	7	0.5000	1.2910	0.2532
TMCSX/TMAP	EDMZ	17	-0.0699	-0.2714	0.7898
TMCSX/TMAP	EDMZ/EDMX	17	-0.5637	-2.6433	0.0184*
TMCSX/TMAP	EDMZH	15	0.0661	0.2390	0.8149
TMCSX/TMAP	EDMZH/EDMX	15	-0.1821	-0.6679	0.5159
TMCSX/TMAP	EDMZM	8	-0.2994	-0.7687	0.4713
TMCSX/TMAP	EDMZM/EDMX	8	-0.4048	-1.0842	0.3199
TMCSX/TMAP	VIDR	17	0.5882	2.8172	0.0130*
TMCSX/TMAP	VIDRH	15	0.4607	1.8716	0.0839
TMCSX/TMAP	VIDRM	9	0.6833	2.4763	0.0424*
TMCSX/TMAP	TMAP	20	0.2376	1.0377	0.3131
TMCSX/TMAP	EDMX	19	0.2659	1.1373	0.2712

TMCSX, talla mínima de cambio de sexo; TMAP, talla máxima; TMCSX/TMAP, TMCSX entre la TMAP; VIDR, vida reproductiva; VIDRH, VIDR de las hembras; VIDRM, VIDR de los machos; TMIN, talla mínima de madurez; TMINH, TMIN de las hembras; TMINM, TMIN de los machos; TPIM, talla de primera madurez; TPIMH, TPIM de las hembras; TPIMM, TPIM de los machos; EDMZ, edad de madurez; EDMZH, EDMZ de las hembras; EDMZM, EDMZ de los machos; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N menos dos grados de libertad; p , probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.



7.7.3 Edad de cambio de sexo

La edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) varió de dos años a 16 años. Los 10 registros correspondieron a ocho agrupadores transitorios. Las frecuencias globales y por océanos de la EMCSX tienden a concentrarse entre los dos años y seis años (Fig. 7.92).

La información representó áreas de Estados Unidos, Bahamas, y el Golfo de México en el Océano Atlántico; y en áreas del Estrecho de Torres y Australia en el Océano Indopacífico.

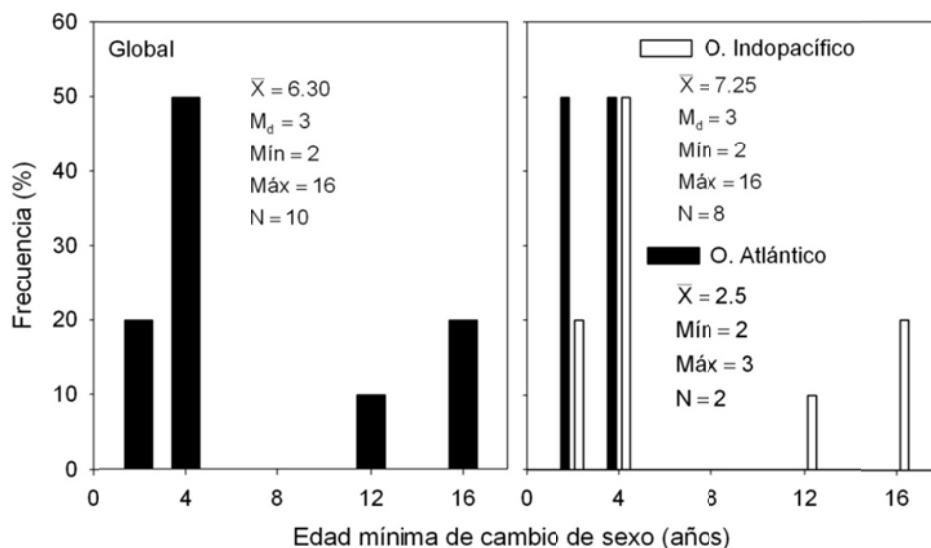


Figura 7.92. Histogramas de la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) de los agrupadores transitorios.

7.7.3.1 Latitud

La EMCSX estuvo representada entre los 24° Lat y los 32° Lat en el Océano Atlántico y entre los -19° Lat y los -9° Lat en el Océano Indopacífico. Las EMCSX mayores a cinco años se observaron entre los 24° Lat y 25° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -19° Lat y -18° Lat en el Océano Indopacífico, aunque cabe mencionar que los datos representados fueron pocos (Fig. 7.93).

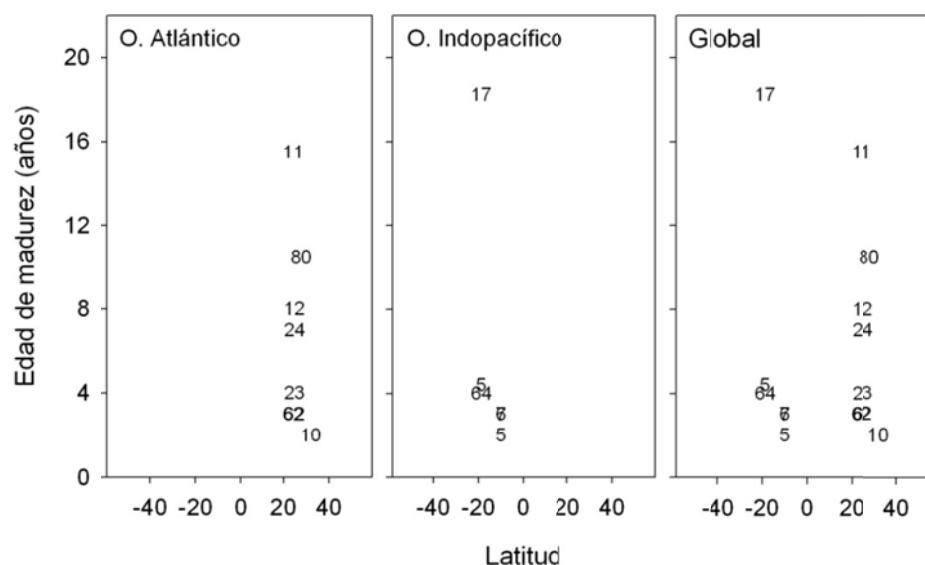


Figura 7.93. Disposición latitudinal de la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Tabla 7.45. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir a la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

		Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG			
	Distribución teórica (Log V)	N inversa (-13.88)	N inversa (-12.78)
	Función de enlace		
	Ordenada al origen ()	4.3204	-0.0275
	Latitud ()	-0.1120*	-0.1021*
	Devianza nula ()	-12.37	-9.60
	Devianza residual ()	0.2496	0.1459
	Devianza escalada	7	6
	p	0.2206*	0.1991*
R de Spearman			
	N	7	6
	R	0.1154	-0.8911
	t _{N-2}	0.2597	-3.9279
	p	0.8054	0.0171*

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N inversa, distribución normal inversa.

El MLG y la R de Spearman indicaron la misma tendencia y de manera significativa en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.10$, Wald = 10.60, $p < 0.01$), señalando que la EMCSX es menor hacia la latitud 0°. Solo la tendencia del MLG fue significativa en

el Hemisferio Norte, sin embargo fue inconsistente con la R de Spearman; aunque esta última careció de significancia. La inconsistencia entre los resultados de los métodos estadísticos y la escasez de datos no permitieron definir una posible tendencia en el Hemisferio Norte (Tabla 7.45).

7.7.3.2 Relación de la edad de cambio de sexo con las tallas, las edades, la composición sexual y la vida reproductiva

Las correlaciones de la EMCSX fueron positivas y significativas con la TMIN, la TPIM, la TPIMH, la EDMZH y la VIDRM; negativa con la EDMZM/EDMX. Lo que indica que las EMCSX tienden a ser mayores en las especies con mayores tallas de madurez, mayor edad de madurez en las hembras y mayores vidas reproductivas. También que las menores EMCSX correspondieron a las especies cuya proporción de la EDMZ de los machos con respecto a la EDMX es mayor (Tabla 7.46, Fig. 7.94).

Por su parte la EMCSX/EDMX solo presentó una correlación significativa y positiva con la EDMZH/EDMX, indicando que las especies con las mayores proporciones de la EMCSX sobre la EDMX también presentaron las mayores proporciones de la EDMZ con respecto a la EDMX en las hembras (Tabla 7.46).

El resto de las relaciones carecieron de significancia estadística, sin embargo algunos valores de probabilidad estuvieron cercanos a 0.05, tales como EMCSX-EDMZH/EDMX, EMCSX/EDMX-TMIN, EMCSX/EDMX-TPIMH, EMCSX/EDMX-TPIMH/TMAP y EMCSX/EDMX-EDMZH.

Tabla 7.46. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) con las tallas y edades, la composición sexual y la vida reproductiva, global y por géneros.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
EMCSX	TMCSX	12	0.4480	1.5846	0.1441
EMCSX	TMCSX/TMAP	12	0.2116	0.6848	0.5090
EMCSX	CSX	13	0.3060	1.0660	0.3093
EMCSX	TMIN	11	0.6667	2.6833	0.0251*
EMCSX	TMIN/TMAP	11	0.2877	0.9011	0.3910
EMCSX	TMINH	8	0.4820	1.3474	0.2265
EMCSX	TMINH/TMAP	8	0.1928	0.4813	0.6474
EMCSX	TMINM/TMAP	3	-0.5000	-0.5774	0.6667
EMCSX	TPIM	12	0.6138	2.4585	0.0338*
EMCSX	TPIM/TMAP	12	0.2399	0.7813	0.4527
EMCSX	TPIMH	12	0.6067	2.4136	0.0365*
EMCSX	TPIMH/TMAP	12	0.3810	1.3030	0.2218
EMCSX	EDMZ	12	0.4832	1.7451	0.1116
EMCSX	EDMZ/EDMX	12	-0.0922	-0.2928	0.7756
EMCSX	EDMZH	11	0.8222	4.3333	0.0019*
EMCSX	EDMZH/EDMX	11	0.5380	1.9145	0.0878
EMCSX	EDMZM	6	-0.6468	-1.6964	0.1651
EMCSX	EDMZM /EDMX	6	-0.9856	-11.6619	0.0003*
EMCSX	VIDR	12	0.3617	1.2270	0.2479
EMCSX	VIDRH	11	0.2713	0.8456	0.4197
EMCSX	VIDRM	7	0.7748	2.7405	0.0408*
EMCSX	TMAP	13	0.3611	1.2844	0.2254
EMCSX	EDMX	13	0.2667	0.9177	0.3784
EMCSX/EDMX	TMCSX	12	0.2517	0.8226	0.4299
EMCSX/EDMX	TMCSX/TMAP	12	0.0979	0.3111	0.7621
EMCSX/EDMX	CSX	13	-0.1183	-0.3951	0.7003
EMCSX/EDMX	TMIN	11	0.5727	2.0960	0.0655
EMCSX/EDMX	TMIN/TMAP	11	0.5091	1.7744	0.1097
EMCSX/EDMX	TMINH	8	0.1667	0.4140	0.6932
EMCSX/EDMX	TMINH/TMAP	8	0.0714	0.1754	0.8665
EMCSX/EDMX	TMIN	3	0.5000	0.5774	0.6667
EMCSX/EDMX	TMIN/TMAP	3	0.5000	0.5774	0.6667
EMCSX/EDMX	TPIM	12	0.4056	1.4032	0.1908
EMCSX/EDMX	TPIM/TMAP	12	0.3007	0.9970	0.3423
EMCSX/EDMX	TPIMH	12	0.5105	1.8774	0.0899
EMCSX/EDMX	TPIMH/TMAP	12	0.5524	2.0959	0.0625
EMCSX/EDMX	EDMZ	12	0.1436	0.4589	0.6561
EMCSX/EDMX	EDMZ/EDMX	12	0.0839	0.2663	0.7954
EMCSX/EDMX	EDMZH	11	0.5251	1.8511	0.0972
EMCSX/EDMX	EDMZH/EDMX	11	0.6636	2.6614	0.0260*
EMCSX/EDMX	EDMZM	6	-0.6983	-1.9508	0.1228
EMCSX/EDMX	VIDR	12	-0.0210	-0.0664	0.9484
EMCSX/EDMX	VIDRH	11	-0.1909	-0.5835	0.5739
EMCSX/EDMX	VIDRM	7	0.6429	1.8766	0.1194
EMCSX/EDMX	TMAP	13	0.0495	0.1642	0.8725
EMCSX/EDMX	EDMX	13	-0.1758	-0.5924	0.5656

EMCSX, edad mínima de cambio de sexo; EDMX, edad máxima; EMCSX/EDMX, EMCSX entre la EDMX; TMCSX, talla mínima de cambio de sexo; TMCSX/TMAP, TMCSX entre la talla máxima; VIDR, vida reproductiva; VIDRH, VIDR de las hembras; VIDRM, VIDR de los machos; TMIN, talla mínima de madurez; TMINH, TMIN de las hembras; TMINM, TMIN de los machos; TPIM, talla de primera madurez; TPIMH, TPIM de las hembras; TPIMM, TPIM de los machos; EDMZ, edad de madurez; EDMZH, EDMZ de las hembras; EDMZM, EDMZ de los machos; TMAP, talla máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

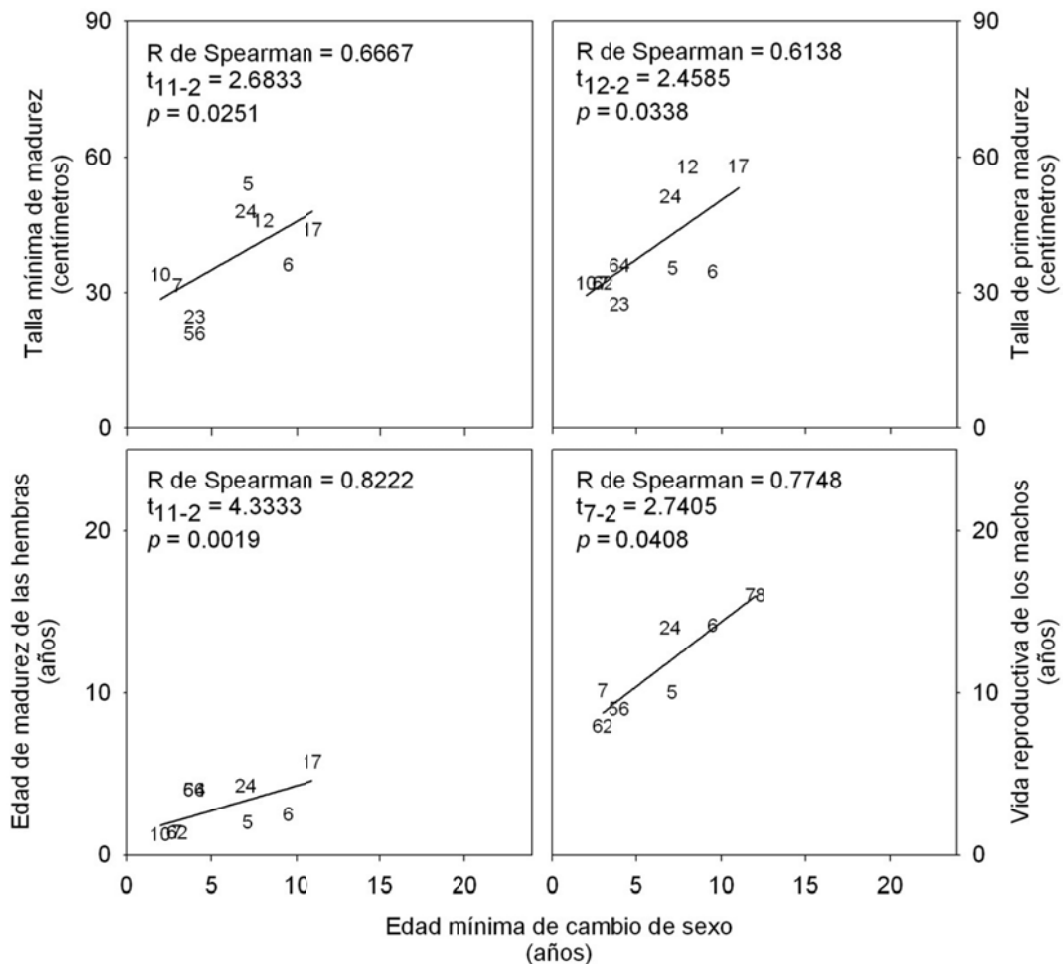


Figura 7.94. Correlaciones significativas del promedio por especie de la edad mínima de cambio de sexo (EMCSX) con las tallas y edades mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

7.7.4 Modelado conceptual

El modelado conceptual incluyó los dos grupos de especies definidos a partir de la sexualidad, la CSX y el TAD. Los grupos estuvieron principalmente definidos por la sexualidad, es decir un grupo de especies gonocóricas y un grupo de especies protogínicas. Las especies gonocóricas tendieron a presentar el menor número de hembras por macho en un intervalo estrecho y las mayores cantidades de individuos en las agrupaciones. Mientras que la protoginia estuvo asociada a los mayores

números de hembras por macho en un intervalo amplio y que se superpone con las especies gonocóricas, así como el intervalo del TAD (Fig. 7.95).

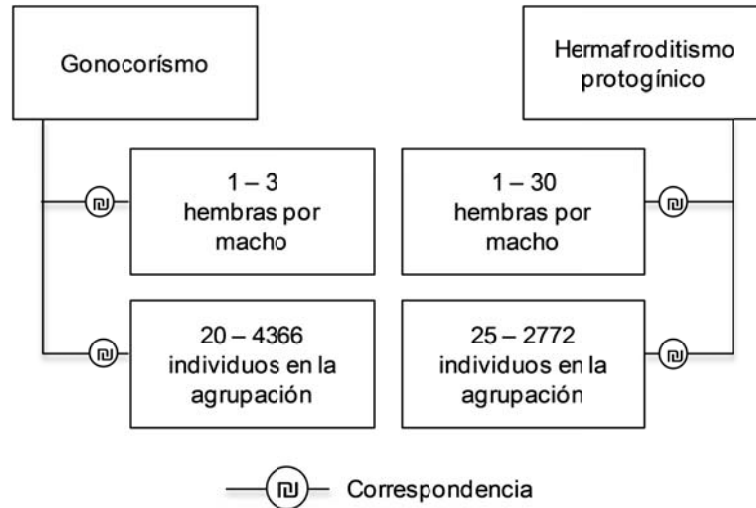


Figura 7.95. Modelo conceptual de la correspondencia entre la sexualidad, la composición sexual y el tamaño de las agrupaciones.

La Figura 7.96 representa las relaciones significativas de TMCSX y la EMCSX con otros rasgos reproductivos, características y la latitud. Esencialmente las mayores TMCSX y EMCSX se asociaron a las mayores tallas, edades y a las latitudes alejadas del Ecuador en ambos hemisferios. Las relaciones entre la TMCSX y la EMCSX con la latitud se definieron como secundarias debido a que se considera que es el resultado del efecto de condiciones ecológicas latitudinalmente particulares que afectan el inicio del cambio de sexo de las poblaciones (Fig. 7.96).

7.8 Gametogénesis

La gametogénesis se exploró a través del tipo ovogénesis (29 datos), el tipo de liberación ovárica (75 datos), el índice gonadosomático máximo (57 datos), la fecundidad parcial promedio (77 datos) y el diámetro máximo de los ovocitos (38 datos). La información representó a poblaciones que se distribuyen de los -9.86° a los 44.29° de latitud y de los -97.03° a 18.05° de longitud en el Océano Atlántico, y de los -36.43° a los 32.56° de latitud y -158.14° a los 179.22° de longitud en el Océano Indopacífico (Fig. 7.97). La Tabla 7.47 contiene un resumen de la información relacionada con la gametogénesis de los agrupadores transitorios.

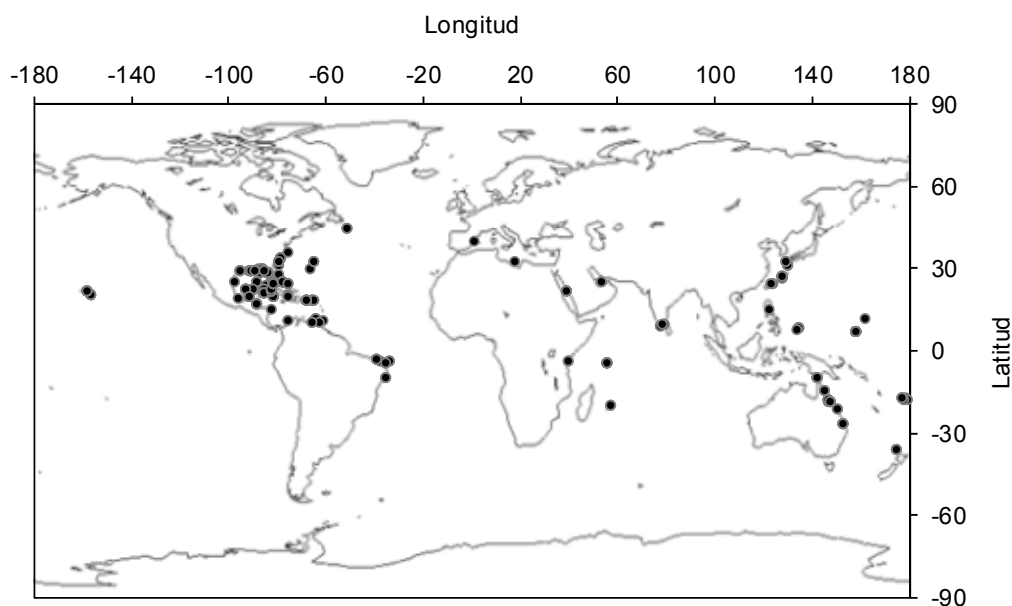


Figura 7.97. Ubicación geográfica de la información relacionada con la gametogénesis.

Tabla 7.47. Resumen de la información relacionada con la gametogénesis de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.

Clave	Especie	OVOG	LOV	HIGM %	MIGM %	FEPP Ovocitos/H	DIMO mm	Referencias
2	<i>Crenimugil crenilabris</i>					546 000		89
5	<i>Plectropomus maculatus</i>	AS	P	2.16	0.47			46, 123
6	<i>Plectropomus leopardus</i>	SG	P	2.97-4.22	0.44-0.46	32 877-106 164	0.56	16, 51, 78, 123
7	<i>Plectropomus areolatus</i>		P	4.22	0.79			73, 123
8	<i>Cephalopholis argus</i>			1.5	12			82
10	<i>Mycteroperca phenax</i>		P			5 908 250	1	66
11	<i>Mycteroperca bonaci</i>	AS	P	1.4-10.11	0.14-0.40		0.72-1.2	9, 21, 37, 47, 98
12	<i>Mycteroperca venenosa</i>	AS	P	18.23	8.3			21, 39, 40
13	<i>Mycteroperca tigris</i>	AS	P					21
14	<i>Epinephelus ongus</i>			3	0.61			82
16	<i>Epinephelus polyphemus</i>	AS	P	3-16	3-8	1 746 000	0.60-0.72	73, 82, 99, 100, 101
17	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	AS	P	3.5-16	12		0.49	5, 73, 82, 94, 101
18	<i>Epinephelus itajara</i>		P		1.46	38 922 170-56 599		10, 11, 27, 74
23	<i>Epinephelus guttatus</i>	AS	P	10.64-30	1-7.6	300	0.75-1.1	12, 40, 107, 115, 122
24	<i>Epinephelus striatus</i>	SG	P	9.5-20.95	9.08-16.4	716 664-4 800 000	0.71-0.8	17, 18, 21, 26, 40, 92, 105,
26	<i>Epinephelus merra</i>	SG	P					111, 116
27	<i>Epinephelus maculatus</i>			0.25				71, 77
29	<i>Trachinotus falcatus</i>	AS	P					82
30	<i>Seriola dumerili</i>	SG	P				0.66-0.76	54
31	<i>Decapterus macarellus</i>	AS	P	3.23-3.61	4.13	124 500	0.6	42, 67, 83
32	<i>Carangoides bartholomaei</i>					7 400 000		19, 110
34	<i>Caranx hippos</i>	SG						52
35	<i>Caranx latus</i>	SG						79
36	<i>Caranx crysos</i>					793 500		79
39	<i>Ocyurus chrysurus</i>	AS	P			109 000-786 350	1.00	61
40	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>		P					2, 3, 14, 15, 21, 30, 63, 95
41	<i>Lutjanus cyanopterus</i>		P					2, 87
42	<i>Lutjanus griseus</i>	SG	P	3.09-3.2	3.83	548 000-3 820 000		69
43	<i>Lutjanus jocu</i>	AS	P	4-5.6	5.4-11.2	4 873 500		2, 13, 20, 21, 25, 59, 64, 112,
44	<i>Lutjanus apodus</i>		P					113
45	<i>Lutjanus campechanus</i>	AS	P	1.44-2.67		850 229-9 300 000	0.51-1.94	2, 21, 22, 53
46	<i>Lutjanus synagris</i>	SG	P	3.1	1.4	89 500-928 854	0.88	2

Clave	Especie	OVOG	LOV	HIGM %	MIGM %	FEPP Ovocitos/H	DIMO mm	Referencias
47	<i>Lutjanus analis</i>	SG	P	3.6-4	2.9	255 500-8 001 000		2, 21, 23, 44, 80, 103, 114, 120
48	<i>Haemulon album</i>	AS				1 500 000		52, 55
50	<i>Lethrinus olivaceus</i>	AS	P	4.46-7.93	0.92-3.62	315 750	0.28	43, 119
52	<i>Lethrinus harak</i>		P	2.61-12.34	0.90-1.17			43, 75, 90
55	<i>Pagrus auratus</i>	AS	P				0.85	38, 109
56	<i>Acanthopagrus australis</i>	SG	P	5.63	3.67	1 650 000	0.76	96, 124
57	<i>Mulloidichthys flavolineatus</i>	AS		8.1				76
58	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>	AS		3.34-6.5	5.09	85 000-222 500		72, 76
59	<i>Kyphosus bigibbus</i>	AS	P					126
62	<i>Lachnolaimus maximus</i>	AS	P			465 000		52, 84, 85
64	<i>Chlorurus microrhinos</i>	AS		1.62	0.21	86 600		104, 118
68	<i>Siganus vermiculatus</i>	SG	P				0.6	65, 68, 97
70	<i>Siganus canaliculatus</i>	SG	P			825 000-1 540 000		1, 70
73	<i>Scomberomorus cavalla</i>		P	1.20-5.63	1.07-3.88	520 113-6 663 335	0.31-1.2	6, 29, 48, 50
78	<i>Cheilinus undulatus</i>	AS, SG	P	1.89				28, 106, 108
80	<i>Epinephelus morio</i>			2.15-17.5	0.29	284 000-3 023 500	0.95	8, 9, 49, 57, 88
81	<i>Mycteroperca microlepis</i>					1 056 000		86

OVOG, ovogénesis; LOV, liberación ovárica; HIGM, índice gonadosomático máximo de las hembras; MIGM, índice gonadosomático máximo de los machos; FEPP, fecundidad parcial promedio; DIMO, promedio del diámetro máximo de los ovocitos; Ovocitos/H, número de ovocitos por hembra; mm, milímetros; AS, desarrollo asincrónico; SG, desarrollo sincrónico de grupo; P, liberación ovárica parcial; . Referencias: 1, Al-Ghais, 1993; 2, Allen, 1985 en Fishbase; 3, Álvarez *et al.*, 1992 en Claro & Lindeman, 2008; 4, Arnold *et al.*, 1978 en Grimes, 1987; 5, Avala *et al.*, 1996; 6, Beaumariage, 1973 en Finucane *et al.*, 1986; 7, Braga de Sousa *et al.*, 2008; 8, Brulé *et al.*, 1999; 9, Brulé *et al.*, 2003; 10, Bullock & Smith, 1991 en Sadovy & Eklund, 1999; 11, Bullock en Sadovy & Eklund, 1999; 12, Burnett-Herkes, 1975 en Shapiro, 1987; 13, Campos & Bashirullah, 1975 en Grimes, 1987; 14, Carrillo de A. & Ros, 1992 en Claro & Lindeman, 2008; 15, Carrillo de A. *et al.*, 1989 en Claro & Lindeman, 2008; 16, Carter *et al.*, ____; 17, Carter *et al.*, 1991; 18, Carter *et al.*, 1994 en Sadovy & Eklund, 1999; 19, Clarke & Privitera, 1995; 20, Claro & Lindeman, 2008; 21, Claro & Lindeman, 2003; 22, Claro & Lindeman, 2008; 23, Claro, 1981c en Claro & Lindeman, 2008; 24, Claro, 1982 en Figuerola *et al.*, 1997; 25, Claro, 1983a en Claro & Lindeman, 2008; 26, Colin, 1992 en Sadovy & Eklund, 1999; 27, Colin, 1994; 28, Colin, 2010; 29, Collette & Nauen, 1983 en Fishbase; 30, Collins & Funicane en Grimes, 1987; 31, Collins *et al.* en Grimes, 1987; 32, Collins *et al.*, 1987 en Claro & Lindeman, 2008; 33, Collins *et al.*, 1993 en González-Y-De-La-Rosa & Ré-Regis, 2001; 34, Collins *et al.*, 1996 en Collins *et al.*, 2001; 35, Collins *et al.*, 1996 en Fishbase; 36, Collins *et al.*, 2001; 37, Crabtree & Bullock, 1998; 38, Crossland, 1977 en Fishbase; 39, Cummings, 2007; 40, Cushion, 2010; 41, Damas *et al.*, 1979 en Claro & Lindeman, 2008; 42, De La Gandara & García-Gómez, 2004; 43, Ebisawa, 2006; 44, Erhardt & Meinel, 1977 en Grimes, 1987; 45, Erhardt, 1977 en Grimes, 1987; 46, Ferreira, 1993; 47, Ferreira-Teixeira *et al.*, 2004; 48, Finucane *et al.*, 1986; 49, Fitzhugh *et al.*, 2006; 50, Fitzhugh *et al.*, 2009; 51, Frisch *et al.*, 2007; 52, García-Cagide *et al.*, 1994 en Fishbase; 53, García-Cagide *et al.*, 1999 en Claro & Lindeman, 2008; 54, García-Cagide *et al.*, 2001 en Graham & Castellanos, 2005; 55, García-Cagide, 1986a, b, en Palazón-Fernández, 2007; 56, Gesteira & Rocha, 1976 en Grimes, 1987; 57, Giménez-Hurtado *et al.*, 2003; 58, Gómez *et al.*, 2001; 59, González *et al.*, 1979 en Claro & Lindeman, 2008; 60, González-Y-De-La-Rosa & Ré-Regis, 2001; 61, Goodwin & Funicane, 1985 en Shaw & Drullinger, 1990; 62, Goodyear, 1987 en Claro & Lindeman, 2008; 63, Gorduño y López, 1985 en Claro & Lindeman, 2008; 64, Guerra-C & Bashirullah, 1975 en Claro & Lindeman, 2008; 65, Gundermann *et al.*, 1983; 66, Harris *et al.*, 2002; 67, Harris, 2004; 68, Harvey *et al.*, 1985 en Takemura *et al.*, 2004; 69, Heyman *et al.*, 2005; 70, Hoque *et al.*, 1999; 71, Jagadis *et al.*, 2007; 72, Jehangeer, 2003; 73, Johannes *et al.*, 1999; 74, Koenig & Coleman, 2009; 75, Kulmiye *et al.*, 2002; 76, Leba, 2008; 77, Lee *et al.*, 2002; 78, Lewis *et al.*, 1983 en Fishbase; 79, Longenecker & Langston, 2008; 80, Lorenzo, 1985 en Claro & Lindeman, 2008; 81, Manickchand-Dass en prensa en Grimes, 1987; 82,

Clave	Especie	OVOG	LOV	HIGM %	MIGM %	FEPP Ovocitos/H	DIMO mm	Referencias
	Mapleston <i>et al.</i> , 2009; 83, Marino <i>et al.</i> , 1995 en Fishbase; 84, McBride & Johnson, 2007; 85, McBride <i>et al.</i> , 2008; 86, McErlean, 1963 en Shapiro, 1987; 87, Ming-Yih <i>et al.</i> , 2003; 88, Moe, 1969 en Shapiro, 1987; 89, Myers, 1999 en Fishbase; 90, Nakamura <i>et al.</i> , 2010; 91, Olachea y Quintana, 1975 en Claro & Lindeman, 2008; 92, Olsen & LaPlace, 1979 en Sadovy & Eklund, 1999; 93, Papanikos <i>et al.</i> , 2008; 94, Pears <i>et al.</i> , 2007; 95, Piedra, 1965 en Grimes, 1987; 96, Pollock, 1984; 97, Popper & Gundermann 1976 en Takemura <i>et al.</i> , 2004; 98, Renán <i>et al.</i> , 2001; 99, Rhodes & Sadovy, 2002; 100, Rhodes & Sadovy, 2002b; 101, Robinson <i>et al.</i> , 2008; 102, Rodríguez-Pino, 1962 en Grimes, 1987; 103, Rojas, 1960 en Grimes, 1987; 104, Sabetian, 2010; 105, Sadovy & Eklund, 1999; 106, Sadovy de Mitcheson <i>et al.</i> , 2010; 107, Sadovy <i>et al.</i> , 1994; 108, Sadovy <i>et al.</i> , 2003; 109, Scott <i>et al.</i> , 1993; 110, Shiraishi <i>et al.</i> , 2010; 111, Smith, 1961 en Sosa-Cordero <i>et al.</i> , 2009; 112, Starck & Schroeder, 1970 en Grimes, 1987; 113, Stark, 1970 en Claro & Lindeman, 2008; 114, Teixeira <i>et al.</i> , 2010; 115, Thompson & Munro, 1978 en Fishbase; 116, Tucker <i>et al.</i> , 1993; 117, Vasconcelos-G & Sobreira-R, 1976 en Claro & Lindeman, 2008; 118, Venkataramani & Jayakumar, ____; 119, Wassef & Bawazeer, 1992; 120, Watanabe, 2001; 121, White & Palmer, 2004; 122, Whiteman <i>et al.</i> , 2005; 123, Williams <i>et al.</i> , 2008; 124, Williams, 1997 en Fishbase; 125, Woods <i>et al.</i> , 2003 en Claro & Lindeman, 2008; 126, Yamaguchi <i>et al.</i> , 2011.							

7.8.1 Ovogénesis

El desarrollo asincrónico y el desarrollo sincrónico de grupo fueron los tipos de ovogénesis reportados para los agrupadores transitorios. La moda global y por océanos fue el desarrollo asincrónico. Los 29 registros corresponden a 32 especies, 17 del Océano Atlántico y 15 del Océano Indopacífico.

La información representó áreas el Mar Mediterráneo, el Golfo de México, Estados Unidos, Cuba, Puerto Rico y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, el Mar de China, el Mar Rojo, Hawaii, Micronesia, Indonesia, Australia y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

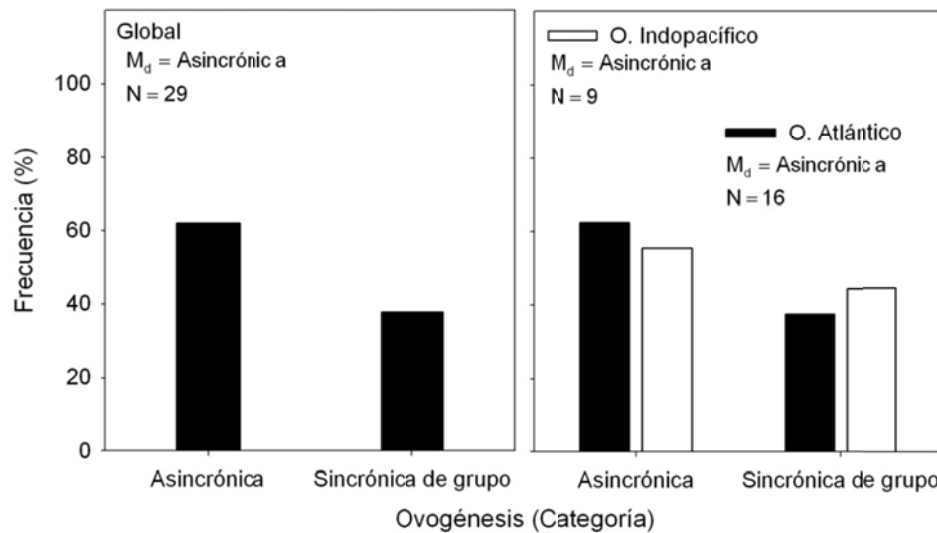


Figura 7.98. Histogramas del tipo de gametogénesis de las hembras de los agrupadores transitorios.

7.8.1.1 Latitud

La ovogénesis de los agrupadores transitorios estuvo representada entre los -10° Lat y los 40° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -36° Lat y los 33° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.99). La ovogénesis asincrónica y la ovogénesis sincrónica de grupo estuvieron representadas en ambos océanos, y carecieron de un agrupamiento que indicara algún patrón latitudinal de los tipos de ovogénesis.

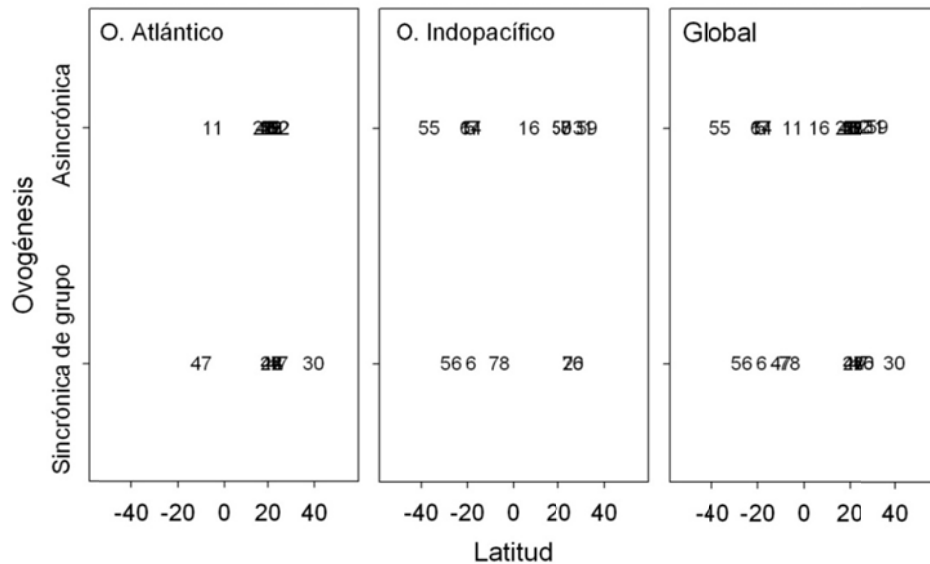


Figura 7.99. Disposición latitudinal de los tipos de ovogénesis de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

7.8.2 Liberación ovárica

Los 75 registros del tipo de liberación ovárica correspondieron a 34 agrupadores transitorios, 20 del Océano Atlántico y 14 del Océano Indopacífico; además de la especie testigo *C. undulatus*. El tipo de liberación fue parcial, también denominada desove por grupos, liberación parcelada, desove múltiple o desove seriado, coincidiendo en que el ovario es parcialmente vaciado después del primer desove.

La información representó áreas del Mar Mediterráneo, Estados Unidos, el Golfo de México, Cuba, Puerto Rico, Belice y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, el Mar de China, el Mar Rojo, Filipinas, el Golfo de Mannar, Micronesia, Fiji, Australia y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

7.8.3 Índice gonadosomático

El índice gonadosomático máximo de las hembras (HIGM) varió de 0.25 a 30, en 57 registros correspondientes a 25 agrupadores transitorios. El intervalo de variación, la media y la moda fueron mayores en el Océano Atlántico con respecto al

Océano Indopacífico. La diferencia entre las medias fue de 1.20 y entre las modas fue de 6.70 (Fig. 7.100). Gran parte de las frecuencias del HIGM se concentraron entre dos y ocho en el Océano Atlántico (56.7%) y entre dos y 10 en el Océano Indopacífico (64.5%).

La información representó áreas de Estados Unidos, el Golfo de México, Bahamas, Cuba, Islas Caimanes, Puerto Rico, Belice, Venezuela y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas del Mar de China, Japón, el Golfo de Arabia, el Mar Rojo, Hawaii, Micronesia, Indonesia, Kenya, Seychelles, Estrecho de Torres, Mauricio y Australia en el Océano Indopacífico.

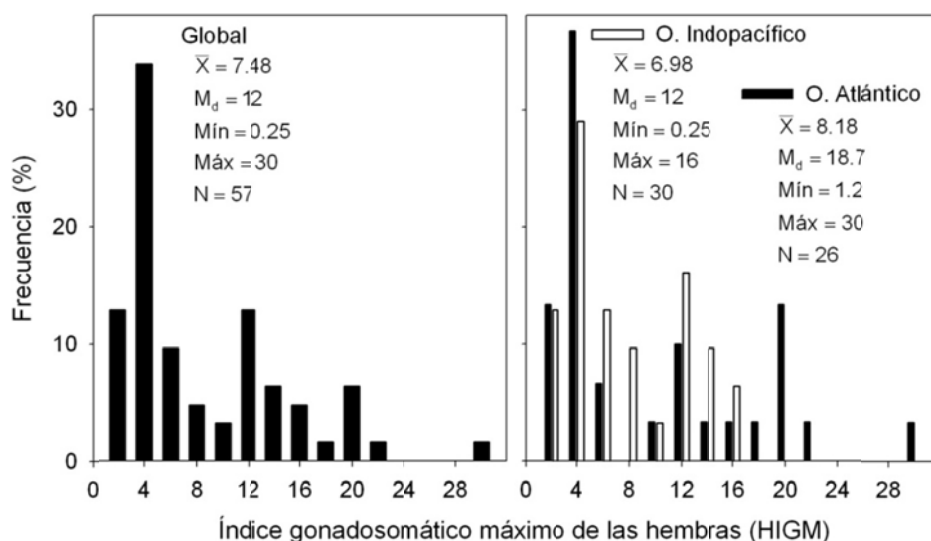


Figura 7.100. Histogramas del índice gonadosomático máximo de las hembras (HIGM) de los agrupadores transitorios.

El índice gonadosomático máximo de los machos (MIGM) varió de 0.14 a 16.4, en 38 registros correspondientes a 23 agrupadores transitorios. El intervalo de variación, la media y la moda fueron mayores en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico. La diferencia entre las medias fue de 2.22 y entre las modas fue de 4.40 (Fig. 7.101). Gran parte de las frecuencias del MIGM se concentraron entre dos y seis en el Océano Atlántico (61.1%) y entre dos y ocho en el Océano Indopacífico (83.3%).

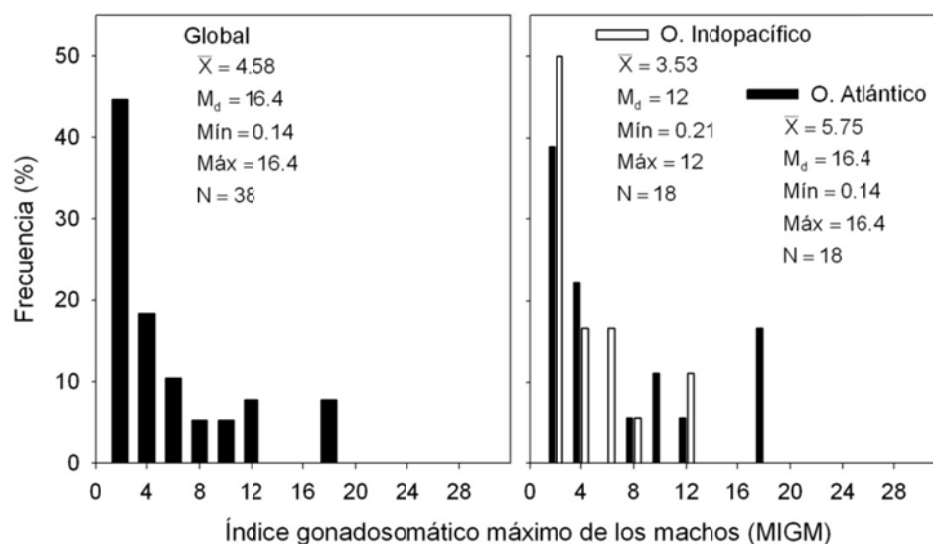


Figura 7.101. Histogramas del índice gonadosomático máximo de los machos (MIGM) de los agrupadores transitorios.

Los intervalos de variación y las medias del HIGM fueron mayores con respecto a las del MIGM. La diferencia entre las medias fue de 2.43 en el Océano Atlántico y de 3.45 en el Océano Indopacífico. La moda del HIGH fue mayor que la moda MIGM en el Océano Atlántico, con una diferencia de 2.3, mientras que en el Océano Indopacífico fueron iguales (12).

7.8.3.1 Latitud

El HIGM y el MIGM estuvieron representados entre los -10° Lat y los 34° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -27° Lat y los 31° Lat en el Océano Indopacífico. Los valores mayores a diez de las hembras se observaron en los 16° Lat y 29° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -19° Lat y 24° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.102).

Los valores mayores a diez de los machos se registraron entre los 19° Lat y 22° Lat en el Océano Atlántico, y entre los -19° Lat y los -18° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.103). Aunque los datos fueron pocos, los datos de los machos y las hembras mostraron una dispersión similares en ambos océanos.

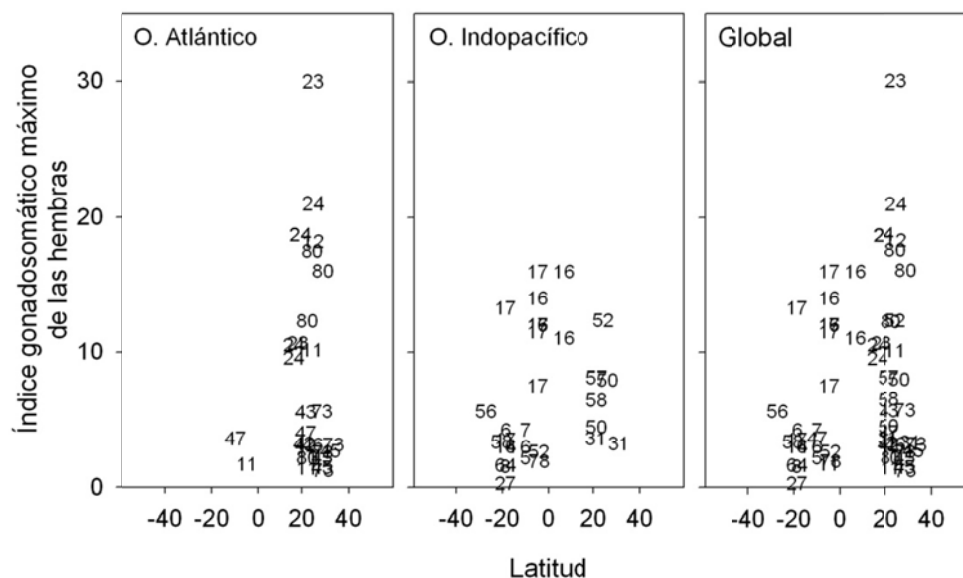


Figura 7.102. Disposición latitudinal del índice gonadosomático de las hembras (HIGM) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

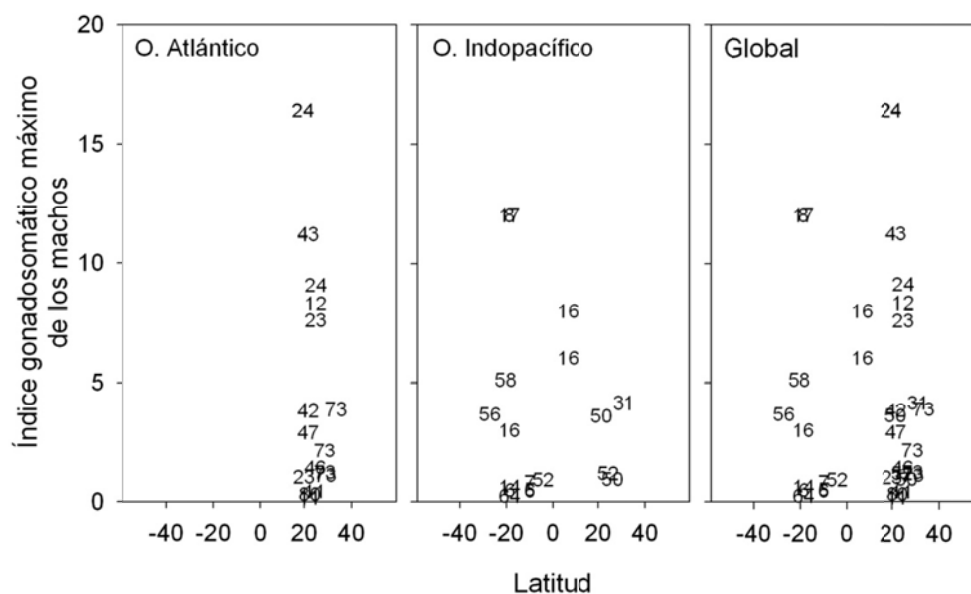


Figura 7.103. Disposición latitudinal del índice gonadosomático de los machos (MIGM) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Los MLGs resultado del ajuste de los datos de las hembras indicaron tendencias significativas de la HIGM y la latitud en ambos hemisferios. Sugiriendo el

HIGM es mayor hacia la latitud 0° en el Hemisferio Norte ($b_1 = -0.10$, Wald = 11.21, $p < 0.01$) y en el Hemisferio Sur ($b_1 = 0.05$, Wald = 4.83, $p = 0.03$). Asimismo las tendencias sugeridas por la R de Spearman fueron consistentes con los MLGs y significativas (Tabla 7.48).

Las tendencias indicadas por los MLGs y la R de Spearman carecieron de significancia estadística con base en los datos de los machos en ambos hemisferios (Tabla 7.49). El parámetro b_1 del MLG fue negativo ($b_1 = -0.06$, Wald = 3.67, $p = 0.06$) en el Hemisferio Norte, asimismo la R de Spearman. La probabilidad de significancia correspondiente a los valores de tendencia del Hemisferio Norte fue cercana a 0.05 en ambos métodos, lo que sugiere la posibilidad de un error tipo I. Cabe mencionar que el sentido de la posible tendencia de MIGM con respecto a la latitud en el Hemisferio Norte fue consistente con la tendencia definida para el HIGM en dicho hemisferio.

Tabla 7.48. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir al índice gonadosomático máximo de las hembras (HIGM) en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	N inversa (-100.55)	Gamma (-63.79)
Función de enlace	$\eta = \log(HIGM)$	$\eta = \log(HIGM)$
Ordenada al origen (b_0)	4.5017*	2.3332*
Latitud (b_1)	-0.1029*	0.0484*
Devianza nula (D_{nl})	-97.79	-61.25
Devianza residual (D_r)	3.44	13.90
Devianza escalada	33	25.07
p	0.3695*	0.2442*
R de Spearman		
N	33	23
R	-0.4887	0.4341
t_{N-2}	-3.1184	2.2082
p	0.0039*	0.0385*

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma.

Tabla 7.49. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir al índice gonadosomático máximo de los machos (MIGM) en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Gamma (-63.98)	N inversa (-23.73)
Función de enlace	$\eta = \log(MIGM)$	$\eta = \log(MIGM)$
Ordenada al origen (b_0)	3.0728*	-0.9909*
Latitud (b_1)	-0.0644	-0.1211
Devianza nula (D_{nl})	-62.50	-22.42
Devianza residual (D_r)	27.97	10.21
Devianza escalada	27.73	12
p	0.1847*	0.2851*
R de Spearman		
N	24	12
R	-0.3476	-0.4757
t_{N-2}	-1.7387	-1.7104
p	0.0961	0.1180

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma.

El parámetro b_1 del MLG también fue negativo ($b_1 = -0.12$, Wald = 3.83, $p = 0.05$) en el Hemisferio Sur, asimismo la R de Spearman (Tabla 7.49). La probabilidad de significancia correspondiente a la b_1 del Hemisferio Sur fue cercana a 0.05, lo que sugiere la posibilidad de un error tipo I. Sin embargo cabe mencionar que el sentido de la posible tendencia del MIGM con respecto a la latitud en el Hemisferio Sur careció de consistencia con la tendencia definida para el HIGM en dicho hemisferio.

7.8.3.2 Relación del índice gonadosomático con rasgos de la estructura de las poblaciones adultas

Las correlaciones de HIGM con la TMINH/TMAP, EDMZH y la EDMX fueron positivas y significativas (Tabla 7.50), indicando que los HIGM tienden a ser mayores en las hembras con una mayor EDMZH, EDMX y cuando la proporción de la TMINH con respecto a la TMAP es mayor.

Tabla 7.50. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie del índice gonadosomático de las hembras y de los machos con las tallas, edades, la vida reproductiva y la composición sexual.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
HIGM	CSX	22	0.0932	0.4187	0.6799
HIGM	TMINH	17	0.0846	0.3289	0.7468
HIGM	TMINH/TMAP	17	0.6769	3.5615	0.0028*
HIGM	EDMZH	18	0.5351	2.5338	0.0221*
HIGM	EDMZH/EDMX	18	0.2776	1.1559	0.2647
HIGM	VIDRH	18	0.4592	2.0679	0.0552
HIGM	TMAP	24	0.0818	0.3848	0.7040
HIGM	EDMX	23	0.4815	2.5173	0.0200*
MIGM	CSX	23	0.0800	0.3680	0.7166
MIGM	TMINM	12	-0.2238	-0.7261	0.4845
MIGM	TMINM/TMAP	12	0.0839	0.2663	0.7954
MIGM	EDMZM	12	0.2563	0.8384	0.4214
MIGM	EDMZM/EDMX	12	0.3427	1.1534	0.2756
MIGM	VIDRM	12	0.2168	0.7022	0.4986
MIGM	TMAP	25	-0.0292	-0.1402	0.8897
MIGM	EDMX	24	0.1666	0.7923	0.4367

CSX, composición sexual; VIDRH, vida reproductiva de las hembras; TMINH, talla mínima de madurez de las hembras; TMINM, talla mínima de madurez de los machos; EDMZH, edad de madurez de las hembras; EDMZM, edad de madurez de los machos; TMAP, talla máxima; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

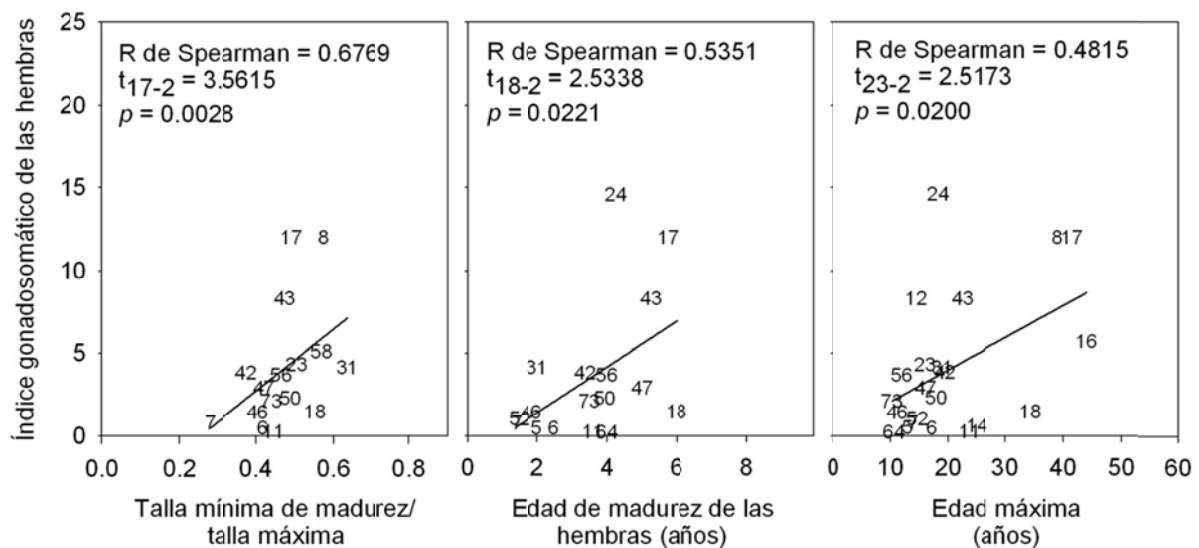


Figura 7.104. Correlaciones significativas del promedio por especie del índice gonadosomático de las hembras (HIGM) con el cociente TMINH/TMAP, la edad de madurez (EDMZH) y la edad máxima (EDMX) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

El resto de las correlaciones carecieron de significancia estadística (Tabla 7.50). Cabe mencionar que la probabilidad de la correlación VIDRH-HIGM fue cercana a 0.05, dando la posibilidad de un error estadístico tipo II, y de que las mayores HIGM también correspondan a las especies con una mayor VIDRH.

7.8.4 Fecundidad

La fecundidad parcial promedio (FEPP) varió entre 8,792 ovocitos por hembra y 8,001,000 ovocitos por hembra, en 77 registros correspondientes a 25 especies. El intervalo de variación la media y la moda del FEPP fueron mayores en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico (Fig. 7.105). La diferencia entre las medias fue de 1,693,897 ovocitos por hembra y entre las modas fue de 706,900 ovocitos por hembra. El 100% de los registros de fecundidad se concentraron entre 1,000,000 y 3,000,000 ovocitos por hembra en el Océano Indopacífico, mientras que en ese intervalo solo ubicó el 61.90% de los datos del Océano Atlántico.

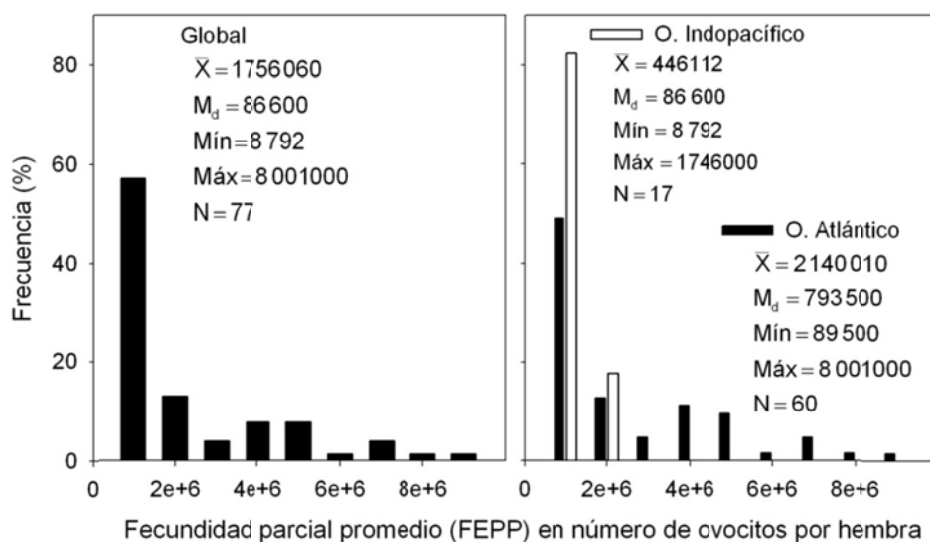


Figura 7.105. Histogramas de la fecundidad parcial promedio de los agrupadores transitorios, en número de ovocitos por hembra.

La información representó áreas de Estados Unidos, las Bermudas, el Golfo de México, Bahamas, Cuba, Islas Vírgenes, Puerto Rico, Belice, Venezuela, Trinidad y Tabago, Colombia y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, el Golfo de Arabia, el Mar Rojo, Hawaii, Islas Marshall, India, Micronesia, Fiji, Australia y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

7.8.4.1 Latitud

La FEPP estuvo representada en los -4° Lat y entre los 10° Lat y los 44° Lat en el Océano Atlántico y entre los -36° Lat y los 33° Lat en el Océano Indopacífico. Los valores mayores a 2,000,000 de ovocitos por hembra se observaron entre los 10° Lat y 35° Lat en el Océano Atlántico (Fig. 7.106).

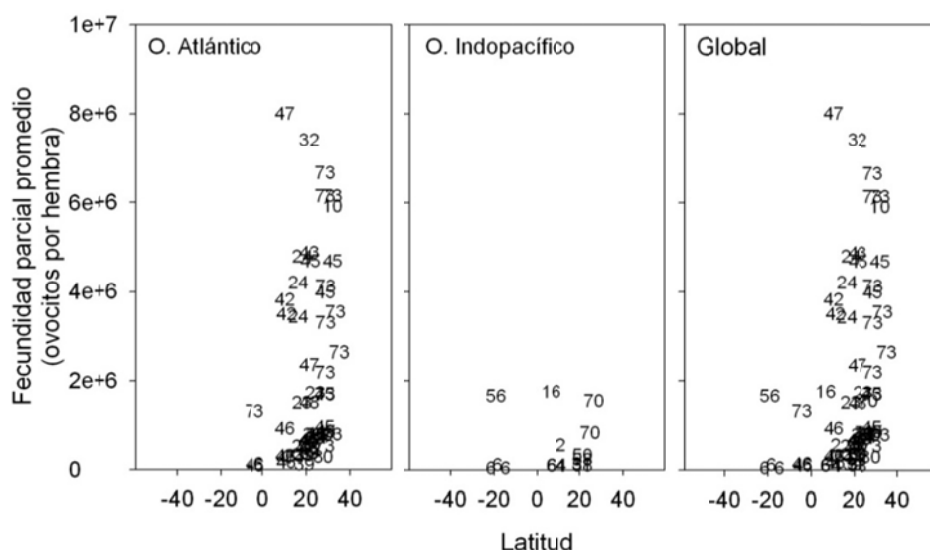


Figura 7.106. Disposición latitudinal de la fecundidad parcial promedio de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

La tendencia de la FEPP con respecto a la latitud fue positiva y significativa en el Hemisferio Norte mediante la R de Spearman, y el MLG indicó la misma tendencia pero carente de significancia estadística ($b_1 = 0.04$, Wald = 3.76, $p = 0.05$) con un valor de probabilidad cercano a 0.05 (Tabla 7.51). Los resultados para el Hemisferio

Norte sugieren que el número promedio de ovocitos por hembra tiende a ser menor hacia la latitud 0°.

Por su parte las posibles tendencias en el Hemisferio Sur carecieron de significancia estadística tanto por el MLG ($b_1 = 0.003$, Wald = 0.001, $p = 0.98$) como por la R de Spearman (Tabla 7.51). Cabe mencionar que la posible tendencia fue consistente entre ambos métodos y opuesta a la tendencia definida para el Hemisferio Norte, es decir, que el número promedio de ovocitos por hembra tiende a ser mayor hacia la latitud 0°.

Tabla 7.51. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para explicar a la fecundidad parcial promedio (FEPP) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Gamma (-1056.15)	N inversa (-110.12)
Función de enlace	$\eta = \log(FEPP)$	$\eta = \log(FEPP)$
Ordenada al origen (b_0)	13.5493*	13.0804*
Latitud (b_1)	0.0375	0.0028
Devianza nula (D_{nl})	-1054.23	-110.122
Devianza residual (D_r)	120.17	0.0001
Devianza escalada	83.49	8
p	0.0840	0.2381
R de Spearman		
N	69	8
R	0.3865	0.0719
t_{N-2}	3.4297	0.1765
p	0.0010*	0.8657

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; N inversa, distribución normal inversa; Gamma, distribución gamma.

7.8.4.2 Relación de la fecundidad parcial promedio con el índice gonadosomático y rasgos de la estructura de las poblaciones adultas

Las correlaciones de FEPP con la TMIN, la TMAP y la EDMX fueron positivas y significativas (Tabla 7.52), indicando que la FEPP tiende a ser mayor en las especies con mayores TMINH, que alcanzan una mayor longitud y más longevas.

Tabla 7.52. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie de la fecundidad parcial promedio (FEPP) con las tallas, edades, la vida reproductiva, el índice gonadosomático y la composición sexual.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
FEPP	HIGM	17	0.4083	1.7325	0.1037
FEPP	CSX	22	0.0841	0.3776	0.7097
FEPP	TMINH	22	0.7041	4.4346	0.0003*
FEPP	TMINH/TMAP	22	-0.0604	-0.2707	0.7894
FEPP	EDMZH	20	0.4018	1.8616	0.0791
FEPP	EDMZH/EDMX	20	0.1654	0.7116	0.4858
FEPP	VIDRH	20	0.2827	1.2504	0.2272
FEPP	VIDRM	15	0.3286	1.2543	0.2318
FEPP	TMAP	29	0.7217	5.4172	<0.0001*
FEPP	EDMX	25	0.3974	2.0768	0.0492*

CSX, composición sexual; VIDRH, vida reproductiva de las hembras; TMINH, talla mínima de madurez de las hembras; TMINM, talla mínima de madurez de los machos; EDMZH, edad de madurez de las hembras; EDMZM, edad de madurez de los machos; TMAP, talla máxima; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

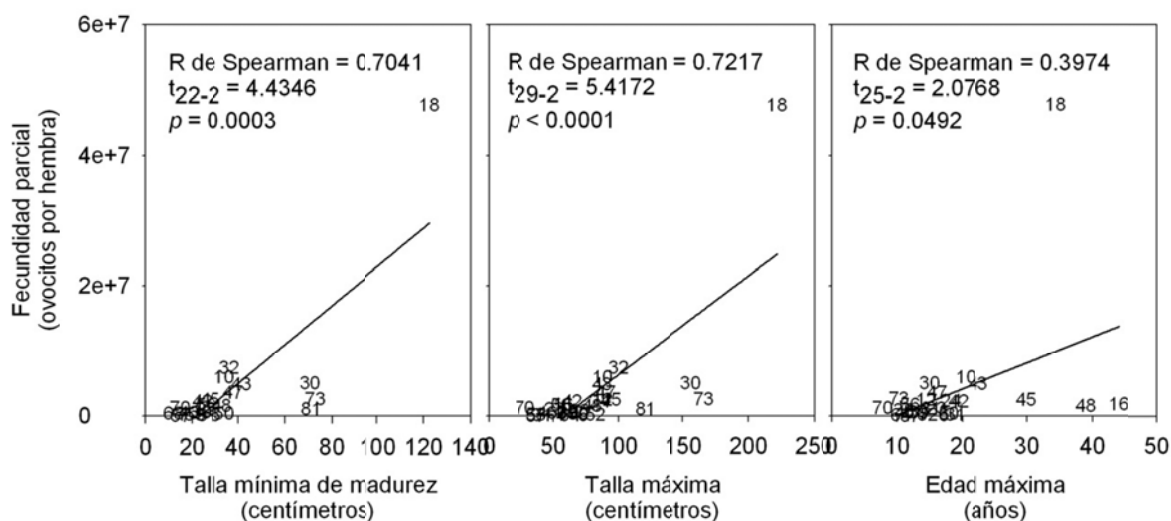


Figura 7.107. Correlaciones significativas del promedio por especie de la fecundidad parcial promedio (FEPP) con la talla mínima de madurez (TMINH), la talla máxima (TMAP) y la edad máxima (EDMX) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

El resto de las correlaciones carecieron de significancia estadística (Tabla 7.52) y la probabilidad de la prueba de significancia de la correlación EDMZH-FEPP fue cercana a 0.05, dando la posibilidad de un error estadístico tipo II. Lo que insinúa que

también las mayores FEPP podrían corresponder a las especies con las mayores EDMZH.

7.8.5 Diámetro de los ovocitos

El diámetro máximo de los ovocitos (DIMO) varió entre los 0.28 mm a los 1.94 mm, en 38 registros correspondientes a 16 agrupadores transitorios. El intervalo de variación y la media fueron mayores en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico (Fig. 7.108). La diferencia entre las medias fue de 0.22 mm. El intervalo 1-1.5 mm concentró el 71% de las frecuencias del DIMO del Océano Atlántico y el 75% del Océano Indopacífico.

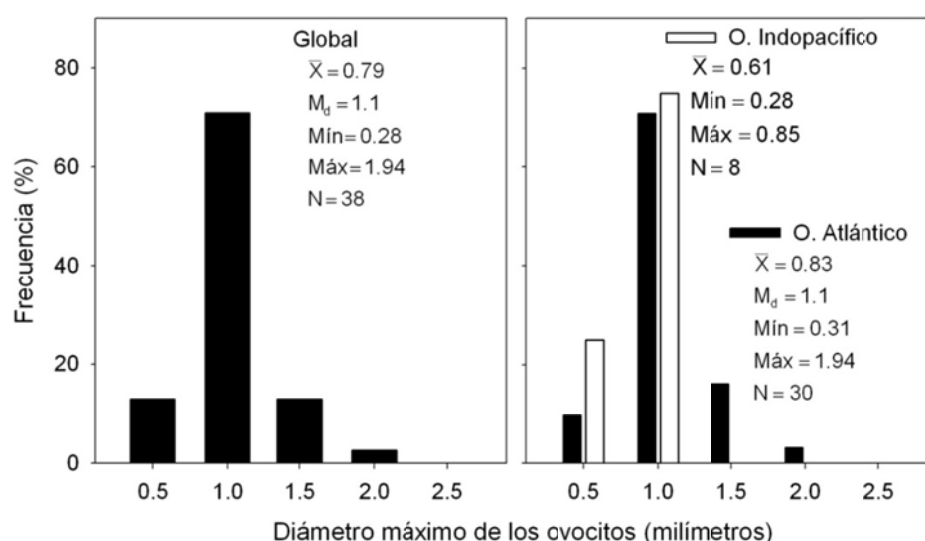


Figura 7.108. Histogramas del diámetro máximo de los ovocitos (DIMO) de los agrupadores transitorios, en milímetros.

La información representó áreas de Estados Unidos, Bahamas, el Golfo de México, Puerto Rico, Belice y Brasil en el Océano Atlántico; y áreas del Mar Rojo, Hawaii, Micronesia, Fiji, Australia y Nueva Zelandia en el Océano Indopacífico.

7.8.5.1 Latitud

El DIMO estuvo representado en los -4° Lat y entre los 16° Lat y los 34° Lat en el Océano Atlántico y entre los -36° Lat y los 22° Lat en el Océano Indopacífico. Los valores mayores a un DIMO de un milímetro se dispersaron entre los 18° Lat y 32° Lat en el Océano Atlántico (Fig. 7.109).

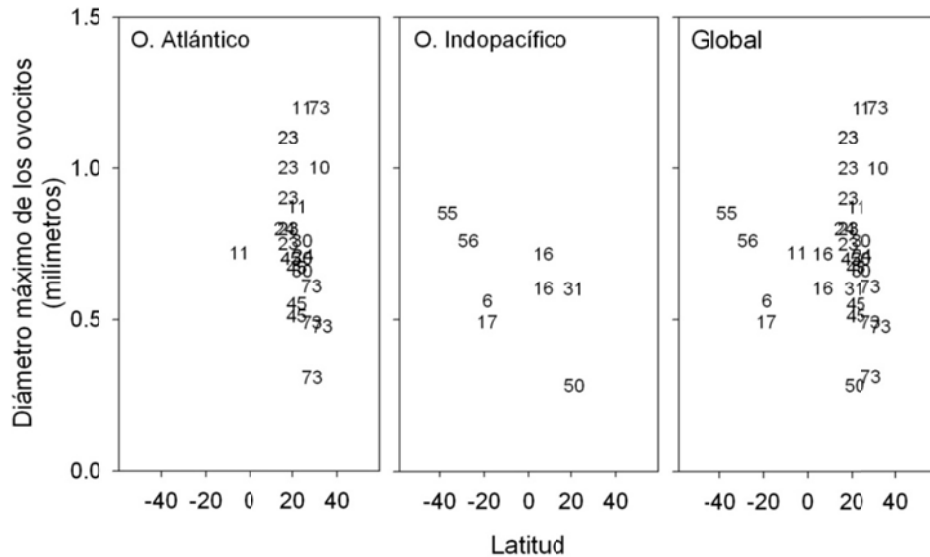


Figura 7.109. Disposición latitudinal del diámetro máximo de los ovocitos (DIMO) los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Ninguna tendencia del DIMO con respecto a la latitud fue estadísticamente significativa. El parámetro de tendencia del MLG en el Hemisferio Norte fue positivo ($b_1 = 0.004$, Wald = 0.12, $p = 0.73$) mientras que la R de Spearman fue negativa (Tabla 7.53). Por su parte la b_1 fue negativa en el Hemisferio Sur ($b_1 = -0.01$, Wald = 1.27, $p = 0.26$) y asimismo la R de Spearman (Tabla 7.53). Aunque las tendencias carecieron de significancia estadística en el Hemisferio Sur, la consistencia entre ambos métodos estadístico es un indicio de que el DIMO podría tender a ser menor hacia la latitud 0° .

Tabla 7.53. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para explicar al diámetro máximo de los ovocitos (DIMO) de los agrupadores transitorios en función de la latitud, por hemisferios.

	Hemisferio Norte	Hemisferio Sur
MLG		
Distribución teórica (Log V)	Gamma (-4.73)	Gamma (4.06)
Función de enlace	$\eta = \log(DIMO)$	$\eta = \log(DIMO)$
Ordenada al origen (b_0)	-0.3116	-0.5773*
Latitud (b_1)	0.0037	-0.0080
Devianza nula (D_{nl})	-4.6687	4.7166
Devianza residual (D_r)	4.4771	0.1709
Devianza escalada	32.7282	6.0283
p	0.3345*	0.1970*
R de Spearman		
N	32	6
R	-0.1979	-0.4286
t_{N-2}	-1.1061	-0.9487
p	0.2775	0.3965

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; Gamma, distribución gamma.

7.8.5.2 Relación del diámetro de los ovocitos con el índice gonadosomático, la fecundidad y rasgos de la estructura de las poblaciones adultas

Ninguna de las correlaciones del DIMO con respecto a otra variable fue significativa (Tabla 7.54). Cabe mencionar que la probabilidad de la prueba de significancia para la correlación FEPP-DIMO fue cercana a 0.05, dando la posibilidad de un error estadístico tipo II. Lo que da una posibilidad de que las especies con los mayores DIMO podrían ser también las especies con las mayores FEPP. Sin embargo el sentido de la correlación HIGM-DIMO no apoya la existencia de un posible error estadístico debido a que es negativa, lo que señala que algunos de los menores HIGM correspondieron con los mayores DIMO. Ya que es incongruente con la correlación FEPP-HIGM presentada en la tabla 7.52, misma que tampoco fue significativa pero fue positiva, lo que sugiere un sentido en la tendencia donde algunos valores altos de fecundidad correspondieron a altos índices gonadosomáticos. Por lo tanto si hubiera un error estadístico en la relación FEPP-DIMO se esperaba que el sentido de la relación HIGM-DIMO fuera positiva.

Tabla 7.54. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie del diámetro máximo de los ovocitos (DIMO) con las tallas, edades, la vida reproductiva, el índice gonadosomático, la composición sexual y la fecundidad parcial.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
DIMO	FEPP	14	0.5215	2.1170	0.0558
DIMO	HIGM	11	-0.1818	-0.5547	0.5926
DIMO	CSX	14	-0.0989	-0.3443	0.7366
DIMO	TMINH	15	-0.1412	-0.5142	0.6157
DIMO	TMINH/TMAP	15	-0.3396	-1.3018	0.2156
DIMO	EDMZH	14	-0.3714	-1.3858	0.1910
DIMO	EDMZH/EDMX	14	-0.2352	-0.8381	0.4183
DIMO	VIDRH	14	0.0066	0.0228	0.9822
DIMO	TMAP	17	0.0208	0.0808	0.9367
DIMO	EDMX	16	-0.0941	-0.3537	0.7288

DIMO, diámetro máximo de los ovocitos; FEPP, fecundidad parcial promedio; HIGM, índice gonadosomático de las hembras; CSX, composición sexual; VIDRH, vida reproductiva de las hembras; TMINH, talla mínima de madurez de las hembras; EDMZH, edad de madurez de las hembras; TMAP, talla máxima; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

7.8.6 Agrupamiento de la gametogénesis

El ACP mostró cuatro grupos de especies a partir del componente principal (CP) 1 y 2 (Tabla 7.55). El CP 1 explicó el 48.09% de la varianza y estuvo positivamente correlacionado con la FEPP y negativamente con el ciclo de agregación. El CP 2 explicó el 35.30% de la varianza y positivamente correlacionado con el tipo de ovogénesis y el ciclo de agregación. El CP 1 y CP 2 explicaron el 83.39% de la varianza (Tabla 7.55).

Tabla 7.55. Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) para las especies a partir del tipo de ovogénesis, la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación (lunar y semilunar).

	CP 1	CP 2	CP 3
ACP			
Eigenvalor	1.4427	1.0589	0.4984
Porcentaje de la varianza explicada	48.0896	35.2961	16.6143
Coeficiente factor de peso (FL)			
Ovogénesis	0.2391	0.9364*	-0.2567
FEPP	0.8690*	0.1170	0.4807*
Ciclo de agregación	-0.7939*	0.4102*	0.4489*

ACP, Análisis de Componentes Principales; CP, Componente Principal; FEPP, fecundidad parcial promedio; *, FL significativos, cuyo valor absoluto es mayor que 0.32.

Los factores de peso de cada variable indicaron que el grupo 1 (G1) correspondió a las especies que presentaron una ovogénesis asincrónica, un ciclo semilunar de agregación y tendieron a presentar menores FEPP (8,792-1,746,000 ovocitos por hembra). El G2 se caracterizó por especies con ovogénesis sincrónica de grupo, ciclo semilunar de agregación y que tendieron a presentar también menores FEPP (57,991-1,182,500 ovocitos por hembra). El G3 agrupó especies con ovogénesis sincrónica de grupo, un ciclo lunar de agregación y que tendieron a presentar mayores FEPP (447,145-4,964,118 ovocitos por hembra). El último grupo, el G4 se formó por especies con una ovogénesis asincrónica, un ciclo lunar de agregación y FEPP variable (124,500-4,873,500 ovocitos por hembra) (Fig. 7.110 y 7.111).

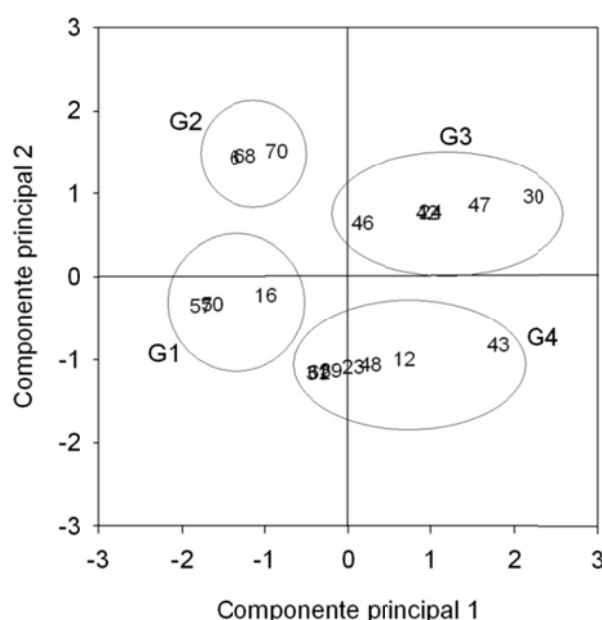


Figura 7.110. Ordinación de los 18 agrupadores transitorios de acuerdo con el componente principal 1 y 2 del APC a partir de la ovogénesis, la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2; G3 es el grupo 3; G4 es el grupo 4.

Las especies del G1 y G2 tuvieron en común al ciclo semilunar de agregación y la tendencia de presentar FEPP por debajo de los dos millones de ovocitos por hembra. Mientras que el G3 y el G4 presentaron consistentemente un ciclo lunar de

agregación, y aunque la FEPP fue variable y se traslapa con el intervalo de los grupos anteriores, esta tiende a sobrepasar los dos millones de ovocitos por hembra en algunas especies (Fig. 7.111). Cabe mencionar que esta exploración excluyó a las especies testigo debido a que no se contó con los datos completos para alguna de ellas.

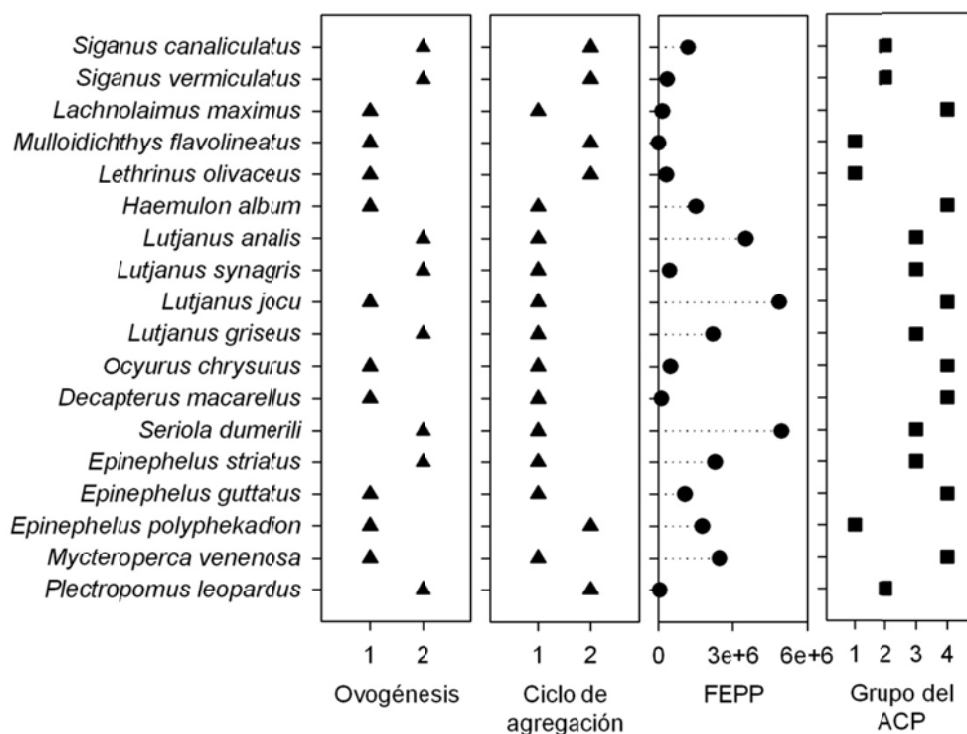


Figura 7.111. Las variables utilizadas para la formación de los grupos a partir del ACP y los grupos determinados. Donde: ovogénesis 1 es sincrónica y 2 es sincrónica de grupo; ciclo de agregación 1 es lunar y 2 es semilunar; FEPP es la fecundidad parcial promedio; el grupo 1, 2, 3 y 4 del APC corresponden a los agrupamientos de la figura 7.110.

7.8.7 Modelado conceptual

La figura 7.112 representó las relaciones de correspondencia entre los ciclos de agregación, la ovogénesis y la fecundidad parcial promedio (FEPP). La correspondencia entre los ciclos de agregación y la ovogénesis carece de exclusividad, por lo que el ciclo lunar de agregación se relacionó con ambos tipos de ovogénesis (asincrónica y sincrónica de grupo) y asimismo el ciclo semilunar de

agregación. El modelado conceptual también representó la tendencia de correspondencia del ciclo semilunar con menores FEPP que el ciclo lunar.

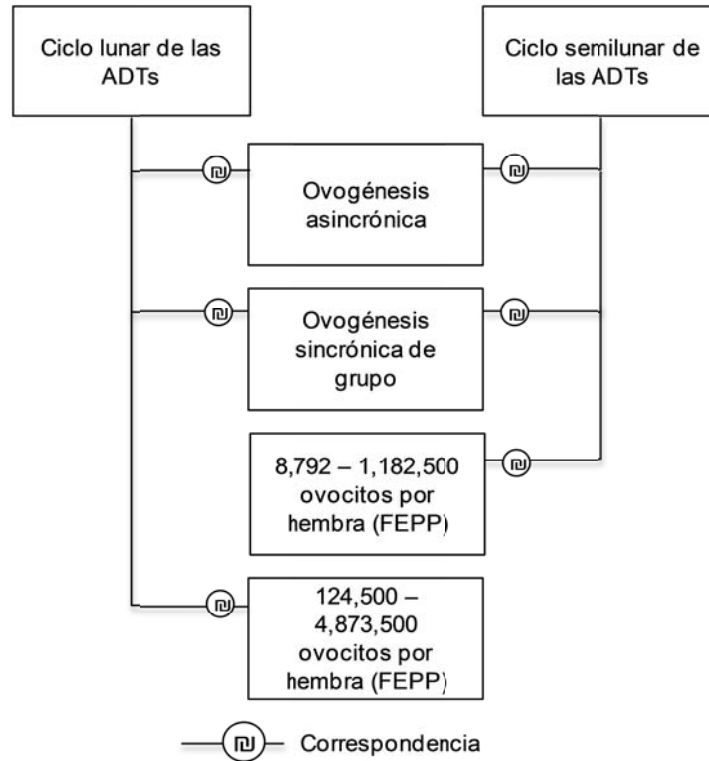


Figura 7.112. Modelo conceptual de las relaciones de correspondencia entre el ciclo de agregación (lunar y semilunar), el tipo de ovogénesis (asincrónica y sincrónica de grupo) y la fecundidad parcial promedio (FEPP).

La figura 7.113 representó que el HIGM tiende a ser mayor en las especies más longevas y que alcanzan la TMIN y la EDMZ a una mayor longitud y edad respectivamente. Asimismo que el HIGM tiende a ser menor hacia las latitudes cercanas a los 0°. El modelo también representó la tendencia en que la FEPP tiende a ser mayor en las especies con las mayores TMAP y TMIN. Además que la FEPP tiende a ser menor hacia los 0°Lat en el Hemisferio Norte.

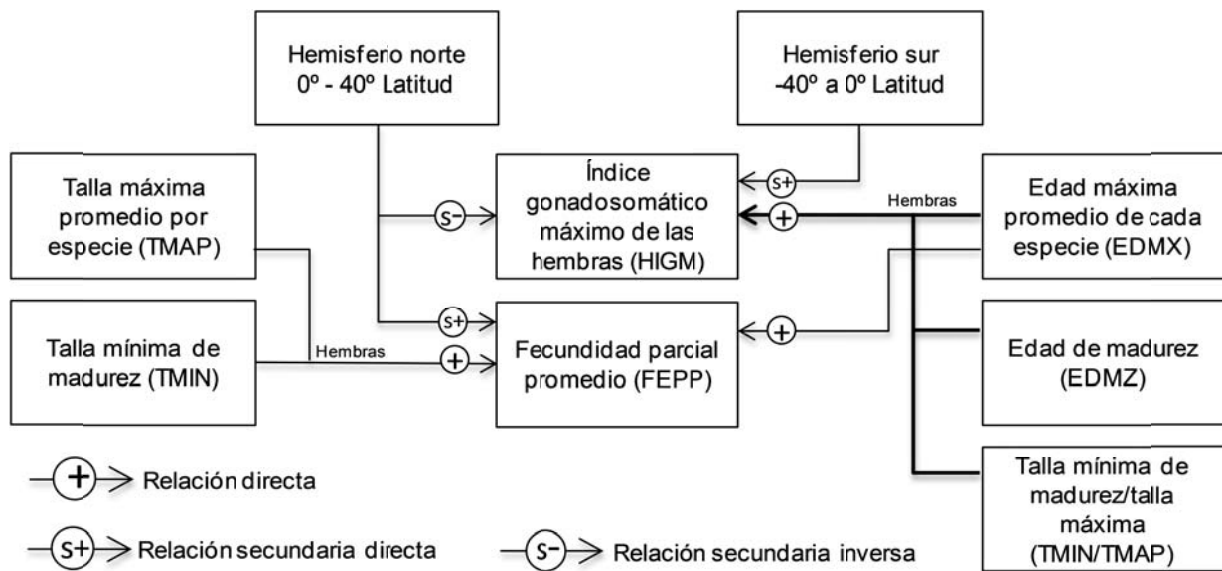


Figura 7.113. Modelo conceptual de las relaciones entre el índice gonadosomático de las hembras (HIGM) y la fecundidad parcial promedio (FEPP) con la talla mínima de madurez (TMIN), la edad de madurez (EDMZ), la talla máxima, la edad máxima, el cociente TMIN/TMAP y la latitud.

7.9 Progenie

La progenie se exploró a través del diámetro promedio del huevo (29 datos) y el hábitat del huevo (53 datos). La información representó a poblaciones que se distribuyen de los 11.11° a los 42.51° de latitud y de los -95.28° a -11.75° de longitud en el Océano Atlántico, y de los -23.79° a los 24.37° de latitud y -156.19° a los 177.62° de longitud en el Océano Indopacífico (Fig. 7.114).

La Tabla 7.56 contiene un resumen de la información que describió a la progenie de los agrupadores transitorios.

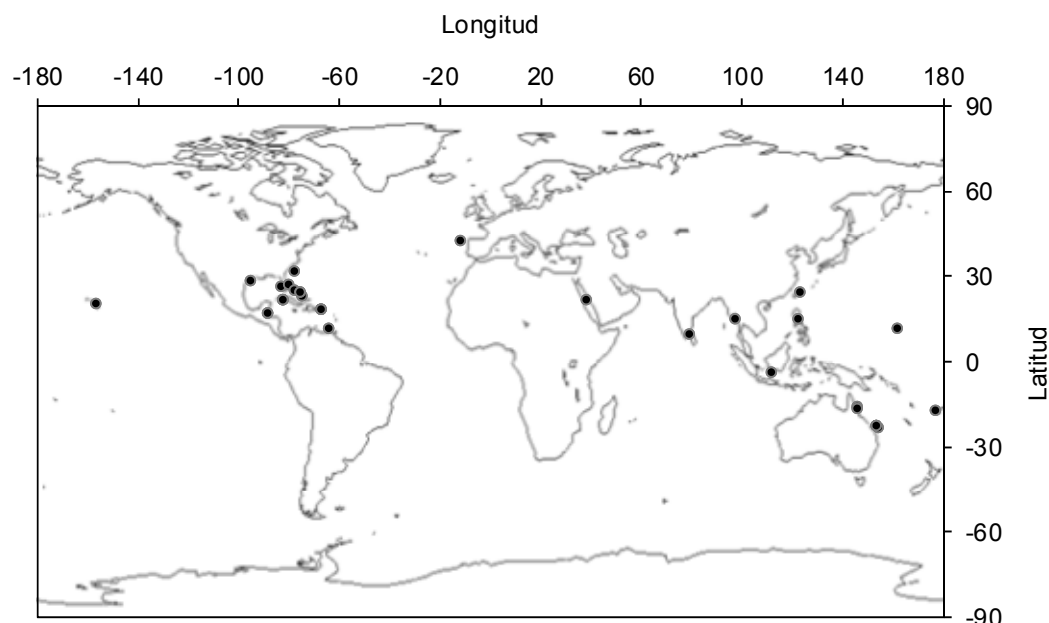


Figura 7.114. Ubicación geográfica de la información acerca de la progenie.

Tabla 7.56. Resumen de la información que describió a la progenie de las especies que forman agrupaciones de desove transitorias.

Clave	Especie	DHU mm	HHU	Referencias
1	<i>Liza vaigiensis</i>		PL	7
3	<i>Neomyxus leuciscus</i>		PL	25
6	<i>Plectropomus leopardus</i>	0.88	PL	35, 41, 53
10	<i>Mycteroperca phenax</i>	0.95		33
11	<i>Mycteroperca bonaci</i>	0.8-0.87		48, 61
12	<i>Mycteroperca venenosa</i>		PL	55
16	<i>Epinephelus polyphekadion</i>	0.76		32
17	<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>	0.89	PL	5

Clave	Especie	DHU mm	HHU	Referencias
18	<i>Epinephelus itajara</i>	0.95	PL	36
19	<i>Epinephelus malabaricus</i>	0.85	PL	39
21	<i>Epinephelus multinotatus</i>		PL	35
23	<i>Epinephelus guttatus</i>	0.62-0.97	PL	16, 21, 27, 58
24	<i>Epinephelus striatus</i>	0.9-1.02	PL	11, 18, 22, 38, 46
26	<i>Epinephelus merra</i>	0.72	PL	31
30	<i>Seriola dumerili</i>	1.39-1.9	PL	40, 56
31	<i>Decapterus macarellus</i>	0.62	PL	56
34	<i>Caranx hippos</i>	1.1	PL	37, 56
35	<i>Caranx latus</i>	1.1	PL	37, 56
36	<i>Caranx crysos</i>		PL	37, 56
40	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	0.78	PL	43
41	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	0.77	PL	28, 29
42	<i>Lutjanus griseus</i>	0.72-0.78	PL	1, 10, 20
43	<i>Lutjanus jocu</i>	0.77	PL	28
45	<i>Lutjanus campechanus</i>	0.78-0.83	PL	2, 4, 45, 47, 49
46	<i>Lutjanus synagris</i>	0.71-0.73	PL	6, 12
47	<i>Lutjanus analis</i>	0.77-0.81	PL	59, 60
56	<i>Acanthopagrus australis</i>		PL	35
61	<i>Kyphosus vaigiensis</i>	1.05	PL	42
63	<i>Hipposcarus longiceps</i>	1.07		14
66	<i>Chaetodipterus faber</i>	1	PL	30, 34, 52
68	<i>Siganus vermiculatus</i>	0.6	DL	23, 62
70	<i>Siganus canaliculatus</i>	0.42	PL	26, 57
76	<i>Canthidermis sufflamen</i>		DL	13
77	<i>Xanthichthys ringens</i>		PL	3
78	<i>Cheilinus undulatus</i>	0.65-0.67	PL	15, 19, 54
80	<i>Epinephelus morio</i>	0.9-1	PL	9, 17, 44
81	<i>Mycteroperca microlepis</i>	0.9-0.95	PL	8, 24, 50, 51

DHU, diámetro promedio del huevo; HHU, hábitat del huevo; PL, pelágico; DL, demersal. Referencias: 1, Allen, 1985 en Claro & Lindeman, 2008; 2, Allen, 1985 en Fishbase; 3, Arneson en Thresher, 1984; 4, Arnold *et al.*, 1978 en Grimes, 1987; 5, Avala *et al.*, 1996; 6, Borrero *et al.*, 1978 en Leis, 1987; 7, Breder & Rosen, 1966 en Fishbase; 8, Brulé en Brulé *et al.*, ____; 9, Brulé *et al.*, 1999 en Brulé *et al.*, ____; 10, Cabrera-B. *et al.*, 1997; 11, Carter *et al.*, 1991; 12, Clarke *et al.*, 1997 en Brulé *et al.*, ____; 13, Claydon, 2005; 14, Colin & Bell, 1991; 15, Colin en Sadovy *et al.*, 2003; 16, Colin *et al.*, 1987; 17, Colin *et al.*, 1996 en Brulé *et al.*, ____; 18, Colin, 1992; 19, Colin, 2010; 20, Damas *et al.*, 1978 en Leis, 1987; 21, Falfan-Vazquez, 2003 en Brulé *et al.*, ____; 22, Guitart-Manday & Juarez-Fernandez, 1966 en Leis, 1987; 23, Gundermann *et al.*, 1983; 24, Hardy, 1978 en Leis, 1987; 25, Harrison & Senou, 1997 en Fishbase; 26, Hasse *et al.*, 1977 en Thresher 1984; 27, Heemstra & Randall, 1993 en Fishbase; 28, Heyman *et al.*, 2001 en Claro & Lindeman, 2008; 29, Heyman *et al.*, 2005; 30, Hildebrand & Cable, 1938 en Thresher 1984; 31, Jagadis *et al.*, 2007; 32, James *et al.*, 1997 en Fishbase; 33, Johnson & Keener, 1984 en Brulé *et al.*, ____; 34, Johnson, 1978 en Fishbase; 35, Kailola *et al.*, 1993 en Fishbase; 36, Koenig & Coleman, 2009; 37, Longenecker & Langston, 2008; 38, Manday & Fernandez, 1966 en Thresher, 1984; 39, Maneewong *et al.*, 1986 en Fishbase; 40, Marino *et al.*, 1995 en Fishbase; 41, Masuma *et al.*, 1993 en Fishbase; 42, Miller *et al.*, 1979 en Thresher 1984; 43, Ming-Yih *et al.*, 2003; 44, Moe, 1969 en Leis, 1987; 45, Papanikos *et al.*, 2008; 46, Powell & Tucker, 1992 en Brulé *et al.*, ____; 47, Rabalais *et al.*, 1980 en Leis, 1987; 48, Renan *et al.*, 2001 en Brulé *et al.*, ____; 49, Richards *et al.*, 1994 en Claro & Lindeman, 2008; 50, Roberts & Schlieder, 1983 en Brulé *et al.*, ____; 51, Roberts & Schlieder, 1983 en Leis, 1987; 52, Ryder, 1887 en Thresher 1984; 53, Samoilys, 1997; 54, Slamet & Hutapea, 2005 en Colin, 2010; 55, Smith, 1961 en Cummings, 2007; 56, Smith-Vaniz, 1986 en Fishbase; 57, Soh & Lam, 1973 en Thresher 1984; 58, Tucker, 1998 en Brulé *et al.*, ____; 59, Watanabe *et al.*, 1998 en Ming-Yih *et al.*, 2003; 60, Watanabe, 2001; 61, White en Brulé *et al.*, ____; 62, Woodland, 1990 en Fishbase.

7.9.1 Tamaño del huevo

El diámetro promedio del huevo (DHU) varió entre 0.42 mm y 1.9 mm, en 58 registros correspondientes a 25 especies. La media fue mayor en el Océano Atlántico, con respecto al Océano Indopacífico, con una diferencia de 0.09 mm (Fig. 7.115). El intervalo 1-1.5 mm concentró el 100% de los registros del Océano Atlántico y solo el 77.78% de los datos del Océano Indopacífico.

La información representó áreas de Estados Unidos, Bahamas, Cuba, Puerto Rico, Belice y Venezuela en el Océano Atlántico; y áreas de Japón, el Mar Rojo, Hawaii, Filipinas, Tailandia, Islas Marshall, el Golfo de Mannar, Micronesia, Indonesia, Australia y Fiji en el Océano Indopacífico.

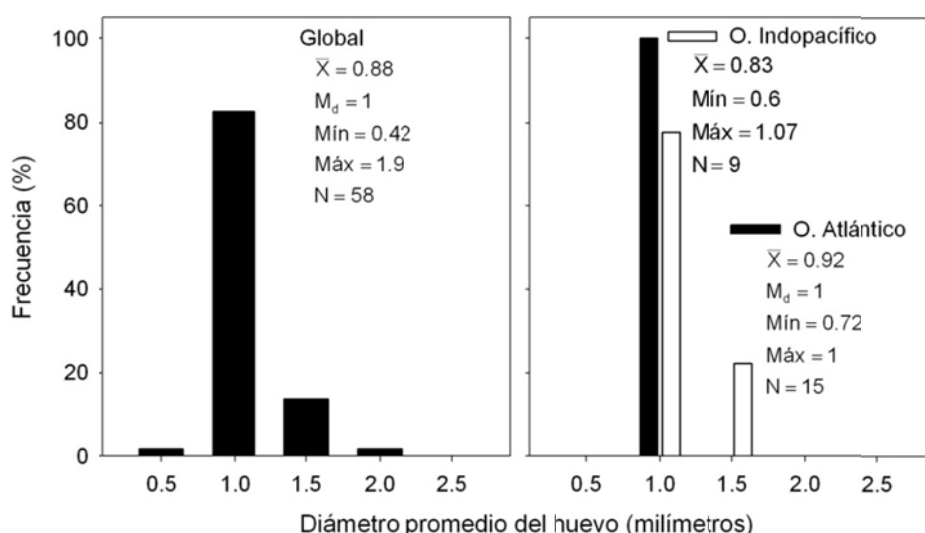


Figura 7.115. Histogramas del diámetro promedio del huevo (DHU) de los agrupadores transitorios.

7.9.1.1 Latitud

El DHU estuvo representado entre los 11° Lat y los 43° Lat en el Océano Atlántico y entre los -24° Lat y los 24° Lat en el Océano Indopacífico. Los valores del DHU mayores a un milímetro se observaron entre los 16° Lat y los 32° Lat en el Océano Atlántico (Fig. 7.116).

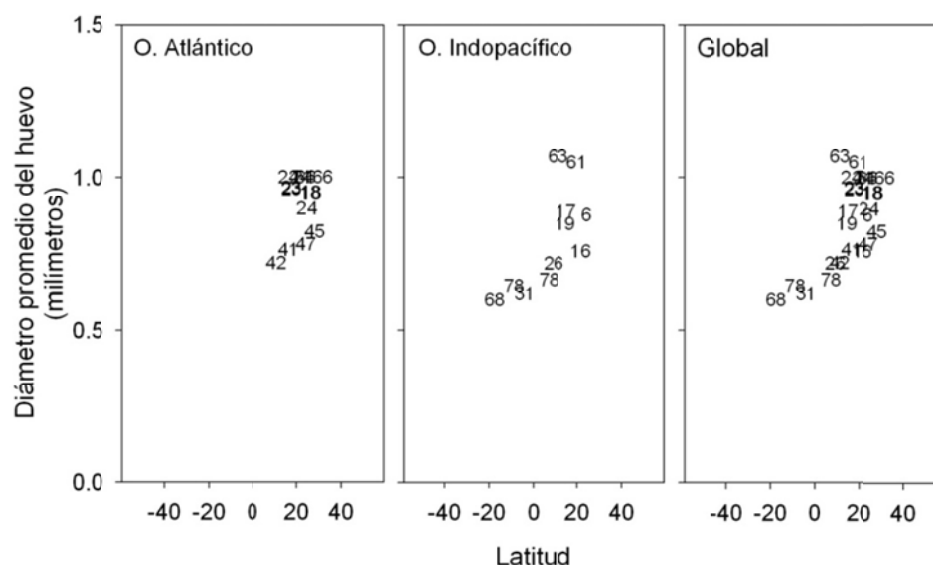


Figura 7.116. Disposición latitudinal del diámetro promedio del huevo (DHU) de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

Tabla 7.57. Resultados del ajuste de los modelos lineales generalizados (MLG) y la correlación por rangos de Spearman (R de Spearman) para describir el diámetro promedio del huevo (DHU) en función de la latitud en el Hemisferio Norte.

Hemisferio Norte	
MLG	
Distribución teórica (Log V)	Gamma (18.03)
Función de enlace	
Ordenada al origen ()	-0.1978*
Latitud ()	0.0051
Devianza nula ()	18.7226
Devianza residual ()	0.2874
Devianza escalada	22.0478
p	0.3379
R de Spearman	
N	22
R	0.1615
t_{N-2}	0.7317
p	0.4729

MLG, modelo lineal generalizado; R de Spearman, correlación por rangos de Spearman; Log V, el mayor valor de log verosimilitud del ajuste de los datos a una distribución teórica; *, el asterisco indica una correlación diferente de cero en la R de Spearman, un buen ajuste en los MLG y un parámetro diferente de cero en los MLG; Gamma, distribución gamma.

La tendencia de la DHU en función de la latitud fue positiva pero careció de significancia estadística de acuerdo con el MLG ($b_1 = 0.01$, Wald = 1.46, $p = 0.23$) y asimismo con la R de Spearman (Tabla 7.57). La consistencia del sentido de la

posible tendencia en el Hemisferio Norte es un indicio de que el DHU podría ser mayor hacia latitudes más norteñas en el Hemisferio Norte. Los datos no fueron suficientes para hacer una exploración en el Hemisferio Sur.

7.9.1.2 Relación del tamaño del huevo con rasgos de la gametogénesis y la estructura de las poblaciones adultas

Las correlaciones de la DHU con la FEPP, la CSX, la TMINH y la TMAP fueron positivas y significativas (Tabla 7.58), indicando que el DHU tiende a ser mayor en las especies con mayores FEPP, un mayor número de hembras por macho, que alcanzan la TMINH a una mayor longitud y que alcanzan una mayor longitud. Mientras que el resto de las correlaciones carecieron de significancia estadística (Tabla 7.58).

Tabla 7.58. El coeficiente de correlación de Spearman (R de Spearman) de la relación del promedio por especie del diámetro promedio del huevo (DHU) con las tallas, edades, la vida reproductiva, el índice gonadosomático, la composición sexual, la fecundidad parcial y el diámetro máximo de los ovocitos.

Variable 1	Variable 2	N	R de Spearman	t_{N-2}	p
DHU	DIMO	12	0.2627	0.8610	0.4094
DHU	FEPP	15	0.5952	2.6704	0.0192*
DHU	HIGM	12	0.2098	0.6785	0.5128
DHU	CSX	16	0.5700	2.5954	0.0212*
DHU	TMINH	17	0.5202	2.3593	0.0323*
DHU	TMINH/TMAP	17	-0.1251	-0.4883	0.6324
DHU	EDMZH	16	0.0663	0.2485	0.8073
DHU	EDMZH/EDMX	16	-0.2340	-0.9005	0.3831
DHU	VIDRH	16	0.1516	0.5738	0.5752
DHU	TMAP	26	0.4676	2.5915	0.0160*
DHU	EDMX	20	-0.1565	-0.6723	0.5099

DHU, diámetro promedio del huevo; DIMO, diámetro máximo de los ovocitos; FEPP, fecundidad parcial promedio; HIGM, índice gonadosomático de las hembras; CSX, composición sexual; VIDRH, vida reproductiva de las hembras; TMINH, talla mínima de madurez de las hembras; EDMZH, edad de madurez de las hembras; TMAP, talla máxima; EDMX, edad máxima; N, número de datos; R, coeficiente de correlación por rangos de Spearman; t_{N-2} , t de student con N (número de datos) menos dos grados de libertad; p, probabilidad del estadístico t; *, correlación significativa.

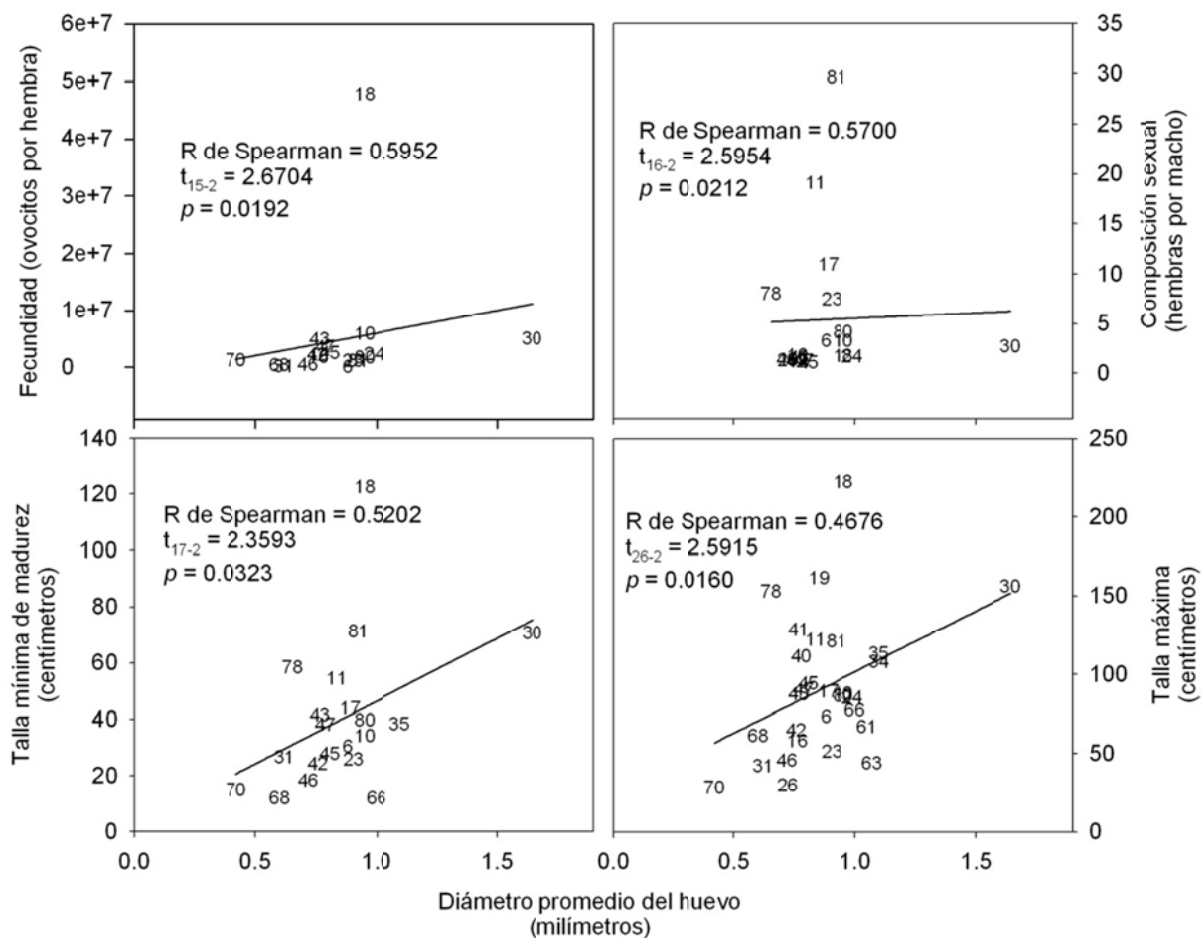


Figura 7.117. Correlaciones significativas del promedio por especie del diámetro promedio del huevo (DHU) con la fecundidad parcial promedio (FEPP), la composición sexual (CSX), la talla mínima de madurez (TMINH) y la talla máxima (TMAP) mediante el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (R de Spearman). La línea indica la tendencia.

7.9.2 Hábitat del huevo

Los tipos de hábitat del huevo reportados fueron el pelágico y el demersal, en 53 registros correspondientes a 30 agrupadores transitorios. La moda global y por océanos fue el hábitat tipo pelágico (Fig. 7.118). El 100% de los registros fueron tipo pelágico en el Océano Atlántico. El hábitat tipo demersal solo se observó huevos del Océano Indopacífico, en un 16% de los datos correspondientes a *S. vermiculatus* y *C. sufflamen*.

La información representó áreas de Estados Unidos, Bahamas, Cuba, Puerto Rico, Belice y Venezuela en el Océano Atlántico; y áreas de Hawaii, Filipinas, Tailandia, el Golfo de Mannar, Indonesia, Australia y Fiji en el Océano Indopacífico.

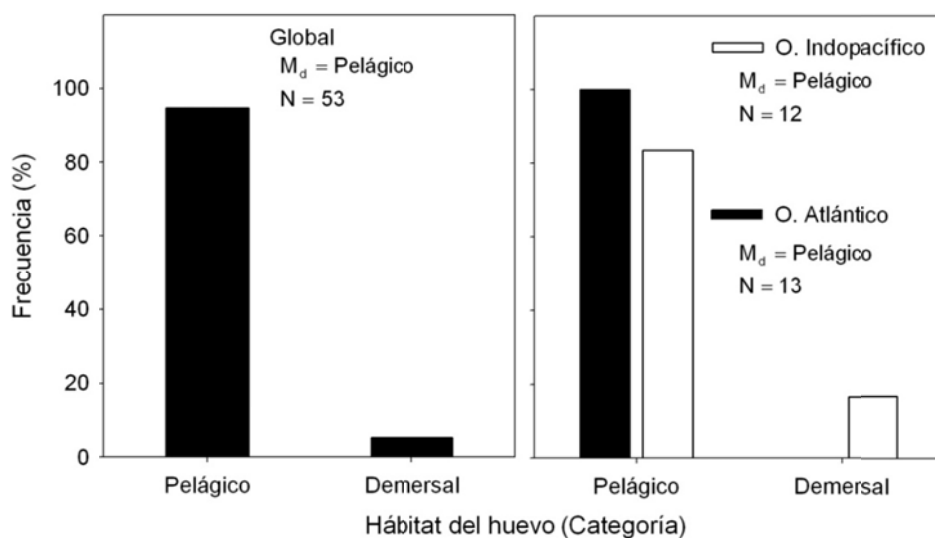


Figura 7.118. Histogramas del tipo de hábitat del huevo de los agrupadores transitorios.

7.9.2.1 Latitud

El hábitat del huevo de los agrupadores transitorios estuvo representado entre los 11° Lat y los 43° Lat en el Océano Atlántico y entre los -24° Lat y los 20° Lat en el Océano Indopacífico (Fig. 7.119). El hábitat tipo pelágico estuvo representado en ambos océano, mientras que el hábitat demersal solamente se observó en el Océano Indopacífico. La dispersión latitudinal careció de agrupamientos que indicaran un posible patrón.

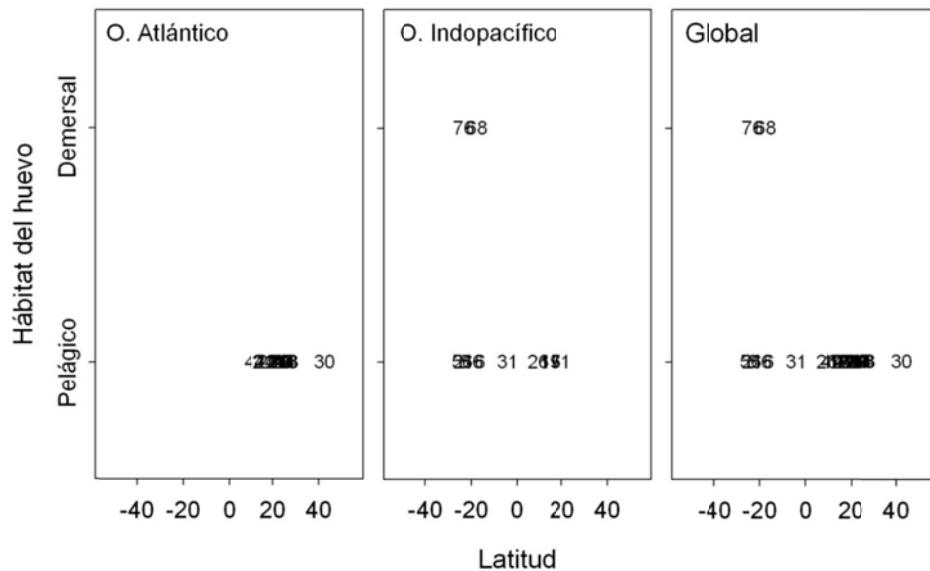


Figura 7.119. Disposición latitudinal del tipo de hábitat del huevo de los agrupadores transitorios, global y por océanos.

7.9.3 Agrupamiento de la progenie

El ACP mostró dos grupos de especies a partir del componente principal (CP) 1 y 2 (Tabla 7.59). El CP 1 explicó el 62.41% de la varianza y estuvo positivamente correlacionado con el ciclo de agregación y negativamente con la FEPP y el DHU. El CP 2 explicó el 29.18% de la varianza y estuvo positivamente correlacionado la FEPP y negativamente con el DHU. El CP 1 y CP 2 explicaron el 91.59% de la varianza.

Los factores de peso de cada variable indicaron que el grupo 1 (G1) correspondió a las especies que presentaron un ciclo lunar de agregación y presentaron huevos con un diámetro mayor (0.6-0.997 mm). El G2 se caracterizó por especies con un ciclo semilunar de agregación y un DHU menor (0.28-0.6 mm) (Fig. 7.120 y 7.121).

Tabla 7.59. Eigenvalores, porcentaje de variación y coeficiente factor de peso del análisis de componentes principales (ACP) para las especies a partir del diámetro del huevo (DHU), la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación (lunar y semilunar).

	CP 1	CP 2	CP 3
ACP			
Eigenvalor	1.8722	0.8755	0.2523
Porcentaje de la varianza explicada	62.4066	29.1850	8.4084
Coeficiente factor de peso (FL)			
DHU	-0.8682*	-0.3663*	-0.3347*
FEPP	-0.5185*	0.8506*	-0.0870
Ciclo de agregación	0.9217*	0.1335	-0.3642*

ACP, Análisis de Componentes Principales; CP, Componente Principal; DHU, diámetro promedio del huevo; FEPP, fecundidad parcial promedio; *, FL significativos, cuyo valor absoluto es mayor que 0.32.

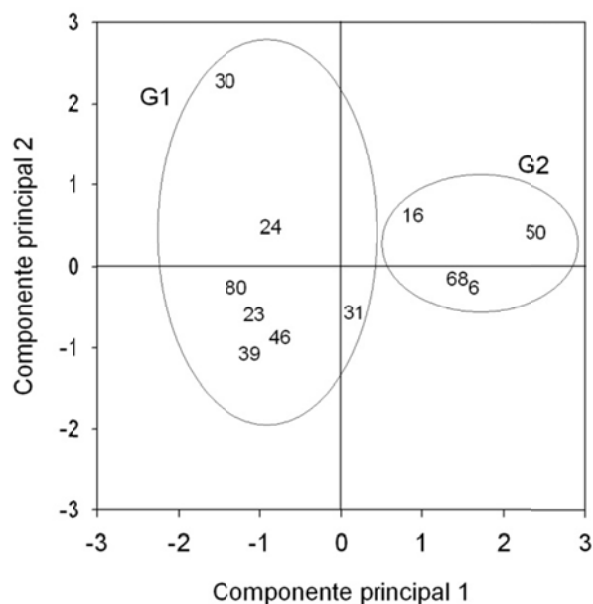


Figura 7.120. Ordinación de 10 agrupadores transitorios y una especie testigo (*E. morio*) de acuerdo con el componente principal 1 y 2 del APC a partir del tamaño del huevo, la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación. G1 es el grupo 1; G2 es el grupo 2.

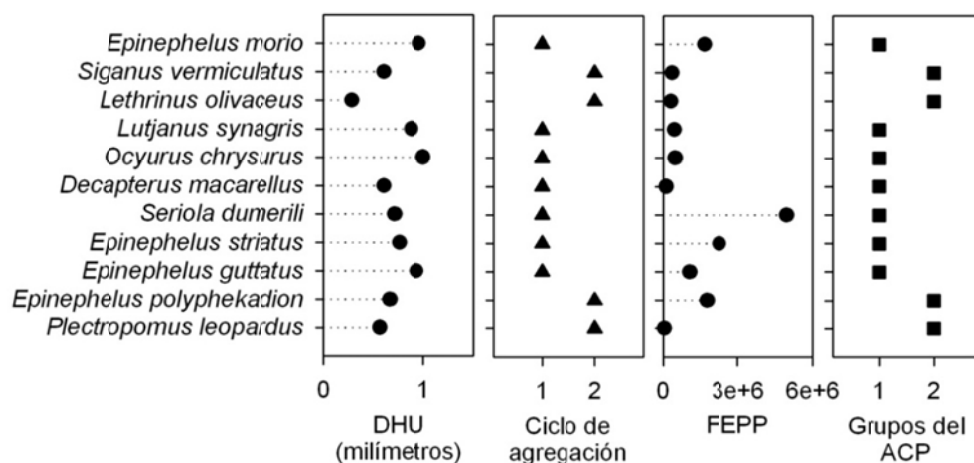


Figura 7.121. Las variables utilizadas para la formación de los grupos a partir del ACP y los grupos determinados. Donde: DHU es el diámetro promedio del huevo; ciclo de agregación, 1 es lunar y 2 es semilunar; FEPP es la fecundidad parcial promedio; el grupo 1 y 2 del APC corresponden a los agrupamientos de la figura 7.120.

7.9.4 Modelado conceptual

La figura 7.122 representó las relaciones de correspondencia entre el diámetro del huevo y los ciclos de agregación, donde el ciclo lunar de agregación se relacionó con los mayores diámetros de huevo, y el ciclo semilunar de agregación correspondió con los menores diámetros de huevo.

Mientras que la figura 7.123 representó que el DHU tiende a ser mayor en las especies que alcanzan la TMINH y la talla máxima a una mayor longitud, una mayor FEPP y que presentan un mayor número de hembras por macho.

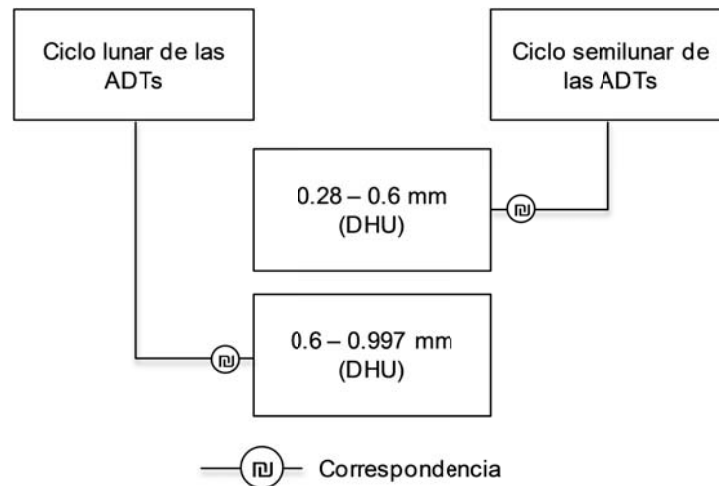


Figura 7.122. Modelo conceptual de las relaciones de correspondencia entre el ciclo de agregación (lunar y semilunar) y el diámetro promedio de los huevos (DHU).

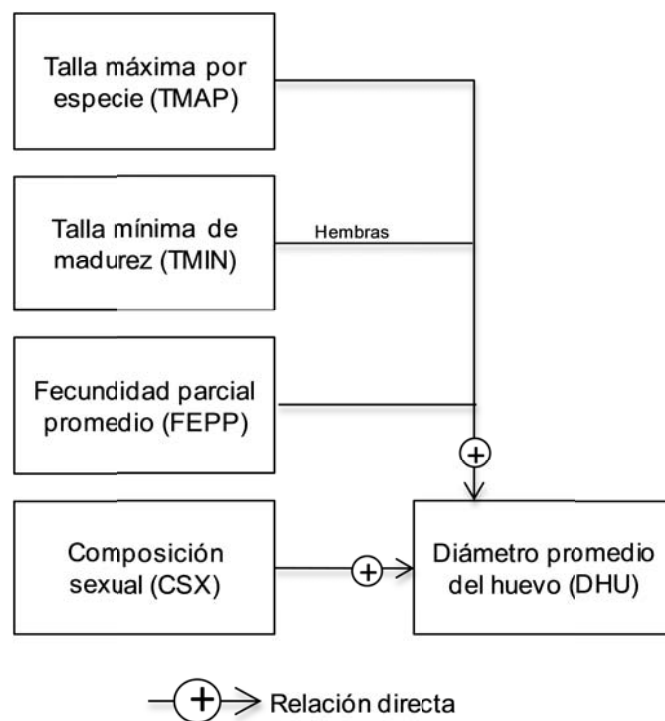


Figura 7.123. Modelo conceptual de las relaciones entre el diámetro promedio del huevo (DHU) con la composición sexual (CSX), la fecundidad parcial promedio (FEPP), la talla mínima de madurez (TMIN) y la talla máxima (TMAP).

8. DISCUSIÓN

8.1 Especies

Las especies identificadas como formadoras de agrupaciones de desove transitorias (ADTs) fueron 78, y la mayoría (58%) correspondió a las familias Epinephelidae, Lutjanidae y Carangidae. El número de especies que presentan ADTs es aún desconocido debido principalmente a una falta de información (Domeier & Colin, 1997; Claydon, 2004) y asimismo los peces considerados en el presente trabajo no son el total.

Algunas especies son las mejor estudiadas debido a su importancia pesquera, p. ej. el mero estriado *E. striatus* que es un importante recurso pesquero en México (Aguilar-Perera *et al.*, 2009), Cuba (Claro & Lindeman, 2003), Belice (Belize Fisheries Department, 2005), Puerto Rico (Matos-Caraballo *et al.*, 2006), entre otros países, y además sus ADTs están muy bien definidas y no hay referencias que indiquen un tipo de agregación diferente para desove en dicha especie. Otras especies son de interés acuícola como *E. merra* (Jagadis *et al.*, 2007) y *S. dumerilli* (De La Gandara & García-Gómez, 2004), entre otras, por lo que han sido objeto de diversas investigaciones que incluyen notas sobre sus tácticas para el desove, que sirvieron para deducir el tipo de agregación de forma indirecta. Otras especies presentan por lo menos dos tipos de agregación, ADTs y ADRs: los epinefélidos *P. leopardus*, *E. polyphkadion*, *E. merra* y el escárido *H. longiceps* (Domeier & Colin, 1997; Hamilton *et al.*, 2004; Inagami *et al.*, 2007; Colin en Sadovy de Mitcheson *et al.*, 2008; Rhodes, 2003 en Sadovy de Mitcheson *et al.*, 2008; Sadovy & Liu, 2004 en Sadovy de Mitcheson *et al.*, 2008). Otra particularidad dentro del grupo de especies seleccionado fue que algunas parecen llevar a cabo el desove solo en agregaciones. Por ejemplo el 50% de los adultos de *A. australis* no participan en la migración reproductiva para la formación de las ADTs, sino que permanecen en las áreas de alimentación durante el periodo reproductivo en Australia y entran en estado de atresia folicular después de alcanzar el estado de gránulo de vitelo (Pollock, 1984). Mientras que *P. areolatus*, *E. polyphkadion* y *E. fuscoguttatus* son especies cuyos análisis de las gónadas estuvieron faltos de evidencia de que el desove pudiera

ocurrir fuera de los sitios o periodos de agregación en Micronesia (Johannes *et al.*, 1999). Por otra parte otras especies podrían también desovar sin realizar una agregación, es decir, quedarse en sus áreas de alimentación y desovar (Shapiro *et al.*, 1988). En ese sentido Zeller (1998) mencionó que solo el 31% de los adultos estudiados de *P. leopardus* participó en los eventos de agregación y que es posible que no toda la actividad reproductiva ocurra en los mayores sitios de agregación. Este es un tema muy poco documentado.

Aunque las especies seleccionadas no fueron tan exclusivas en términos de que solo presentaran ADTs como único proceso para llevar a cabo el desove, este grupo se consideró representativo del fenómeno de ADTs, de manera que dieron la posibilidad de explorar los procesos reproductivos relacionados en algún momento con dicho fenómeno. Al explorar los procesos reproductivos de esta gama de especies se contribuyó en el entendimiento de las estrategias reproductivas de los peces, pero además se aportaron direcciones en cuanto a que tendencias reproductivas siguen aquellas especies que parecen presentar ADTs de manera exclusiva y por cuales se inclinan aquellas con una mayor plasticidad en cuanto a sus tácticas para el desove, como aquellas que presentan ADTs y también ADRs.

8.2 Semejanza reproductiva

La exploración integral a partir de las matrices binarias mostró variabilidad en la formación de grupos de especies. De manera que no hubo consistencia en la formación de los cinco grupos a partir de la matriz A con respecto a la matriz B. Lo que sugiere que algunas especies son similares en los aspectos de cronografía reproductiva, el hábitat de desove y la etología reproductiva (árbol A), pero difieren en los aspectos de estructura poblacional, el género, la gametogénesis y la progenie (árbol B). Una causa puede ser que las características de algunas especies se encuentran pobremente representadas en la matriz binaria, debido a que cuentan con pocas observaciones de los fenómenos, debido a que su biología reproductiva esta poco estudiada con respecto a otras especies, de manera que su agrupamiento es débil. Ya que a pesar de la variabilidad algunas especies tendieron a permanecer

juntas y solo se reagruparon a lado de otras especies en el árbol B con respecto al árbol A. Además estas especies son de las mejor estudiadas: *L. cyanopterus*, *L. jocu*, *L. analis*; *E. striatus* y *M. bonaci*; *E. fuscoguttatus* y *E. itajara*; *M. tigris* y *C. undulatus*; y *P. leopardus* y *P. areolatus*. Dichas especies presentan similitudes intragrupo de los aspectos en el árbol A y en el árbol B.

8.3 Cronografía reproductiva

8.3.1 Duración del periodo de desove

Los patrones de desove de los peces tropicales pueden ocurrir en ciclos diarios, lunares y estacionales (Colin, 2012), y su variabilidad geográfica intraespecífica e interespecífica puede ser compleja (Robertson, 1991). Hay una diversidad de ambientes tropicales donde la época de desove puede estar asociada a factores ambientales como cambios en la abundancia del alimento, en la composición química del agua, en condiciones meteorológicas y sutiles cambios en la temperatura y el fotoperiodo, por mencionar algunos; y cuya asociación con la reproducción aun falta ser escudriñada para muchas especies de peces tropicales (Wootton, 1998). Las épocas de desove de algunos peces tropicales son característicamente de mayor duración en latitudes más cercanas al Ecuador (Johannes, 1978; Craig, 1998) y la temporada en la que ocurren está relacionada con la temperatura en algunos epinefélidos, tendiendo a presentarse durante el verano en latitudes templadas y en temperaturas por abajo del máximo anual en latitudes cálidas (Thresher, 1984; Samoilys, 1997). El presente trabajo también mostró tendencias que relacionan a la temperatura con la temporalidad del desove en las áreas tropicales (Craig, 1998; Pankhurst & Porter, 2003; Colin, 2012). Los periodos de desove de mayor duración se relacionaron a las mínimas TPD y PIED, y a las máximas TPD. Estas tendencias ubican a las mayores DPDs en latitudes tropicales más templadas o subtropicales principalmente en el Hemisferio Norte en lugares mayores a los 10° y donde la amplitud entre la temperatura máxima anual y la temperatura mínima anual es mayor (Lowe-McConnell, 1987); y es contraria a la tendencia conocida en algunas especies tropicales (Johannes, 1978; Craig, 1998).

La tendencia fue individualmente sustentada en *E. itajara*, *E. guttatus*, *P. areolatus*, *E. polyphekadion* y *E. fuscoguttatus*, a través de sus correlaciones inversas y significativas de la DPD con la TPD mínima. También en *M. bonaci*, *E. guttatus* y *E. striatus* con base en las correlaciones positivas de la TPD máxima con la DPD; y en *E. polyphekadion* con una correlación inversa y significativa entre la latitud y la DPD. La tendencia se mantiene aun en *E. striatus* cuyo desove está restringido a un estrecho rango de temperatura (Colin, 1992). Previas observaciones mencionan que el inicio de la época de desove de *L. cyanopterus* coincide con el incremento anual de la temperatura (Kadison *et al.*, 2006), así como de algunas especies de *Epinephelus* principalmente en el límite norte de sus rangos de distribución, como en Bermudas y el este del Golfo de México (Burnet-Herkes, 1975 y Houde, 1982 en Colin & Clavijo, 1988). También se ha observado que algunos peces pueden iniciar su época de desove cerca del límite mínimo anual de temperatura, p. ej. el lábrido *Bodianus rufus* que desova a partir de los 20°C en los Cayos de Florida y a partir de los 24°C en el suroeste de Puerto Rico (Colin & Clavijo, 1988).

Las tendencias de la DPD con respecto a la TPD mínima y máxima sugieren que la DPD estar determinada por el régimen de temperatura, y que los regímenes con la mayor variación están determinando una mayor DPD en algunas especies en los trópicos. Esto es consistente con la asociación general de las mayores DPDs con las menores PIED, debido que los regímenes de temperatura pueden presentar cambios asociados a los primeros meses del año en algunas áreas. Por ejemplo en la franja subtropical del Hemisferio Norte, las más bajas temperatura y el incremento anual ocurre durante los primeros meses, a lo que esta asociado el inicio de la vitelogénesis, p. ej. en el botete diana *Sphoeroides annulatus* alrededor de los 23° Lat (Sánchez-Cárdenas *et al.*, 2011).

La débil relación observada entre la DPD y la latitud puede estar asociada a la presencia de diferentes regímenes de temperatura en latitudes similares debido a la diferencia de hábitats, posiblemente lugares con menores o mayores temperaturas anuales que otros. Esto puede ocurrir entre una zona nerítica con grandes movimientos de agua y una mayor variación de temperatura, con respecto a una

zona de aguas más profundas y con un régimen de temperatura más estable (Lowe-McConnell, 1987). Aun falta más investigación sobre la ecología reproductiva de estas especies entre diferentes hábitats tropicales, para tratar de explicar mejor la variabilidad latitudinal de la DPD. Sin embargo los resultados en este trabajo demuestran la importancia de los regímenes de temperatura en la temporalidad de la reproducción de los agrupadores transitorios, asimismo en el proceso general de la reproducción.

Los resultados de la exploración histórica de la DPD con respecto al LOTI mostraron indicios de una disminución de la DPD debido a anomalías térmicas positivas. Uno fue la disminución significativa de la VDPD con respecto al LOTI. Otros indicios fueron las tendencias gráficas de la DPD, el incremento de la TPD mínima y la PIED con respecto al LOTI. Estas evidencias empíricas sugieren que el incremento global de la temperatura está ocasionando una reducción del tiempo en que se presentan las temperaturas óptimas para el desove en los agrupadores transitorios, reflejándose en una reducción de la DPD. Esto es congruente con las observaciones hechas sobre el comportamiento de la DPD en relación a las temperaturas del periodo de desove, donde las mayores DPD presentan las menores temperaturas mínimas. En el sentido de que si la temperatura global aumenta, entonces también la temperatura anual y por lo tanto la temperatura mínima del periodo de desove también aumenta, lo que resulta en la reducción de la DPD. En el Hemisferio Norte *S. annulatus* inicia la vitelogénesis y la época de reproducción asociada al incremento anual de la temperatura, de manera que si el incremento ocurre de manera más tardía entonces la reproducción también (Sánchez-Cárdenas *et al.*, 2011).

8.3.2 Sincronía lunar

Las señales lunares influyen el comportamiento y las actividades reproductivas de varias especies de peces (Johannes, 1978; Taylor, 1984; Robertson *et al.* 1990; Robertson, 1991), sincronizando las actividades en intervalos aproximadamente de un mes (ciclo lunar), quincenales (ciclo semilunar), de 24 horas

(ciclo diario) y ciclos de 12 horas (ciclo mareal) (Robertson, 1991; Takemura *et al.*, 2010).

El inicio de las ADTs en los 58 agrupadores transitorios y las dos especies testigo (*C. undulatus* y *E. morio*) fueron consistentes con ciclos lunares de agregación y ciclos semilunares de agregación. Algunos estudios sobre maduración gonádica soportan dichos patrones de agregación en algunas especies. Las observaciones indicaron que *E. merra* muestra un patrón de agregación lunar en el Océano Indopacífico tropical. Mientras que en áreas subtropicales de Japón, esta especie muestra un desarrollo gonádico rítmico, en el que la vitelogénesis es iniciada nuevamente después que ocurre el desove, después de luna llena, y que el máximo índice gonadosomático se alcanza aproximadamente al tiempo de luna llena (Soyano *et al.*, 2003). También *E. guttatus* fue determinado con un patrón lunar de agregación en el Océano Atlántico tropical en el presente trabajo. Mientras que en áreas del oeste de Puerto Rico, los resultados de Sadovy *et al.* (1994) sugieren que esta especie podría presentar la maduración final-ovulación una vez al mes aproximadamente, empezando por un grupo determinado de ovocitos vitelogénicos antes y durante el periodo de desove.

Cabe resaltar que los ciclos de agregación fueron determinados a partir del ACP, por lo tanto en algunos casos será necesario confirmarlos a partir de observaciones directas. Un caso es *E. polyphkadion*, cuyas agrupaciones de desove se han observado alrededor de LL y alrededor de LN nueva, pero en sitios diferentes; p. ej. en el Santuario Marino Kehpara alrededor de LL (Rhodes & Sadovy, 2002) y en New Ireland entre el CM y la LN (Hamilton *et al.*, 2004). A través de dichos registros el ACP señaló a *E. polyphkadion* con un ciclo de agregación semilunar, sin embargo no se tiene certeza de que se agregue o no dos veces al mes y en un mismo sitio. Usualmente los autores no mencionan que frecuentemente los sitios de reproducción no se logran monitorear durante el ciclo lunar completo, y llegan a realizar observaciones en los sitios de reproducción cuando se sabe que se encuentra la agrupación de desove, esto a través de indicios como las actividades pesqueras. Bajo el supuesto de que *E. polyphkadion* puede responder a los estímulos o señales ambientales que se manifiestan tanto alrededor de LL como en

LN, la información disponible hace pensar que es posible que la agregación pueda llevarse a cabo de manera semilunar, en un mismo sitio o haciendo uso de otro sitio al alcance de los peces y que aun no se ha registrado.

Los ciclos de agregación sugieren que el inicio de las ADTs coincide por lo menos con iluminación lunar, mareas altas (o alta presión hidrostática) y corrientes de marea durante periodos alrededor de luna llena (LL); y con la oscuridad lunar, mareas altas (o alta presión hidrostática) y corrientes de marea en periodos alrededor de luna nueva (LN) (Robertson *et al.*, 1990; Robertson, 1991; Takemura *et al.*, 2010).

En el nivel individual, los factores endógenos involucrados en la transducción de las señales lunares como señales químicas que estimulen el comportamiento migratorio y gregario en estas especies no han sido estudiados. Takemura *et al.* (2010) mencionó que la melatonina podría estar involucrada en los patrones lunares de algunos peces, debido a que la producción y la concentración de esta hormona en la sangre varía de acuerdo con los cambios cíclicos de la iluminación nocturna, los campos magnéticos y las corrientes de marea. Algunos autores han sugerido que los cambios en las condiciones de iluminación lunar durante LL pueden ser percibidos fácilmente por los agrupadores transitorios y por lo tanto podrían afectar sus actividades reproductivas, como la migración y el desove (Colin *et al.*, 1987; Robertson *et al.*, 1990; Bolden, 2000). Además se ha hipotetizado que los cambios cíclicos en el nivel de la marea y las corrientes de marea están relacionados con las agrupaciones de desove, principalmente durante la LN (Colin *et al.*, 1987; Takemura *et al.*, 2010), ya que los cambios en las corrientes de marea proveen una señal que puede ser percibida por los individuos y a la que pueden reaccionar masivamente, y así sincronizar las actividades de la población (Colin & Clavijo, 1988). Dicha relación ha sido observada en *P. leopardus*, cuyas ADTs se asocian a corrientes de marea con intensidad de media a fuerte durante el periodo CM-LL (Zeller, 1998). En contraste la actividad reproductiva de *E. gutattus* ocurre en corrientes de baja velocidad durante la LL (Nemeth *et al.*, 2007). Otros estudios han indicado la posible presencia de corrientes particulares en algunos sitios de desove donde se forman las ADTs (Sancho *et al.*, 2000; Rhodes & Sadovy, 2002; Claro & Lindeman, 2003;

Whaylen *et al.*, 2004; Burton *et al.*, 2005; Heyman *et al.*, 2005; Starr *et al.*, 2007; Whaylen *et al.*, 2007; Heyman & Kjerfve, 2008), pero carece de claridad si dichas corrientes están relacionadas con los ciclos lunares. Las observaciones integradas por el presente trabajo brindan información adicional que soportan de manera importante y como un proceso más bien generalizable la conjetura de que la sincronía lunar es esencial para la formación de las típicas ADTs (Taylor, 1984; Nanami *et al.*, 2010), de acuerdo con la definición de Domeier y Colin (1997). No obstante es necesario incrementar las investigaciones de campo para identificar los posibles procesos biológicos involucrados.

El desove también parece seguir ciclos lunares y semilunares, de acuerdo con los días del ciclo lunar donde los desoves fueron observados (Robertson *et al.*, 1990; Robertson, 1991; Takemura *et al.*, 2010), de manera consistente con la periodicidad de formación de las ADTs. Las especies con un ciclo lunar de agregación tienden a presentar desoves en PTM, lo que podría ser un ciclo diario de desove (Robertson, 1991); y las especies con un ciclo semilunar de agregación tienden a presentar desoves en PMM y PTM, lo que podría ser un ciclo mareal de desove (Robertson, 1983). Las asociaciones sugieren que las mismas señales lunares implicadas en los ciclos lunares de agregación y desove también se involucran en los ciclos diarios; y asimismo los factores que controlan los ciclos semilunares controlan los ciclos mareales. El desove durante el atardecer puede ser estimulado por la disminución en los niveles de iluminación, por las mareas o también puede estar adaptado a la disminución de la luz ultravioleta que puede ser más perjudicial para los huevos que para las larvas que posteriormente se exponen a la radiación solar (Colin & Clavijo, 1988), coincidentemente los desoves alrededor de LL presentan alguna relación con los niveles de iluminación en algunos peces (Takemura *et al.*, 2010).

Los ciclos lunares de agregación fueron más frecuentes en el Océano Atlántico tropical y el ciclo semilunar fue más frecuente en el Océano Indopacífico tropical. Esta tendencia geográfica se observó en especies del mismo género, p. ej., las ADTs de *E. striatus* y *E. guttatus* se agruparon con un patrón lunar en el Océano Atlántico tropical, mientras que las ADTs de *E. fuscoguttatus* y *E. polyphekadion* muestran más un patrón semilunar en el Océano Indopacífico tropical, donde también *E. merra*

se agrega pero con un ciclo lunar. Estudios previos reportaron que las ADTs en los Epinephelidae y Lutjanidae frecuentemente se presentan aproximadamente en LL en el Mar Caribe (Domeier & Colin, 1997; Luckhursts *et al.*, 2006). Mientras que la abundancia de las agrupaciones de desove de *P. leopardus* y otros epinefélidos han sido más altas durante los periodos de LN en la LL en el Océano Indopacífico (Samoilys, 1997; Zeller, 1998). Esta información sugiere que la dominancia de los procesos de sincronía lunar difiere entre los océanos. En consecuencia el proceso de sincronía lunar asociado al periodo alrededor de LL es más influyente para la formación de las ADTs en el Océano Atlántico tropical. Aunque hubo una menor cantidad de datos para el Océano Indopacífico tropical, la presencia de los ciclos lunares y semilunares fue evidente, sin embargo el proceso de sincronía lunar en el periodo alrededor de LN parece tener una mayor influencia para la formación de las ADTs. Las condiciones del ambiente en cada océano pueden estar favoreciendo la sincronía de las agregaciones en ciertos periodos lunares. Por ejemplo el Océano Indopacífico se caracteriza por presentar grandes amplitudes de marea y arrecifes con canales y pasajes con fuertes corrientes de marea, y dichas condiciones son más raras en el Océano Atlántico (Colin & Clavijo, 1988). De manera que las barreras de arrecife son menos comunes en el Océano Atlántico tropical, por lo tanto es menor el canaleo de corrientes para permitir el intercambio de mareas con lagunas interiores, y la relativa baja amplitud de la marea de la mayoría de las áreas reduce la generación de corrientes de mareas en sus zonas arrecifales (Colin & Clavijo, 1988). La intensidad de las condiciones de marea en el Océano Indopacífico con respecto al Océano Atlántico tiene potencial para estimular más las actividades reproductivas alrededor de LL (Colin *et al.*, 1987; Takemura *et al.*, 2010).

El inicio de las ADTs estuvo concentrado cerca del CC, la LL y el CC en latitudes mayores a 20° y homogéneamente distribuido a través del periodo CC y CM en latitudes menores en el Océano Atlántico tropical. Mientras que no se observó ninguna tendencia de distribución del inicio de las ADTs con respecto a la latitud en el Océano Indopacífico tropical. Ninguna investigación previa indica o sugiere la tendencia latitudinal observada en el inicio de las ADTs en el Océano Atlántico tropical. Una posible hipótesis es que este patrón está relacionado con aspectos

particulares de las señales lunares en las latitudes tropicales mayores que 20°. Por ejemplo la amplitud de la marea diurna (24 horas) es generalmente la mayor entre los 20° y 30° de latitud (Manson *et al.*, 2002). Este factor podría afectar las condiciones en hábitats específicos donde ocurren las agregaciones, como intensificar los estímulos ambientales, por lo que la sincronización de las actividades hipotéticamente se puede concentrar en tiempos más estrechos.

8.3.3 Duración de las agrupaciones

Las exploraciones generales de la DADT en función de la latitud carecieron de significancia estadísticas y la tendencia indicada entre los métodos estadísticos tampoco fue consistente. Asimismo las tendencias entre las especies exploradas individualmente fueron variables y solo una con significancia estadística. Esta sugiere que las DADT son menores a mayores latitudes en *E. striatus* en un estrecho intervalo latitudinal, de 15° a 25°. La relación de la DPD con la latitud no fue significativa en *E. striatus*, pero fue claramente negativa, dando un indicio de que las menores DPD ocurren a mayores latitudes. Cabe mencionar que el error estadístico entorno a la DADT puede ser alto, debido a sesgos desde el registro original de los datos por la posible aplicación de criterios diferenciales y la dificultad del seguimiento en campo, y en consecuencia en las distribución de los datos, sin embargo si las tendencias anteriores se asumen como reales, las ADTs de menor duración podrían corresponder a los periodos de desove de menor longitud en algunas áreas entre los 10° y 30° Lat en *E. striatus*. Esto sugiere que el rendimiento reproductivo podría ser menor a mayores latitudes en *E. striatus*, y también aporta un indicio para hipotetizar que algunas variables ambientales podrían estar determinando la DADT (Robertson, 1991).

Las tendencias de la DADT en función del LOTI fueron positivas pero carecieron de significancia estadística. Sin embargo se puede considerar como un indicio de que el incremento global de la temperatura favorece a la duración de las agrupaciones de desove. Esto es congruente con la tendencia de disminución de la

DADT a mayores latitudes en *E. stritus*, ya que las mayores DADT estarían asociadas a temperaturas más cálidas.

Algunas agrupaciones de desove han desaparecido de sitios tradicionales en áreas de México, las Bahamas, Belice, Puerto Rico, Bermudas y las Islas Caimanes, lo que comúnmente es atribuido a la sobrepesca (Aguilar-Perera, 2006; Colin, 1992; Johannes *et al.*, 1999; Sadovy and Eklund, 1999; Sala *et al.*, 2001; Whaylen *et al.*, 2004). Si las condiciones ambientales pueden causar menores DADT en algunas áreas, aunado a años anómalamente fríos, esos sitios de desove pueden ser más vulnerables ante las actividades de pesca que en otras áreas. Aunque son conjeturas basadas en indicios, se considera que es relevante principalmente para la conservación de los recursos pesqueros. En ese sentido es recomendable realizar más investigación al respecto.

8.4 Profundidad de los sitios de desove

La PPSD presentó una tendencia de decrecimiento hacia el Ecuador. También hubo indicios de que la PPSD podría estar relacionada con el tamaño de los individuos. Previamente se sugirió que la capacidad de migrar largas distancias hacia sitios de desove podría estar relacionada con el tamaño de los individuos (Cushing, 1975; Johannes, 1978), asimismo es posible que la capacidad de utilizar sitios de desove de mayor profundidad esté relacionado con el tamaño de los individuos. Sin embargo la marcada tendencia latitudinal de la PPSD sugiere que variables ambientales como la temperatura podrían estar implicadas. Esto hace suponer que la profundidad de la termoclina tiene una influencia importante en la PPSD. Los sitios de desove tienden a ser más profundos hacia el subtropicos, asimismo la termoclina es más profunda y la capa de mezcla es más amplia en dichas latitudes con respecto al Ecuador (Huang & Pedlosky, 1999). La termoclina, que se manifiesta por un gradiente vertical de temperatura y de densidad del agua, que se encuentra por debajo de la capa de mezcla es una barrera física y biológica efectiva en el océano (Ballance *et al.*, 2006). Hipotéticamente los sitios de desove tienden a ser más profundos en las regiones subtropicales debido a que las barreras físicas como la

termoclina se encuentran a mayor profundidad con respecto a las zonas más ecuatoriales, y esto ha permitido la selección de sitios de desove adecuados que favorecen su supervivencia individual y de la especie.

8.5 Etología reproductiva

8.5.1 Procesos etológicos para la fertilización

Una vez que los peces arriban al sitio de desove inician procesos de organización y actividades que culminan reproductivamente con la liberación de los gametos en la columna de agua, donde se lleva a cabo la fertilización. Uno de estos procesos fue la estructura social (ES). El tipo grupo y el tipo harén fueron las ES registradas para los agrupadores transitorios. Dentro de las ES se observaron indistintamente actividades de cortejo y cambios de coloración para las especies con registros. Hubo una excepción en *L. cyanopterus*, ya que no se observó un cambio de coloración evidente en una agregación con ES de grupo en el Banco Grammanik de las Islas Vírgenes (Kadison *et al.*, 2006), no obstante si se han observado cambios de coloración una vez que se intensificó el cortejo en Gladden Spit, Belice (Heyman *et al.*, 2005). La presencia de cortejo o algún tipo de comportamiento previo al desove parecen ser un elemento constante en las ADTs, asimismo acompañado de cambios de coloración. Este componente etológico es parte de un proceso de interacción social que puede provocar la maduración final, la ovulación y el desove, particularmente en muchas especies de peces territoriales (Robertson *et al.*, 1990; Pankhurst, 1995 en Pankhursts & Porter, 2003).

Las actividades de territorialidad se registraron más frecuentemente en especies que forman agrupaciones de desove con una ES de harén. Los grandes tamaños pueden ser un componente crítico del éxito reproductivo en especies donde la habilidad para controlar un territorio o un grupo de individuos de menor tamaño es determinante en la frecuencia de apareamiento (Fisher & Petersen, 1987, citado por Buxton & Garratt, 1990). El promedio de la talla máxima (TMAP) de las especies que forman harenes (40-222 cm) y grupos (45-161 cm) varía en intervalos similares, y la especie *E. itajara* forma harenes, presentó la mayor TMAP (222 cm). Al parecer la

actividad de territorialidad es independiente de las características como la talla máxima en los agrupadores transitorios, y parece estar más relacionada simplemente con la ES.

La organización para la fertilización (OF) fue otro proceso etológico que se lleva a cabo durante las ADTs y es la actividad última para la liberación de los gametos. El tipo grupo y el tipo pares fueron los tipos de OF registrados de la literatura para las ADTs. Cabe mencionar que OF definidas tienen variantes interespecíficas, y generalmente poco delladas para la mayorías de las especies, como la poliandria en las OF de grupo de *L. synagris* (Wiklund, 1969 en Grimes, 1987) y *L. campechanus* (Papanikos *et al.*, 2008) o como la promiscuidad en *L. jocu* (Heyman & Kjerfve, 2008). El presente trabajo solo consideró los tipos de OF más generales y usualmente descritos en la literatura.

La tendencia de correspondencia entre los tipos de ES y OF, mostró que las OF de grupo son más frecuentes en las especies que presentan ES de grupo aunque también se presenta en ES de harén; mientras que las OF de pares fueron más frecuentes en las ES de harén pero también se presentan en las ES de grupo, al igual que el comportamiento territorial. Esto sugiere que existe una plasticidad etológica en el momento de la OF, de manera que las especies pueden variar su OF posiblemente debido al estado de la ES. El estado de la ES puede variar en cuanto a la forma de la agrupación, al número de individuos, a la talla y en la experiencia de los individuos agrupados, y posiblemente también pueda variar el comportamiento de la OF. Por ejemplo la ES de *E. striatus* puede presentarse con una configuración de “cono” o dispersos en una extensión más amplia y más cercana al fondo (Whaylen *et al.*, 2007). Por otra parte la variación de la OF en una agrupación muestra un comportamiento de cierta manera improvisado, de manera que siguen de alguna manera las actividades del resto del grupo. Por ejemplo la OF de grupos de *E. striatus* se ha observado conformada por un individuo en fase oscura (hembra en coloración reproductiva) perseguido por uno (desove en pares) y hasta siete individuos en fase bicolor (coloración reproductiva que se presenta en ambos sexos al atardecer) durante el inicio de los eventos, después se observó que pueden participar desde seis y hasta 25 individuos por liberación, y se lograron observar

grupos de hasta 50 individuos, mientras que también se presentan ráfagas de individuos similares a las del desove pero sin liberación de gametos (Colin, 1992; Whaylen *et al.*, 2004). También se dice que un número de individuos es necesario para iniciar el comportamiento de desove en *E. striatus*, ya que en el Banco Grammanik solo cuatro de 60 individuos fueron observados mostrando la fase bicolor, estos machos en fase bicolor se mostraban lateralmente a la hembra situándose a uno o dos metros de la misma o nadando solo a uno o dos metros del fondo (Nemeth *et al.*, 2006), lo que podría ser un comportamiento pareado.

Hipotéticamente los individuos más jóvenes que son más abundantes, con menor experiencia y menor talla, tiendan a una OF más desordenada siguiendo las actividades de otros individuos y tendiendo a la fertilización en grupos, en ambos tipos de ES. Esto ubica a la OF en pares como un comportamiento más complejo en términos de selectividad individual, y que puede estar asociado a los individuos con mayor experiencia en ambos tipos de ES. Mientras la ES de harén presiona socialmente a los individuos a aprender, la OF de pares, debido a la dominancia de un individuo. En la ES de grupos, no existe una presión de este tipo, sin embargo el hecho de que algunos individuos tiendan a desovar en pares sugiere que posiblemente desarrollan cierta selectividad. El comportamiento de apareamiento puede depender del aprendizaje de los adultos resultado directo de las interacciones sexuales entre los co-específicos, así como también de lo que pueden aprender sobre los estímulos ambientales que indican un encuentro social o el contexto del medio ambiente en el que un encuentro social se lleva a cabo (Domjan, 1992; Freeberg, 2000). Asimismo las conjeturas mencionadas proponen a la OF en parte, como un comportamiento aprendido. Asimismo algunos autores mencionan que la habilidad para llegar a los sitios de desove podría ser aprendida por interacción social, por ejemplo, reproductores reclutas siguiendo a adultos experimentados (Domeier & Colin, 1997; Johannes *et al.* 1999; Bolden, 2000; Bshary *et al.*, 2002).

Por su parte Erisman *et al.* (2009) propusieron que en los Epinephelidae ocurre un cambio de un comportamiento de desove en pares a un desove en grupos, cuando los machos más grandes pierden la habilidad de excluir a los machos más pequeños del apareamiento. Entonces los machos más pequeños incrementan su

éxito reproductivo con respecto a los machos más grandes, al tener un mayor acceso a las hembras a través del desove en grupos. Como resultado de los cambios en la estructura de apareamiento a grupo y el incremento en los niveles de competencia del esperma, el cambio de sexo se reduce (asociado a una ES de harén) a que las especies evolucionan a una condición gonocórica (asociado a una ES de grupo). Sin embargo el presente estudio muestra que la presencia de ambos tipos de OF es frecuente en especies de ambos tipos de sexualidad y por tanto ambos tipos de ES, incluso en familias consideradas como gonocóricas como los Carangidae (Thresher, 1984) mostrando una alta plasticidad etológica en relación a la OF, y sugiriendo que podría depender de otros factores etológicos igualmente variables, como la experiencia, tal como se propone en el párrafo anterior y posiblemente en menor medida por el grado de dominancia por parte del individuo alfa en el harén. Algunos ejemplos de esta plasticidad se observa en la ES de grupo de las especies gonocóricas *C. latus* y *C. hippos*, cuyo cortejo ocurre en pares, pero se observaron desovando en grupos en Gladden Spit, Belice (Heyman & Kjerfve, 2008) y se estima que posiblemente pueden desovar en pares, al igual que *C. sexfasciatus* (Graham & Castellanos, 2005). Otros ejemplos son especies protogínicas que comúnmente desovan en pares pero también desovan en grupos como *E. guttatus*, *E. itajara*, *E. polyphemadion*, *M. tigris*, *M. venenosa*, *M. phenax*, *P. areolatus*, *P. leopardus* y *P. maculatus* (Colin *et al.*, 1987; Gilmore & Jones, 1992; Ferreira, 1993; Colin, 1994; Johannes *et al.*, 1994; Loubens, 1980 en Johannes *et al.*, 1994; Saimoily & Squire, 1994; Coleman *et al.*, 1996; Sluka, 2000; Hamilton *et al.*, 2004; Whaylen *et al.*, 2004; Pet *et al.*, 2005; Starr *et al.*, 2007; Brown *et al.*, 1991 en Froese & Pauly, 2009; Erisman *et al.*, 2009; Colin, 2010).

8.5.2 Tamaño de las agrupaciones

El TAD mostro dos tendencias en el Hemisferio Sur, la primera sugiere que el TAD es mayor hacia el Ecuador y la segunda que el TAD decrece con los incrementos anómalos de la temperatura. Es posible que la significancia de las tendencias en el Hemisferio Norte pudo verse afectada por las alteraciones del TAD

debido a las actividades pesqueras. Las áreas del Hemisferio Norte fueron principalmente del Océano Atlántico oeste, de donde el TAD ha disminuido en varios sitios de desove reportados e incluso algunas agrupaciones han desaparecido, como en las costas de México, Belice y Bahamas (Colin, 1992; Sala *et al.*, 2001; Aguilar-Perera, 2006; Graham *et al.*, 2008). Las áreas del Hemisferio Sur fueron principalmente del Océano Indopacífico y se desconoce de manera comparativa, donde han sido más afectadas las agrupaciones por la pesca.

8.5.3 Migración

Los 78 agrupadores transitorios tuvieron por lo menos un registro que sugirió la migración con fines reproductivos, y aunque la mayoría de los reportes carecieron de un sustento científico contundente, la migración de estas poblaciones parece ser un hecho, de acuerdo con lo definido por Domeier y Colin (1997) para las ADTs. Generalmente la evidencia directa (p. ej. marcado-recaptura) de migraciones realizadas por los peces son raras, y los patrones de migración de muchas especies se infieren a partir de cambios estacionales en la distribución (McBride & McKown, 2000). Los tipos de migración reproductiva definidos con base en los reportes fueron la oceanodromía y la estero-oceanodromía. Los tipos de migración no tuvieron consistencia intraespecífica, y de manera interespecífica no hubo una segregación clara, ni tampoco en relación a la talla de los individuos o a la latitud. Lo que sugiere que la migración reproductiva es una constante y el ingreso a los esteros o algún cuerpo de agua interior es irrelevante para la reproducción de estas especies.

8.6 Estructura poblacional

La exploración de la estructura de las poblaciones adultas de los agrupadores transitorios mostró a un grupo (PK) de especies tienden a presentar la talla mínima de madurez (TMIN) a una mayor longitud (24 cm a 116.25 cm) y también una mayor vida reproductiva (VIDR, 19.35 años a 31.12 años). Este grupo incluyó a *M. bonaci*, *E. fuscoguttatus*, *E. itajara*, *L. campechanus*, *P. auratus* y la especie testigo *C. undulatus*. Un segundo grupo (PR) de especies se agruparon por presentar la TMIN

a una menor longitud (18.34 cm a 64.81 cm) y una menor vida reproductiva (2 años a 25 años). Este grupo se integró por *P. leopardus*, *P. areolatus*, *M. phenax*, *M. tigris*, *E. adscensionis*, *E. maculatus*, *S. dumerilli*, *O. chrysurus*, *L. griseus*, *L. jocu*, *L. synagris*, *L. analis*, *L. olivaceus*, *A. australis* y a la especie testigo *E. morio*. Cabe mencionar que aunque fue posible separar claramente los grupos en el ACP, el espacio entre ellos fue estrecho y posiblemente está siendo reflejado en el traslape de los intervalos de variación de TMIN y la VIDR entre ambos grupos. Esto sugiere que los grupos PR y PK en sus extremos opuestos, podrían ser los extremos de una tendencia interespecífica entre los agrupadores transitorios y las especies testigo *C. undulatus* y *E. morio*, mismas que se mantuvieron en los agrupamientos.

La segregación de los agrupadores transitorios de acuerdo a las características de sus poblaciones adultas parece ser independiente de una funcionalidad sexual, debida al parentesco o a la distribución oceánica. Los agrupamientos carecieron de una consistencia en cuanto al tipo de sexualidad, que indicara un efecto en la segregación por la funcionalidad de género a ciertas tallas y edades, p. ej. el grupo PK integró a la especie hermafrodita protogínica, *E. fuscoguttatus* (Pears *et al.*, 2007), y a la especie gonocórica, *E. campechanus* (White & Palmer, 2004); por su parte el grupo PR incluyó al hermafrodita protogínico, *P. leopardus* (Williams *et al.*, 2008), y a la gonocórica, *L. synagris* (Luckhurst *et al.*, 2000). Tampoco hubo una consistencia taxonómica y espacial, ya que cada grupo se compuso de más de una familia (Epinephelidae, Lutjanidae y Sparidae) y también integró especies de ambos océanos, p. ej. el grupo PK incluyó a *E. itajara* que habita en el Océano Atlántico y a *E. fuscoguttatus* que se distribuye en el Océano Indopacífico (Heemstra & Randall, 1993); y el grupo PR contiene a *P. areolatus* del Océano Indopacífico (Heemstra & Randall, 1993) y a *L. analis* del Océano Atlántico (Allen, 1985).

Las relaciones positivas de la TMIN con la talla máxima poblacional (TMAP), de la VIDR con la TMAP y la edad máxima poblacional (EDMX), así como las relaciones positivas de la TMIN con el diámetro promedio del huevo (DIMO), de la TMAP con el DIMO y la fecundidad parcial promedio (FEPP) y de la EDMX con la FEPP sugieren que algunos agrupadores transitorios tienden a presentar mayores TMIN y VIDR como una adaptación relacionada con el crecimiento individual y a la asignación

energética para la gametogénesis. Es decir si asumimos al grupo PR y al grupo PK como los extremos de una tendencia, a medida que una especie tiende a formar parte del grupo PK es más longeva y alcanza una TMAP a una mayor longitud, y por lo tanto presenta una menor tasa de crecimiento, debido a que esta última tiende a ser menor en los peces tropicales que alcanzan una mayor talla máxima (Buesa, 1987). Por ejemplo la especie *E. itajara* presenta una tasa de crecimiento (k) de 0.13 en el este del Golfo de México (Bullock *et al.*, 1992) y *E. fuscoguttatus* tiene k de 0.09 y 0.19 en el Arrecife de la Gran Barrera (Mapleston *et al.*, 2009; Currey *et al.*, 2010); ambas especies pertenecen se ubicaron en un extremo del grupo PK y presentan una menor tasa de crecimiento que especies del extremo opuesto del grupo PR, p. ej. *L. synagris* en Bermudas ($k = 0.395$; Luckhurst *et al.*, 2000) y *L. harak* en Yaeyama, Japón ($k = 0.51$; Ebisawa & Ozawa, 2009); todas en zonas aproximadamente subtropicales. Si consideramos que el crecimiento de los peces es indeterminado, es decir, el crecimiento no se detiene durante la maduración gonádica (Kamler, 2005), entonces hipotéticamente una menor tasa de crecimiento podría dejar una mayor cantidad de energía disponible para la reproducción, lo que se refleja en el hecho de que el grupo PK tiende a producir un mayor número de ovocitos por hembra y huevos de mayor tamaño. Así los peces más grandes tienden a invertir un mayor porcentaje de energía para el desarrollo de las gónadas y la producción de un mayor número de ovocitos, así como huevos y larvas más grandes (Robertson, 1991; Brooks *et al.*, 1997; Mommsen, 1998), ya que pueden almacenar energía y nutrientes para futuros eventos reproductivos (Winemiller & Rose, 1992). Por ende las especies que tienden hacia el grupo PK presentan una TMIN a una mayor longitud. El mismo gradiente donde los peces que maduran de manera tardía con una alta fecundidad fue observado por Winemiller y Rose (1992) en 216 peces de agua dulce y marinos del Norte de América. Posiblemente el hecho de que presentan una mayor VIDR está estrechamente relacionado con que son especies más longevas. Esto representa una ventaja biológica que hace incrementar el potencial reproductivo vitalicio, de manera que los peces más grandes y biológicamente aptos pueden realizar un mayor aporte reproductivo de forma temporal, incrementando la probabilidad de supervivencia de las nuevas cohortes y

haciendo que las poblaciones sean menos vulnerables ante factores relacionados con altas mortalidades.

8.7 Género

La sexualidad presentó una relación de correspondencia con la composición sexual separando dos grupos de especies. El grupo de especies gonocóricas (SG) presentaron un menor número promedio de hembras por macho (1 a 3), mientras que las especies protogínicas (SP) tendieron a presentar un mayor número de hembras (1 a 30). Esta tendencia es congruente con previas observaciones y descripciones que han postulado que en general la protoginia está asociada a un mayor número de hembras con respecto a las poblaciones gonocóricas (Choat, 1969 en Robertson, 1972), debido a que la sexualidad de macho se adquiere mediante el cambio de sexo o reversión sexual a partir de las hembras. En algunas poblaciones los machos se derivan solo a partir de las hembras (machos secundarios), como en *E. fuscoguttatus* (Pears *et al.*, 2007), mientras que en otras especies, como en *C. microrhinos*, los machos aparecen desde la diferenciación sexual (machos primarios) y también se presentan machos secundarios (Sabetian, 2010).

El hermafroditismo protogínico tiene una estrecha relación con el fenómeno de agrupación por factores como las interacciones sociales que pueden estimular el cambio de sexo (Robertson, 1972; Warner, 1984; García-Cagide *et al.*, 1994). En parte esto explica porque las agrupaciones de desove han favorecido el éxito de las especies protogínicas; beneficiando a los mecanismos de cambio de sexo (Claydon, 2004) y así manteniendo la composición sexual en niveles favorables para la reproducción. Los frecuentes registros de cortejo y cambios de coloración en los agrupadores transitorios son un indicio de que las ADTs favorecen las interacciones sociales, mismas que posiblemente podrían ser un proceso intrínseco.

Obviamente el contexto del control social sobre el cambio de sexo queda fuera de las especies gonocóricas que forman agrupaciones de desove y que además tienden a ser más numerosas, de acuerdo con nuestros resultados. También hay ventajas de que una especie gonocórica desove en grandes agrupaciones, como

puede ser el intercambio genético (Johannes, 1978) y por tanto el enriquecimiento de la variabilidad genética en poblaciones ampliamente distribuidas y alejadas del lugar de desove. Esto está relacionado con que los agrupadores transitorios migran grandes distancias y reúnen una población dispersa en sitios específicos cada año (Domeier & Colin, 1997).

Algunas observaciones sobre *E. striatus* hacen pensar en la posibilidad de si esta u otro agrupador transitorio gonocórico pudo haber aparecido debido a la especiación a partir de una especie hermafrodita, y asimismo con ello el gonocorismo. Whaylen *et al.* (2007) observaron un individuo de *E. striatus* intentando desovar junto a un individuo de *M. bonaci* en la costa de Pequeña Caimán, Islas Caimanes. La primera es una especie gonocórica (Sadovy & Colin, 1995) y la segunda una especie protogínica (Renán *et al.*, 2001; Brulé *et al.*, 2003; Ferreira-Teixeira *et al.*, 2004). Lo que sugiere que a pesar de la sexualidad podrían ser especies reproductivamente afines. Esto concuerda con las observaciones donde algunas especies del género *Epinephelus* y *Mycteroperca* son genéticamente cercanas, indicando una relación muy cercana entre las especies y con una reciente divergencia (Craig *et al.*, 2001). Además es posible que *E. striatus* sea una especie más joven que *M. bonaci*, debido a que el género *Epinephelus* es más derivado con respecto a *Plectropomus*, *Cephalopholis* y *Mycteroperca* (Craig & Hastings, 2007). También es posible que el ancestro de *E. striatus* se encuentre entre los géneros *Epinephelus*, *Cephalopholis* y *Mycteroperca*, mismos que son parafiléticos, es decir, que incluye al antepasado común entre sus miembros (Craig *et al.*, 2001). Adicionalmente las reconstrucciones filogenéticas de la evolución de los Epinephelidae sugieren que la protoginia y el desove en pares son condiciones ancestrales para el linaje (Erisman *et al.*, 2009). En resumen hay una alta posibilidad de que *E. striatus* sea una especie derivada de una especie hermafrodita. Resultando con una condición de gonocorismo con la capacidad de cambiar de sexo (Sadovy & Colin, 1995).

También existe la posibilidad de que la especiación entre los agrupadores transitorios este asociada con el fenómeno denominado como agrupaciones multi-específicas, que consiste en la presencia de varias especies al mismo tiempo

(incluso de diferentes familias) en un mismo sitio de desove (Coleman *et al.*, 1996; Sala *et al.*, 2001; Heyman & Requena, 2002; Rhodes & Sadovy, 2002; Grabowski & Isely, 2007; Pears *et al.*, 2007; Thierry *et al.*, 2008). Este fenómeno ofrece altas oportunidades de hibridación entre los agrupadores transitorios (Frish & Van-Herwerden, 2006), proceso que puede llevar a la especiación (Badcock, 1995; Scribner *et al.*, 2001), como el presumible híbrido entre *P. maculatus* y *P. leopardus* colectado en el Arrecife de la Gran Barrera (Frish & Van-Herwerden, 2006).

Los resultados mostraron que la mayoría de los agrupadores transitorios en los Epinephelidae son hermafroditas protogínicos, mientras que solo *E. striatus* fue gonocórico. Lo que hace cuestionar si el éxito histórico de las agrupaciones de desove en las especies hermafroditas de los Epinephelidae fue favorecido por la estrecha relación entre la ventaja que otorga la agregación para las interacciones sociales y la regulación de la composición de géneros, y si el gonocorismo asociado a las agregaciones es solo una consecuencia debida a la especiación. En teoría las especies con un origen más antiguo (p. ej.: Acipenseridae, *Latimeria chalumnae*; y Elasmobranchii) que han tenido una mayor tiempo geológico para desarrollarse tienden a producir huevos más grandes (Kamler, 2005). El presente trabajo mostró que las especies con un mayor número de hembras (protogínicas), tienden a presentar un huevo de mayor tamaño, lo que da un indicio que ubica al hermafroditismo cercano al origen de las agregaciones.

Warner (1984) mencionó que el cambio de sexo debería ser menos común o ausente en especies donde los machos más grandes tienen menos oportunidad de monopolizar el apareamiento, es decir, del hermafroditismo al gonocorismo. En el mismo sentido los machos más pequeños tienden a incrementar su éxito reproductivo con respecto a los machos más grandes, al tener un mayor acceso a las hembras y asimismo se incrementa la competencia entre el esperma debido a la presencia de más machos participantes durante el desove (Erisman *et al.*, 2009). Hay evidencia interespecífica de que el índice gonadosomático de los machos (MIGH) es mayor cuando hay un mayor potencial de competencia del esperma (Stockley *et al.*, 1997; Taborsky, 1998; Molloy *et al.*, 2007), como en especies gonocóricas. En el presente trabajo la relación interespecífica entre el MIGH y la

composición sexual (CSX) careció de significancia estadística, además fue opuesta a lo mencionado sobre el MIGH y las especies gonocóricas. Posiblemente el número de machos que componen la población adulta no es un buen indicador de la competencia del esperma en los agrupadores transitorios.

8.8 Gametogénesis

El agrupamiento del tipo de ovogénesis junto al ciclo de agregación (lunar y semilunar) y a la fecundidad parcial promedio (FEPP) mostró cuatro grupos, que se pueden interpretar como una tendencia interespecífica. En un extremo se encuentran las especies con un ciclo semilunar de agregación, ovogénesis asincrónica y las menores FEPP, p. ej. *L. olivaceus* y *M. flavolineatus*; y en el otro extremo de los agrupamientos se encuentra una especie con un ciclo lunar de agregación, ovogénesis sincrónica de grupo y la mayor FEPP (*S. dumerilli*), y muy cercana se encuentra *L. jocu* también con una alta FEPP, un ciclo lunar de agregación pero con una ovogénesis asincrónica. Hipotéticamente la ovogénesis sincrónica de grupo optimiza la utilización de la energía disponible lo que se relaciona con la producción de un mayor número de ovocitos.

Una incertidumbre sobre dicha tendencia es que la definición del tipo de ovogénesis por los autores pudo haber sido limitada por el tipo de clasificación o conceptualización que se utilizó sobre el fenómeno. Mucha de la diversidad de las características reproductivas ha sido resultado de la falta de consenso en la terminología y por lo tanto en la precisión de los procesos reportados, en ocasiones porque se trata de observaciones superficiales (Buxton & Garratt, 1990). Marza (1938 en Wallace & Selman, 1981) propuso a la ovogénesis sincrónica de grupo como un patrón de desarrollo intermedio de los tipos de ovogénesis sincrónica y asincrónica. Algunos autores como Hoque *et al.* (1999) han señalado también este tipo de ovogénesis para la especie *S. canaliculatus*, sin embargo no se tienen certeza que otros autores hayan considerado este patrón de gametogénesis en sus observaciones. En algunos casos como en *L. analis* y *A. australis* hubo que definir el

tipo de ovogénesis a partir de las figuras que presentaron Pollock (1984) y Teixeira *et al.*, (2010).

Al margen de las clasificaciones o criterios que se utilizaron para definir el tipo de ovogénesis, es claro que los agrupadores transitorios incluyen en su estrategia la producción más de una cohorte de ovocitos, lo que faculta a las hembras a desovar más de una vez durante la época de desove. En contraste las hembras de *C. undulatus*, especie que forma agrupaciones de desove residentes (Sadovy *et al.*, 2003; Russell, 2004; Colin, 2010) presentan un comportamiento durante el desove que podría ser asociado con una desocupación del contenido ovárico en una sola liberación, debido a que las hembras nadan al fondo y se alejan del área de desove después de liberar los ovocitos en la columna de agua, siendo aparentemente el único desove realizado (Colin, 2010). Sin embargo Sadovy *et al.* (2003) observaron que los ovarios pueden contener simultáneamente ovocitos en estadio de gránulo de vitelo o hidratados y folículos posovulatorios, sugiriendo que las hembras desovan en múltiples ocasiones durante la época de reproducción. Las observaciones sugieren que las hembras son capaces de liberar el total de ovocitos ovulados de una sola vez (Colin, 2010) realizando un evento diario (Sadovy *et al.*, 2003; Russell, 2004), lo que provee una ventaja biológica si se supone que de esta manera las hembras permanecen un menor tiempo expuestas y vulnerables en el lugar de desove, ante amenazas como la depredación.

8.9 Progenie

El tamaño del huevo tiene una correlación directa a la subsecuente supervivencia y desarrollo de un individuo o especie, ya que influye en la tasa de desarrollo, tamaño de la larva, y el potencial de supervivencia (Bagarinao & Chua, 1986; Blaxter, 1988 en Avala *et al.*, 1996; Economou, 1991; Kamler, 2005). La talla de las hembras es un importante factor que contribuye al tamaño del huevo, de manera intraespecífica e interespecífica, y parece ocurrir de manera general en los peces (Kamler, 2005). Congruentemente, en el presente trabajo el diámetro promedio del huevo (DIMO) de los agrupadores transitorios tendió a ser mayor en las

especies que alcanzan una mayor longitud y que maduran a una mayor talla que otras.

La relación entre el tamaño del huevo y la fecundidad puede ser afectada por varios factores, pero una tendencia frecuente es que las especies que producen huevos más pequeños tienen una alta fecundidad (Kamler, 2005). Sin embargo la exploración entre los agrupadores transitorios mostró que las especies con un DIMO mayor también tienden a presentar mayores FEPP.

También se observó en un pequeño grupo de especies que el DIMO tiende a ser mayor en agrupadores transitorios con ciclos lunares de agregación con respecto a aquellas definidas con ADTs semilunares. Hipotéticamente la producción de ovocitos por tiempos más prolongados y por lo tanto una vitelogénesis más prolongada podría contribuir a la producción de huevos de mayor tamaño.

8.10 Estrategias reproductivas

Durante las exploraciones sobre los rasgos reproductivos se detectaron procesos que ayudan a separar dos estrategias reproductivas generales (ERG) que incluyen ADTs con base en la frecuencia del desove, denominadas ERG semilunar y ERG lunar. Mismas que se posicionaron bajo la clasificación de estilos reproductivos de Balon (1990), en la sección ecológica de los no guardianes, el grupo ecológico de los dispersadores y el gremio de los pelagófilos. Asimismo por ser especies que presentan una época de desove breve y altamente estacional, y por realizar migraciones en temporadas y hacia sitios específicos (Domeier & Colin, 1997), también se pueden ubicar en la estrategia de vida de tipo periódica, misma que es predominante entre los peces óseos de latitudes templadas y tropicales (Winemiller, 1992; Winemiller & Rose, 1992). En ese sentido la utilización del concepto de las ADTs para delimitar a un grupo de especies si disminuyó la variabilidad interespecífica, ya que se ubicó a todas las especies en un solo gremio, de acuerdo con Balon (1990), quién propone una mayor división de la reproducción con respecto a otras clasificaciones en los antecedentes.

La ERG semilunar describió a las agrupaciones de desove que se presentan en ciclos semilunares y con un hipotético ciclo semilunar de ovulación (Fig. 8.1). Los componentes etológicos representaron un alto grado de interacción social durante la agrupación. Por una parte la estructura de harén indica la presencia de actividades de dominancia por parte de un individuo en la estructura social, mismas que son complementadas con un comportamiento territorial. También el cortejo es un comportamiento esencial y previo al desove; este involucra cambios de coloración. El desove se realiza en pares o en grupos y posiblemente en ciclos mareales.

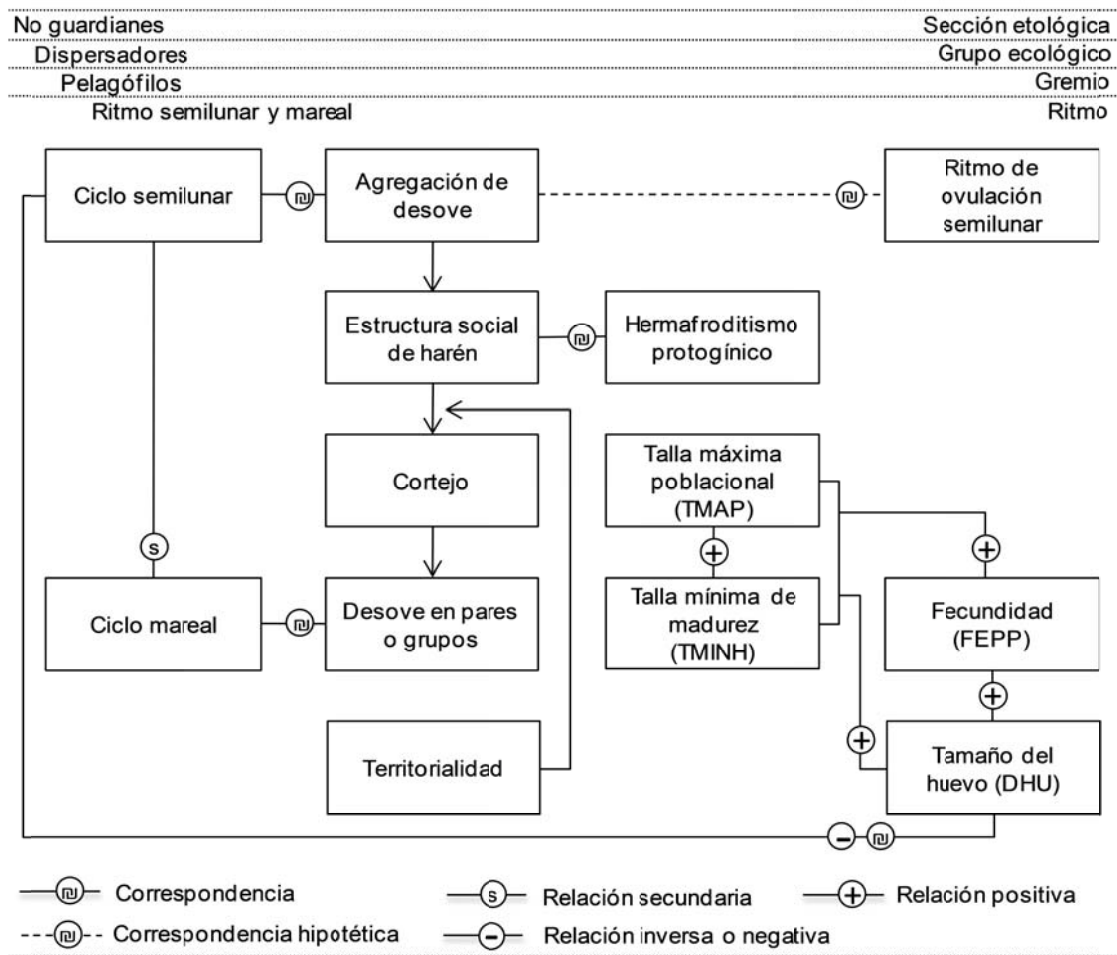


Figura 8.1. Modelo conceptual general de la estrategia reproductiva semilunar en los agrupadores transitorios.

La ERG semilunar también representó la correspondencia entre los harenes y el hermafroditismo protogínico en los agrupadores transitorios. El modelo también representó que el tamaño del huevo es menor ante una mayor frecuencia de agregación (semilunar) con respecto a otros agrupadores transitorios (ciclo lunar de agregación). Asimismo que el tamaño del huevo y las fecundidades son mayores en las especies con mayores longitudes. Algunas especies cuyas características reproductivas se adecúan a una ERG semilunar son *E. fuscoguttatus*, *P. leopardus* y *P. areolatus* (Tabla 8.1).

La ERG lunar describió a las agrupaciones de desove que se presentan en ciclos lunares con un hipotético ciclo lunar de ovulación (Fig. 8.2). Los componentes etológicos representaron un menor grado de interacción social con respecto a la ERG semilunar. La estructura de las agrupaciones de la ERG lunar es de grupo y no involucran un comportamiento territorial. También se presenta al cortejo como un comportamiento esencial y previo al desove; y también involucra cambios de coloración. El desove se realiza en grupos o en pares y posiblemente en ciclos diarios. La ERG lunar también representó la correspondencia entre la estructura de grupo y el gonocorísmo en los agrupadores transitorios. Además muestra la tendencia de incremento del tamaño del huevo ante una menor frecuencia de agrupamiento (lunar) con respecto a otros agrupadores transitorios (ciclo semilunar de agregación). Las especies de mayor talla con ERG lunar tienden a presentar una mayor fecundidad y tamaño del huevo. Algunas especies cuyas características reproductivas se adecúan a una ERG lunar son *E. striatus*, *L. analis*, *L. jocu* y *L. cyanopterus* (Tabla 8.1).

La división es trascendental dado que la frecuencia de desove es un proceso que involucra una utilización particular de la energía ingerida o almacenada, y asimismo puede tener repercusiones en la calidad y el tamaño de la puesta.

Tabla 8.1. Grupos de especies reproductivamente similares intragrupo, definidas a partir de la exploración integral mediante matrices binarias (sección 7.2), sus correspondientes tendencias de agrupamiento que resultaron de la exploración de los rasgos reproductivos y la estrategia reproductiva general (ERG) a la que mejor se adecuan.

Especie	No.	Ciclo de agregación	Ciclo de desove	ES	OF	Territorialidad	EPL	SXD	OVOG	DHUL	ERG
Grupo 1											
<i>L. cyanopterus</i>	41	Lunar	Diario	G	G	NO	----	SG	----	----	Lunar?
<i>L. jocu</i>	43	Lunar	Diario	G	G	----	PR	SG	LAFV	----	Lunar?
<i>L. analis</i>	47	Lunar	Diario	----	G	----	PR	SG	LSFV	----	Lunar?
Grupo 2											
<i>E. striatus</i>	24	Lunar	Diario	G, H	G	----	PR	SG	LSFV	LK	Lunar?
<i>M. bonaci</i>	11	Lunar	Diario	----	P	----	PK	SP	----	----	Lunar?
Grupo 3											
<i>E. fuscoguttatus</i>	17	Semilunar	Mareal	H	P	SI	PK	SP	----	----	Semilunar?
<i>E. itajara</i>	18	Lunar	Diario	H	P	SI	PK	SP	----	----	Lunar??
Grupo 4											
<i>M. tigris</i>	13	Lunar	----	----	G, P	----	PR	SP	----	----	Lunar?
<i>C. undulatus</i>	78	Lunar	Mareal	H	P	SI	PK	SP	----	----	Semilunar??
Grupo 5											
<i>P. leopardus</i>	6	Semilunar	Diario	H	G, P	SI	PR	SP	----	SR	Semilunar??
<i>P. areolatus</i>	7	Semilunar	Mareal	----	G, P	SI	PR	SP	SSFM	----	Semilunar?

ES, estructura social; G, grupo; H, harén; OF, organización para la fertilización; P, pares; EPL, estructura poblacional; PR, grupo de especies con una menor talla mínima de madurez y vida reproductiva; PK, grupo de especies con una mayor talla mínima de madurez y vida reproductiva; SXD, agrupamiento de acuerdo con la sexualidad y la composición sexual; SG, grupo de especies que son gonocóricas y presentaron un menor número de hembras por macho; SP, grupo de especies protogínica y presentaron un mayor número de hembras por macho; OVOG, agrupamiento de acuerdo con el tipo de ovogénesis, el ciclo de agregación y la fecundidad; SSFM, grupo de especies con ovogénesis sincrónica de grupo, ciclo de agregación semilunar y que tienden a presentar una menor fecundidad; LSFV, grupo de especies con ovogénesis sincrónica de grupo, ciclo de agregación lunar y que tienden a presentar una fecundidad mayor pero variable; LAFV, grupo de especies con ovogénesis asincrónica, ciclo lunar de agregación y que tienden a presentar una fecundidad mayor pero variable; DHUL, agrupamiento de acuerdo con el ciclo de agregación y el tamaño del huevo; ERG, estrategia reproductiva general (Semilunar, Fig. 8.1; Lunar, Fig. 8.2); ?, falta información; ??, incongruencias con el modelo; LK, grupo de especies que presentan un ciclo lunar de agregación y que tienden a presentar un diámetro de huevo mayor; SR, grupo de especies que presentan un ciclo semilunar de agregación y que tienden a presentar un diámetro de huevo menor.

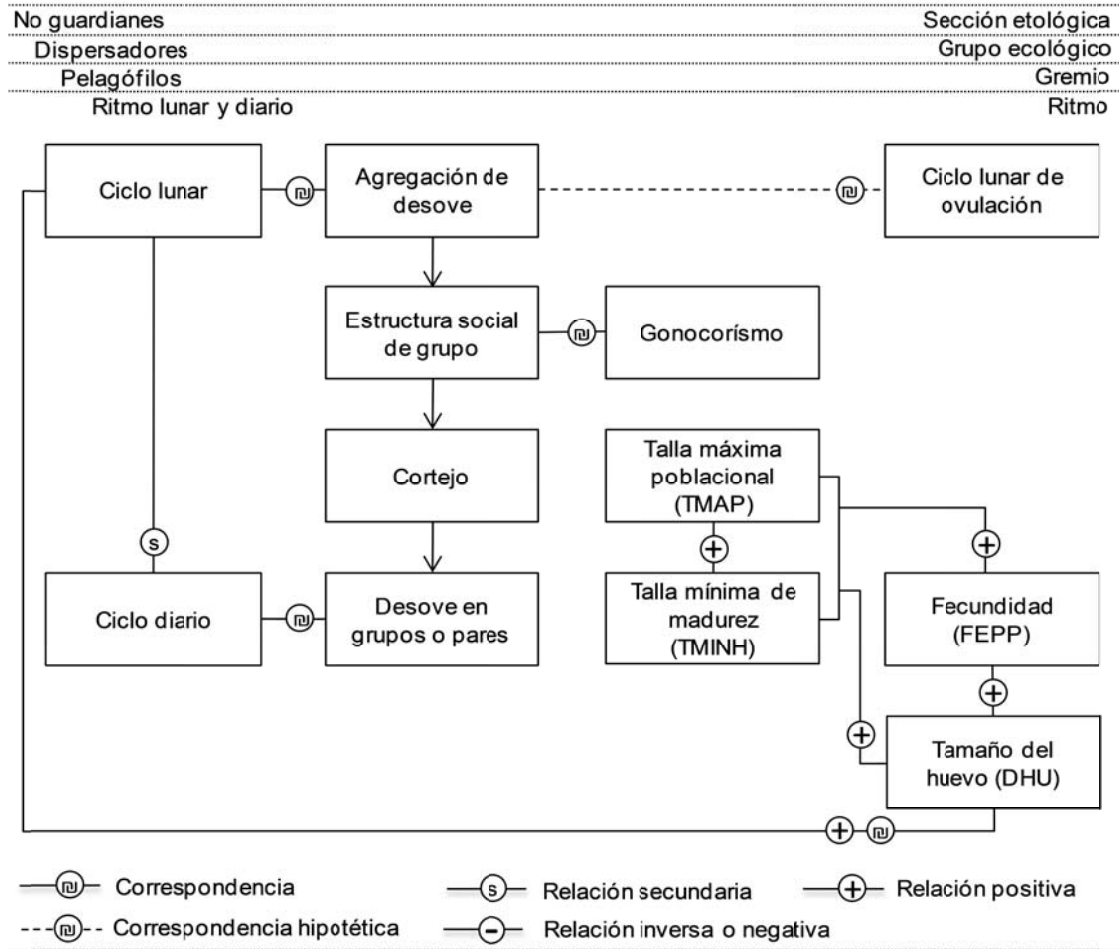


Figura 8.2. Modelo conceptual general de la estrategia reproductiva lunar en los agrupadores transitorios.

Las ERG semilunar y ERG lunar se proponen como comportamientos extremos de otras posibles estrategias reproductivas que se pudieran definir de acuerdo con los ritmos de desove. Por ejemplo *P. leopardus* tiende hacia una ERG semilunar, sin embargo discrepa con el modelo propuesto debido a que presenta un ciclo de desove diario, ubicándola en un punto intermedio entre las estrategias propuestas (Tabla 8.1). Por otra parte *E. itajara* se inclina por una ERG lunar, pero discrepa por la formación de harenes y el hermafroditismo protogínico (Tabla 8.1). Además es posible asociar la EGR semilunar como ancestral, si se considera que en los Epinephelidae la protoginia y el desove en pares se sugieren como condiciones ancestrales para el linaje (Erisman *et al.*, 2009); aunque para ello se deben hacer

estudios filogenéticos formales sobre el resto de los elementos del modelo y el resto de las familias que presentan ADTs (Winemiller & Rose, 1992).

El epinefélido *E. striatus* es el ejemplo más consistente de un agrupador transitorio (Domeier & Colin, 1997; Bolden, 2000; Sala *et al.*, 2001; Claro & Lindeman, 2003; Aguilar-Perera, 2006; Nemeth *et al.* 2006; Heyman & Kjerfve, 2008), cuyos procesos reproductivos se adecuaron a una ERG lunar, principalmente por presentar un ciclo lunar de agregación (alrededor de LL), desoves en el PTM, ES de grupo, OF en grupos y pares, y su condición gonocórica (Tabla 8.1), al igual que otras especies como los lutjánidos definidos únicamente con ADTs. El epinefélido *P. leopardus* presenta ADTs y ADRs, así como *E. polyphekadion* (Domeier & Colin, 1997; Hamilton *et al.*, 2004; Sadovy & Liu, 2004 en Sadovy de Mitcheson *et al.*, 2008), ambas tienen una fuerte inclinación por la ERG semilunar debido a que el ciclo de formación de sus agregaciones tiende a ser semilunar (Tabla 8.1), esto con base en el ACP sobre DLIAD de diferentes sitios de reproducción (sección 7.3.2.2). Por su parte la especie testigo *C. undulatus* forma ADRs y aunque el ACP señala que tiene una tendencia a presentar ciclos de agregación mensuales (similar a los ciclos de agregación lunar), estos están asociados a un periodo alrededor de la LN, y dicha fase estuvo más comúnmente asociada a las agregaciones semilunares. Además tiende a presentar un ciclo mareal de desove, ES de harén, OF en pares y otros rasgos que la asocian más con una ERG semilunar (Tabla 8.1). Las observaciones sobre estas especies sugieren la hipótesis de que los agrupadores exclusivamente transitorios presentan una ERG lunar y que los agrupadores que presentan tanto ADTs como ADRs presentan una ERG semilunar.

Cabe mencionar que aquellas especies con poca evidencia de la formación de ADTs, como los carángidos (Y. Sadovy, comentario personal) mostraron rasgos y patrones reproductivos similares a los reconocidos agrupadores transitorios (p. ej. *E. striatus*), de manera que cuando fueron considerados en los análisis estadísticos, estos peces quedaron dentro de las tendencias observadas, en las exploraciones donde se logró incluirlos con base en la disponibilidad de información. Los resultados sugieren que estas especies tienden hacia una ERG lunar, de acuerdo con los resultados de la sincronía lunar, sus desoves en el PTM, su sexualidad gonocórica,

su ES de grupo, su OF de pares y grupos, y la ausencia de reportes de territorialidad, principalmente.

Las especies testigo tampoco se lograron diferenciar de manera significativa durante las exploraciones de agrupamiento, ya que solo ahí fueron incluidas. Previamente se mencionó que la estrategia reproductiva de *C. undulatus* se asemeja a una ERG semilunar, aunque con algunas incongruencias (Tabla 8.1). El caso del mero rojo *E. morio* fue similar, ya que algunos de sus rasgos reproductivos se adecuan más a una ERG semilunar, p. ej. su ES de harén, su comportamiento territorial y su sexualidad protogínica. Es notable que tanto las especies testigo como aquellas que presentan los dos tipos de agregación (ADTs y ADRs) se inclinan más por una ERG semilunar, lo que sugiere la hipótesis de que los rasgos reproductivos involucrados en la ERG lunar podrían estar más intrínsecamente relacionados con las ADTs.

Cabe reiterar que el presente trabajo propone tendencias e hipótesis de las ERG que incluyen ADTs como una de sus tácticas reproductivas para el desove, ya que no se pueden determinar de manera estricta los patrones en los procesos reproductivos debido a que la reproducción de la mayoría de las especies ha sido pobremente estudiada para tal efecto.

Los resultados que se presentaron son un diagnóstico temprano de los procesos y rasgos reproductivos relacionados con las ADTs de manera integral, y marcan la existencia de diferentes ERG entre las especies estudiadas, posiblemente debido a la diversidad de tácticas para el desove, p. ej. especies que presentan ADTs de manera exclusiva para llevar a cabo el desove y especies que forman dos tipos de agregación (ADTs y ADRs). Se sugiere que futuras investigaciones utilicen criterios más estrictos y considerar o generar información novedosa que ayude a validar y mejorar los modelos propuestos, p. ej. estudiar a las especies que solo presenten ADTs, después escudriñar la reproducción de las especies que solo formen ADRs y llegar a futuras comparaciones.

Asimismo hay un campo de posibilidades para abordar investigaciones de otros modos reproductivos utilizando los tipos de agregación para el desove como criterios

de selección de especies, p. ej. peces guardianes, que anidan y que forman agrupaciones de desove como los balistidos *Balistoides viridescens* y *Pseudobalistes flavimarginatus* (Balon, 1990; Donaldson *et al.*, 2010).

Finalmente las tendencias encontradas hacen cuestionar algunas consideraciones en torno a los recursos pesqueros que forman ADTs. Por ejemplo se ha señalado que las poblaciones que presentan ADTs son más vulnerables ante disturbios como la pesca (Johannes *et al.*, 1999; Rhodes, 2003), debido a que su esfuerzo reproductivo es menos frecuente con respecto a las ADRs. El presente trabajo mostró que las especies con mayor frecuencia de agregación tienden a presentar un menor tamaño de huevo. Lo que hace pensar que la calidad de los huevos y el tamaño de las larvas podrían ser menores, y por lo tanto habría una mayor mortalidad durante la ontogenia inicial. Esto hace pensar que los huevos de las especies que presentan ADRs pueden tender a presentar un menor tamaño debido a que presentan una mayor frecuencia de desove con respecto a las especies con ERG lunar. Entonces la vulnerabilidad de las poblaciones es cuestionable en ese sentido, y lo que está ocurriendo es que las desventajas biológicas debido a un rasgo reproductivo, como el tamaño del huevo, son compensadas por ventajas en otros rasgos, como la frecuencia de desove (Kokita, 2004). En ese sentido la vulnerabilidad de las poblaciones que forman agrupaciones de desove puede no estar dependiendo de la frecuencia de desove, sino que podría depender de otros factores como la disponibilidad de alimento, la temperatura, la salinidad, el pH del agua, la alta probabilidad de sobre-maduración por estrés, factores genéticos como anomalías cromosómicas y otros que pueden afectar la calidad de los huevos (Brooks *et al.*, 1997). En esencia sería la supervivencia y la robustez de las hembras reproductoras.

9. CONCLUSIONES

La presente investigación exploró los procesos reproductivos de 78 teleósteos de 17 familias que forman agrupaciones de desove transitorias.

La utilización del concepto de las agrupaciones de desove transitorias como criterio de selección de especies fue útil para reducir la variabilidad reproductiva interespecifica.

La exploración integral a partir de las matrices binarias mostró variabilidad en los agrupamientos de las especies y pocas pudieron ser definidas con semejanza reproductiva: *L. cyanopterus*, *L. jocu* y *L. analis*; *E. striatus* y *M. bonaci*; *E. fuscoguttatus* y *E. itajara*; *M. tigris* y *C. undulatus*; *P. leopardus* y *P. areolatus*.

La exploración de los rasgos reproductivos elucidó procesos para modelar dos estrategias reproductivas que incluyen entre sus tácticas para el desove a las agrupaciones de desove transitorias, y fundamentadas en las frecuencias del desove y dentro del comportamiento de los peces pelagófilos, dispersadores y que carecen de cuidado parental.

La estrategia reproductiva semilunar caracterizó a agrupadores transitorios con un ciclo semilunar de agregación y desove, ciclo mareal del desove, un hipotético ritmo semilunar en la ovogénesis, dominancia por parte de un individuo (harén), hermafroditismo, cortejo, cambios de coloración, territorialidad y desove principalmente en pares pero también puede ocurrir en grupos.

La estrategia reproductiva lunar es característica de agrupadores transitorios con un ciclo lunar de agregación y desove, ciclo diario del desove, un hipotético ritmo lunar en la ovogénesis, gonocorismo, cortejo, cambios de coloración, desove principalmente en grupos pero también puede ocurrir en pares y tienden a presentar un huevo de mayor tamaño con respecto a la estrategia reproductiva semilunar.

Los rasgos reproductivos de las especies que presentaron un tipo de agregación diferente a las agrupaciones de desove transitorias se adecuaron más a una estrategia reproductiva semilunar.

Otros rasgos reproductivos como los cambios en la duración del periodo de desove, la profundidad de los sitios de desove, el tamaño de las agregaciones, las tallas y edades de madurez, y la vida reproductiva presentaron una estrecha relación con la distribución espacial y las condiciones ambientales como los regímenes de temperatura, o variaron de manera interespecífica con una lábil o ausente relación con las ERGs.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Adams, S. 2003. Morphological ontogeny of the gonad of three plectropomid species through sex differentiation and transition. *J. Fish Biol.*, 63:22-36.
- Agresti, A. 2002. *Categorical data analysis*. Second ed. Wiley Series in Probability, Florida, 710 p.
- Aguilar-Perera, A. & W. Aguilar-Dávila. 1996. A spawning aggregation of nassau grouper *Epinephelus striatus* (Pisces: Serranidae) in the Mexican Caribbean. *Environ. Biol. Fish.*, 45:351-361.
- Aguilar-Perera, A. 1994. Preliminary observations of the spawning aggregation of nassau grouper, *Epinephelus striatus*, at Mahahual, Quintana Roo, México, 112.122. En: *Proceedings of the 43rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Charleston, South Carolina, November 1994.
- Aguilar-Perera, A. 2006. Disappearance of a Nassau grouper spawning aggregation off the southern Mexican Caribbean coast. *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 327:289-296.
- Al-Ghais, S.M. 1993. Some aspects of the biology of *Siganus canaliculatus* in the southern Arabian Gulf. *B. Mar. Sci.*, 52(3):886-897.
- Alam, M.A. & M. Nakamura. 2008. Determination of sex and gonadal maturity in the honeycomb grouper, *Epinephelus merra*, through biopsy. *Aquacult. Int.*, 16:27-32.
- Allen, G.R. 1985. *FAO species catalogue: Vol. 6. Snappers of the world*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 208 p.
- Allman, R.J. & Ch.B. Grimes. 2002. Temporal and spatial dynamics of spawning, settlement, and growth of gray snapper (*Lutjanus griseus*) from the west Florida shelf as determined from otolith microstructures. *Fish. B-NOAA*, 100:391-403.
- Allman, R.J. & L.A. Goetz. 2009. Regional variation in the population structure of gray snapper, *Lutjanus griseus*, along the west Florida shelf. *B. Mar. Sci.*, 84(3):315-330.
- Ang, G., S. Alatorre, J. López-Andrade, I. Paiz, M. Mendoza, A. Ramos-Pluma, I. Vázquez, M. Rudoy, S. Giambruno, A. Bautista, S. Estrada, R. Arenzana & A. Rida (Eds). 1992. *Atlas Universal*. Reader's Digest México, S.A. de C.V., E.U.A., 239 p.

- Appeldoorn, R.S. & K.C. Lindeman. 2003. A Caribbean-wide survey of marine reserves: spatial coverage and attributes of effectiveness. *Gulf Caribb. Res.*, 14(2):139-154.
- Arreguín-Sánchez, F. & T.J. Pitcher. 1999. Catchability estimates and their application to the red grouper (*Epinephelus morio*) fishery of the Campeche Bank, Mexico. *Fish. B-NOAA*, 97:746-757.
- Arreguín-Sánchez, F., M. Contreras, V. Moreno, R. Valdés & R. Burgos. 1997. Biología y pesquería del mero (*Epinephelus morio*) del Banco de Campeche, México, 307-332. En: Flores-Hernández, D., P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo & F. Arreguín Sánchez (Eds) *Análisis y diagnóstico de los recursos pesqueros críticos del Golfo de México*. EPOMEX, Serie Científica 7, ___ p.
- Avala, M.N.R., M.L.L. Dólar & J.A. Luchavez. 1996. Natural spawning of four *Epinephelus* species reared in the laboratory, 65-77. En: Marte, C.L., G.F. Quinitio, A.C. Emata (Eds.) *Proceedings of the Seminar-Workshop on Breeding and Seed Production of Cultured Finfishes in the Philippines*. SEAFDEC/AQD, Iloilo, Philippines, 182 p.
- Badcock, R. 1995. Synchronous multispecific spawning on coral reefs: potential for hybridization and roles of gamete recognition. *Reprod. Fert. Develop.*, 7(4):943-950.
- Bagarinao, T. & T.E. Chua. 1986. Egg size and larval size among teleosts: implications to survival potential, 651-656. En: Maclean, J.L., L.B. Dizon & L.V. Hosillos (Eds.) *First Asian fisheries forum*. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, 727 p.
- Ballance, L.T., R.L. Pitman & P.C. Fiedler. 2006. Oceanographic influences on seabirds and cetaceans of the eastern tropical Pacific: A review. *Prog. Oceanogr.*, 69:360-390.
- Balon, E.K. 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32:821-864.
- Balon, E.K. 1981. Additions and amendments to the classification of reproductive styles in fishes. *Environ. Biol. Fish.*, 6:377-389.

- Balon, E.K. 1990. Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. *Guelph Ichthyol. Rev.*, 1:1-48.
- Belize Fisheries Department. 2005. Report on the spawning aggregation of multi-species at Caye Glory, Nicholas Caye, Rocky Point and SandBore (Belize). Report. Ministry of Agriculture and Fisheries, Belize, 47 p.
- Bolden, S. K. 2000. Long-distance movement of a Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) to a spawning aggregation in the central Bahamas. *Fish. B-NOAA*, 98:642-645.
- Braga de Sousa Junior, V., J.R. Feitosa-Silvia & R. De Salles. 2008. Ovarian analysis of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Actinopterygii: Lutjanidae), and considerations about its reproduction in Ceará State. *Arq. Cienc. Mar*, 41(1):90-97.
- Breder, Ch.M. Jr. & D.E. Rosen. 1966. *Modes of reproduction in fishes*. The Natural History Press, New York, 941 p.
- Bromage, N., M. Porter & C. Randall. 2001. The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, 197:63-98.
- Brooks, S., C.R. Tyler & J.P. Sumpter. 1997. Egg quality in fish: what makes a good egg?. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 7:387-416.
- Brulé, T. & T. Colás-Marrufo. 1997. Groupers exploitation on the southeast Gulf of Mexico: history and present, 173-214. En: *Proceedings of the 49th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Barbados, 554 p.
- Brulé, T., C. Déniel, T. Colás-Marrufo & M. Sánchez-Crespo. 1999. Red grouper reproduction in the southern Gulf of Mexico. *Transactions of the American Fisheries Society*, 128:385-402.
- Brulé, T., T. Colás-Marrufo, E. Pérez-Días & C. Déniel. _____. Biology, exploitation and management of groupers (Serranidae, Epinephelinae, Epinephelini) and snappers (Lutjanidae, Lutjaninae, Lutjanus) in the Gulf of Mexico. Report. 179 p.
- Brulé, T., T. Colás-Marrufo, X. Renán, A. Tuz-Sulub, E. Falfán-Vazquez, E. Pérez-Díaz & Christian Déniel. 2003. Bases biológicas para la explotación racional y la

- protección del recurso mero del Banco de Campeche. II Foro de Investigación de Mero *Epinephelus morio* en Yucatán, INP-CRIPY, Yucatán, No publicado.
- Bshary, R., W. Wickler & H. Fricke. 2002. Fish cognition: a primate's eye view. *Anim. Cogn.*, 5:1-13.
- Buesa, R.J. 1987. Growth rate of tropical demersal fishes. *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 36:191-199.
- Bullock, L.H., M.D. Murphy, M.F. Godcharles & M.E. Mitchell. 1992. Age, growth, and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. *Fish. B-NOAA*, 90:243-249.
- Burton, M.L., Brennan, K.J., Muñoz, R.C. & Parker, R.O.Jr. 2005. Preliminary evidence of increase spawning aggregations of mutton snapper (*Lutjanus analis*) at Riley's Hump two years after establishment of Tortugas South Ecological Reserve. *Fish. B-NOAA*, 103:404-410.
- Buxton, C.D. & P.A. Garratt. 1990. Alternative reproductive styles in seabreams (Pisces: Sparidae). *Environ. Biol. Fish.*, 28:113-124.
- Cabanban, A.S., Kulbicki, M., Fennesy, S., Heemstra, P.C. & Yeeting, B. 2008. *Cephalopholis miniata*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Cabrera-B., T., J. Rosas-C. & J. Millán-Q. 1997. Reproducción y desarrollo larvario del pargo dientón (*Lutjanus griseus* L. 1758) (Pisces: Lutjanidae) cultivado en cautiverio. *Caribb. J. Sci.*, 33(3-4):239-245.
- Calaveri-Gerhardinger, L., R. Carvalho-Marenzi, Á. Andrade-Bertoncini, R. Pereira-Medeiros & M. Hostim-Silva. 2006. Local Ecological Knowledge on the Goliath Grouper *Epinephelus itajara* (Teleostei: Serranidae) in Southern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.*, 4(4):441-450.
- Calaveri-Gerhardinger, L., R. Carvalho-Marenzi, Á. Andrade-Bertoncini, R. Pereira-Medeiros & M. Hostim-Silva. 2006. Local Ecological Knowledge on the Goliath Grouper *Epinephelus itajara* (Teleostei: Serranidae) in Southern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.*, 4(4):441-450.
- Calinski, T. & J. Harabasz. 1974. A dendrite method for cluster analysis. *Commun. Stat.*, 3(1):1-27.

- Carter, A., A. Williams, G. Russ & A. Tobin. _____. The effects of no-take zoning, region and year on reproductive output of the common coral trout, *Plectropomus leopardus*. Report. James Cook University, 9 p.
- Carter, J. & D. Perrine. 1994. A spawning aggregation of dog snapper, *Lutjanus jocu* (Pisces: Lutjanidae) in Belize, Central America. *B. Mar. Sci.*, 55(1):228-234.
- Carter, J., G.J. Marrow & V. Pryor. 1994. Aspects of the ecology and reproduction of nassau grouper, *Epinephelus striatus*, off the coast of Belize, Central America, 65-111. En: *Proceedings of the 43rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Charleston, South Carolina, ____ p.
- Cayetano, B.J. & R.R. Honebrink. 2000. A review of the biology of the family Carangidae, with emphasis on species found in Hawaiian waters. DAR Technical Report 20-01. Department of Land and Natural Resources, Hawaii. 37 p.
- Chan Tak-Chuen, T. & Padovani Ferrera, B. 2006. *Epinephelus itajara*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Choat, J.H., Sadovy, Y., Craig, M.T., Ferreira, B. & Rocha, L. 2008. *Plectropomus maculatus*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Clarke, T.A. & L.A. Privitera. 1995. Reproductive biology of two hawaiian pelagic carangid fishes, the bigeye scad, *Selar crumenophthalmus*, and the round scad, *Decapturus macarellus*. *B. Mar. Sci.*, 56(1):33-47.
- Claro, R. & K.C. Lindeman. 2008. *Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental*. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, Cuba, 472 p.
- Claro, R. & Lindeman, K.C. 2003. Spawning aggregation sites of snapper and grouper species (Lutjanidae and Serranidae) on the insular shelf of Cuba. *Gulf Caribb. Res.*, 14(2): 91-106.
- Claydon, J. 2004. Spawning aggregations of coral reef fishes: characteristics, hypotheses, threats and management. *Oceanogr. Mar. Biol.*, 42:265-302.
- Claydon, J.A.B. 2005. *The structure and dynamics of spawning aggregations of coral reef fish*. Doctor of Philosophy Dissertation. James Cook University, 198 p.

- Coleman, F.C., C.C. Koenig & L.A. Collins. 1996. Reproductive styles of shallow-water groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. *Environ. Biol. Fish.*, 47:129-141.
- Colin, P.L. & I.E. Clavijo. 1988. Spawning activity of fishes producing pelagic eggs on a shelf edge coral reef, southwester Puerto Rico. *B. Mar. Sci.*, 43(2):249-279.
- Colin, P.L. & L.J. Bell. 1991. Aspects of the spawning of labrid and scarid fishes (Pisces:Labroidei) at Enewetak Atoll, Marshall Islands with notes on other families. *Environ. Biol. Fish.*, 31:229-260.
- Colin, P.L. 1992. Reproduction of the nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Pisces: Serranidae) and its relationship to environmental conditions. *Environ. Biol. Fish.*, 34: 357-377.
- Colin, P.L. 1994. Preliminary investigations of reproductive activity of the jewfish, *Epinephelus itajara* (Pisces: Serranidae), 138-147. En: *Proceedings of the 43rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Charleston, South Carolina, ____ p.
- Colin, P.L. 2010. Aggregation and spawning of the humphead wrasse *Cheilinus undulatus* (Pisces: Labridae): general aspects of spawning behaviour. *J. Fish Biol.*, 76:987-1007.
- Colin, P.L. 2010. Spawning by camouflage grouper, *Epinephelus polyphekadion*, observed and documented in Palau for first time in wild. *SCRFA Newsletter*, 14:8.
- Colin, P.L. 2012. Timing and location of aggregation and spawning in reef fishes, 117-158. En: Sadovy de Mitcheson, Y. & P.L. Colin (Eds.) *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*. Fish & Fisheries Series 35, 621 p.
- Colin, P.L., D.Y. Shapiro & D. Weiler. 1987. Aspects of the reproduction of two groupers, *Epinephelus guttatus* and *E. striatus* in the west Indies. *B. Mar. Sci.*, 40(2):220-230.
- Collins, L.A., G.R. Fitzhugh, L. Mourand, L.A. Lombardi, W.T. Walling Jr., W.A. Fable Jr., M.R. Burnett & R.J. Allman. 2001. Preliminary results from a continuing study of spawning and fecundity in the red snapper (Lutjanidae: *Lutjanus*

- campechanus*) from the Gulf of Mexico, 1998-1999, 34-47. En: *Proceedings of the 52nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Key West, Florida, 766 p.
- Conover, D.O. 1992. Seasonality and the scheduling of life history at different latitudes. *J. Fish Biol.*, 41:161-178.
- Cornish, A. 2006. *Epinephelus malabaricus*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 14 April 2009.
- Crabtree, R.E. & L.H. Bullock. 1998. Age, growth, and reproduction of black grouper, *Mycteroperca bonaci*, in Florida waters. *Fish. B-NOAA*, 96(4):735-753.
- Craig, M.T. & P.A. Hastings. 2007. A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini. *Ichthyol. Res.*, 54:1–17.
- Craig, M.T. 2007. Preliminary observations on the life history of the white-streaked grouper, *Epinephelus ongus*, from Okinawa, Japan. *Ichthyol. Res.*, 54:81-84.
- Craig, M.T., D.J. Pondella, J.P.C. Franck & J.C. Hafner. 2001. On the status of the serranid fish genus *Epinephelus*: evidence for paraphyly based upon 16S rDNA sequence. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 19(1):121-130.
- Craig, P.C. 1998. Temporal spawning patterns of several surgeonfishes and wrasses in American Samoa. *Pac. Sci.*, 1:35-39.
- Cummings, N.J. 2004. The biology of yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus*, with emphasis on populations in the Caribbean. SEDAR-8 Data Workshop Report (DW) Doc-4, U.S., 28 p.
- Cummings, N.J. 2007. Important aspects of the life history of the yellowfin grouper, *Mycteroperca venenosa*, with emphasis on populations in the Caribbean. SEDAR-14 Data Workshop Report, 20 p.
- Currey, L.M., C.A. Simpfendorfer & A.J. Williams. 2010. Resilience of reef fish species on the Great Barrier Reef and in Torres Strait. Project Milestone Report to the Marine and Tropical Sciences Research Facility. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Cairns, 32 p.
- Cushing, D.H. 1975. *Marine ecology and fisheries*. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain, 278 p.

- Cushion, N.M. 2010. *Growth, reproductive life-history traits and energy allocation in Epinephelus guttatus (red hind), E. striatus (Nassau Grouper) and Mycteroperca venenosa (Yellowfin Grouper) (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae)*. Doctor of Philosophy Dissertation. Faculty of the University of Miami, 130 p.
- Daoulas, Ch., A.N. Economou, Th. Psarras & R. Barbieri-Tseliki. 1993. Reproductive strategies and early development of three freshwater gobies. *J. Fish Biol.*, 42:749-776.
- De La Gandara, F. & A. García-Gómez. 2004. Reproduction of *Seriola dumerili* in captivity: experiences and related problems. Centro Oceanográfico de Murcia, Instituto Español de Oceanografía, España, 4 p.
- Dierking, J., C. Birkeland & W. Walsh. 2003. Feeding biology of the introduced fish roi (*Cephalopholis argus*) in Hawai'i, and its impact on Hawaiian coral reef fishes and fisheries. NOAA Project Final Report. Grant number 6-52470. Hawai'i, 24 p.
- Doherty, P.J., A.J. Fowler, M.A. Samoilys & D.A. Harris. 1994. Monitoring the replenishment of coral trout (Pisces: Serranidae) populations. *B. Mar. Sci.*, 54(1):343-355.
- Domeier, M.L. & P.L. Colin. 1997. Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *B. Mar. Sci.*, 60(3):698-726.
- Domjan, M. 1992. Adult learning and mate choice: possibilities and experimental evidence. *Amer. Zool.*, 32:48-61.
- Donaldson, T.J. 1995. Courtship and spawning behavior of the pygmy grouper, *Cephalopholis spiloparaea* (Serranidae: Epinephelinae), with notes on *C. argus* and *C. urodeta*. *Environ. Biol. Fish.*, 43:363-370.
- Donaldson, T.J. 1995. Courtship and spawning of nine species of wrasses (Labridae) from the western Pacific. *Japan J. Ichthyol.*, 42(3/4):311-319.
- Donaldson, T.J., R.F. Zachary & K.A. Chop. 2010. Spawning aggregations of two nesting triggerfishes (Balistidae), 280-281. En: *Proceedings of the 62nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Cumana, 579 p.
- Ebisawa, A. & T. Ozawa. 2009. Life-history traits of eight *Lethrinus* species from two local populations in waters off the Ryukyu Islands. *Fish. Sci.*, 75:553-566.

- Ebisawa, A. 2006. Reproductive and sexual characteristics in five *Lethrinus* species in waters off the Ryukyu Islands. *Ichthyol. Res.*, 53:269-280.
- Economou, A.N. 1991. Is dispersal of fish eggs, embryos and larvae an insurance against density dependence?. *Environ. Biol. Fish.*, 31:313-321.
- Erisman, B.E., M.T. Craig & P.A. Hasting. 2009. A phylogenetic test of the size-advantage model: evolutionary changes in mating behavior influence the loss of sex change in a fish lineage. *The American Naturalist*, 174(3):83-99.
- Ferreira, B.P. 1993. Reproduction of the inshore coral trout *Plectropomus maculatus* (Perciformes: Serranidae) from the central Great Barrier Reef, Australia. *J. Fish Biol.*, 42(6):831-844.
- Ferreira-Teixeira, S., B. Padovani-Ferreira & I. Pereira-Padovan. 2004. Aspects of fishing and reproduction of the black grouper *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1860) (Serranidae: Epinephelinae) in the Northeastern Brazil. *Neotrop. Ichthyol.*, 2(1):19-30.
- Figuerola, M., D. Matos-Caraballo & W. Torres. 1997. Maturation and reproductive seasonality of four reef fish species in Puerto Rico, 938-968. En: *Proceedings 50th of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Mérida, 1161 p.
- Finucane, J.H., L.A. Collins, H.A. Brusher & C.H. Saloman. 1986. Reproductive biology of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, from the southeastern United States. *Fish. B-NOAA*, 84(4):841-850.
- Fitzhugh, G., C. Fioramonti, W. Walling, M. Gamby, H. Lyon, D. Devries & M. Ortiz. 2009. Batch fecundity and an attempt to estimate spawning frequency of king mackerel (*Scomberomorus cavalla*) in U.S. waters. En: *Proceedings of the 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Gosier, Guadeloupe, 567 p.
- Fitzhugh, G.R., H.M. Lyon, W.T. Walling, C.F. Levins & L.A. Lombardi-Carlson. 2006. An update of Gulf of Mexico red grouper reproductive data and parameters for SEDAR 12. Report. National Marine Fisheries Service, Southeast Fisheries Science Center, United States of America, 18 p.
- Francis, M.P. 1994. Duration of larval and spawning periods in *Pagrus auratus* (Sparidae) determined from otolith daily increments. *Environ. Biol. Fish.*, 39:137-152.

- Freeberg, T.M. 2000. Culture and courtship in vertebrates: a review of social learning and transmission of courtship systems and mating patterns. *Behavioural Processes*, 51:177-192.
- Frisch, A. J., M. I. McCormick and N. W. Pankhurst. 2007. Reproductive periodicity and steroid hormone profiles in the sex-changing coral-reef fish, *Plectropomus leopardus*. Report. *Coral Reefs*, 26:189–197.
- Frish, A. & L. Van-Herwerden. 2006. Field and experimental studies of hybridization between coral trouts, *Plectropomus leopardus* and *Plectropomus maculatus* (Serranidae), on the Great Barrier Reef, Australia. *J. Fish Biol.*, 68:1013-1025.
- Froese, R. & D. Pauly (Eds.) 2009. FishBase. World Wide Web electronic publication. URL: www.fishbase.org.
- García-Cagide, A., R. Claro & B.V. Koshelev. 1994. Reproducción. 187-262. Claro, R., G. Bustamante, J.P. García-Arteaga, A. García-Cagide, L.M. Sierra, E. Valdés-Muñoz, B.V. Koshelev, A.D. Mochek, M.I. Shatunovsky, Y.S. Reshetnikov, O.A. Popova & J.A. Baisre (Eds.) *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Centro de Investigaciones Biológicas de Quintana Roo (CIQRO), Quintana Roo, 545p.
- Gerhardinger L.C., A.A. Bertoncini & M. Hostim-Silva. 2006. Local ecological knowleged and goliath grouper spawning aggregations in the south Atlantic ocean: goliath grouper spawning aggregations in Brazil. *SPC Traditional Marine Resourse Management and Knowledge Information Bulletin*, 20:33-34.
- Gilmore, R.G. & R.S., Jones, 1992. Color variation and associated behavior in the Epinepheline groupers, *Mycteroperca microlepis* (Goode and Bean) and *M. phenax* Jordan and swain. *B. Mar. Sci.*, 51(1):83-103.
- Giménez-Hurtado, E., V. Moreno C. García, R. Burgos-Rosas & S. A. Chioldes. 2003. Reproducción y fecundidad de la cherna americana (*Epinephelus morio*) en el Banco de Campeche, México. *Oceanides*, 18(1):13-21.
- Giménez-Hurtado, E.G. 2005. *Análisis de la pesca del mero Epinephelus morio (Serranidae: Pisces, Valenciennes 1928) en el Banco de Campeche*. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. México. 93 p.

- Gómez, G., R. Guzmán & R. Chacón. 2001. Parámetros reproductivos y poblacionales de *Lutjanus synagris* en el Golfo de Paria, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 19(3):335-357.
- González-Y-De-La-Rosa, M.E. & C. Ré-Regis. 2001. Aspectos de la reproducción de *Lutjanus Campechanus* en Campeche, México. *Ciencia Pesquera*, 15:141-146.
- Grabowski, T.B. & J.J. Isely. 2007. Spatial and temporal segregation of spawning habitat by catostomids in the Savannah River, Georgia and South Carolina, U.S.A. *J. Fish Biol.*, 70:782-798.
- Graham, R.T. & D.W. Castellanos. 2005. Courtship and spawning behaviors of carangid species in Belize. *Fish. B-NOAA*, 103(2): 426-432.
- Graham, R.T., R. Carcamo, K.L. Rhodes, C.M. Roberts & N. Requena. 2008. Historical and contemporary evidence of mutton snapper (*Lutjanus analis* Cuvier, 1828) spawning aggregation fishery in decline. *Coral Reef*, 27:311-319.
- Grandcourt, E., T. Al Abdessalaam, F. Francis & A. Al Shamsi. 2007. Population biology and assessment of the white-spotted spinefoot, *Siganus canaliculatus* (Park, 1797), in the southern Arabian Gulf. *J. Appl. Ichthyol.*, 23: 53–59.
- Grimes, C.B. 1987. Reproductive biology of the Lutjanidae: A review. 239-294. Polovina, J.J. & S. Ralston (Eds.) *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 659 p.
- Grimes, C.B., J.H. Finucane, L.A. Collins & D.A. DeVries. 1990. Young king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, in the Gulf of Mexico, a summary of the distribution and occurrence of larvae and juveniles, and spawning dates for mexican juveniles. *B. Mar. Sci.*, 46(3):640-654.
- Growns, 2004. A numerical classification of reproductive guilds of the freshwater fishes of south-eastern Australia and their application to river management. *Fisheries Manag. Ecol.*, 11:369–377.
- Gundermann, N., D.M. Popper & T. Lichatowich. 1983. Biology and life cycle of *Siganus vermiculatus* (Siganidae, Pisces). *Pac. Sci.*, 37(2):165-180.
- Hamilton, R. 2003. A report on the current status of exploited reef fish aggregations in the Solomon Islands and Papua New Guinea – Choiseul, Ysabel, Bougainville

- and Manus Provinces. Report. Consultant for the Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations, 52 p.
- Hamilton, R.J. 2005. Indigenous ecological knowledge (IEK) of the aggregating and nocturnal spawning behaviour of the longfin emperor, *Lethrinus erythropterus*. *SPC Traditional Marine Resource Management and Knowledge Information Bulletin*, 18: 9-17.
- Hamilton, R.J., M. Matawai & T. Potuku. 2004. Spawning aggregations of coral reef fish in New Ireland and Manus Provinces, Papua New Guinea: Local knowledge field survey report. Report No. 4/04 prepared for the Pacific Island Countries Coastal Marine Program, The Nature Conservancy. TNC Pacific Island Countries, 93 p.
- Hansen, J., M. Sato, R. Ruedy & K. Lo. 2005. Global temperature. URL: http://www.columbia.edu/~jeh1/2005/GlobalTemperatures_20051103.pdf.
- Hansen, J., R. Ruedy, M. Sato & K. Lo. 2010. Global surface temperature change. *Rev. Geophys.*, 48(RG4004):1-29.
- Harris, P.J. 2004. Age, growth, and reproduction of greater amberjack, *Seriola dumerili*, in the southwestern north Atlantic. Analytical Report. National Marine Fisheries Service (Southeast Fisheries Center) and the South Carolina Department of Natural Resources, USA, 35 p.
- Harris, P.J., D.M. Wyanski, D. Byron White & J.L. Moore. 2002. Age, growth, and reproduction of scamp, *Mycteroperca phenax*, in the southwestern north Atlantic, 1979-1997. *B. Mar. Sci.*, 70(1):113-132.
- Hashim, M.T. & A.A. Shakour. 1981. Age determination and growth studies of *Lethrinus mahsena* and *L. xanthochilus*. *Jed. Jour. Mar. Res.*, 1:657-667.
- Heemstra, P.C. & J.E. Randall. 1993. FAO species catalogue. Vol. 16. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). FAO Fisheries Synopsis, Rome, 382 p.
- Helfman, G.S., B.B. Collette & D.E. Facety. 1997. *The diversity of fishes*. Blackwell Science, Oxford, 528 p.

- Heupel, R.M., A.J. Williams, D.J. Welch, C.R. Davies, A. Penny, J.P. Kritzer, R.J. Marriott & B.D. Mapstone. 2010. Demographic characteristics of exploited tropical lutjanids: a comparative analysis. *Fish Bull.*, 108:420-432.
- Heyman, W. & N. Requena. 2003. Fish Spawning aggregation sites in the MBRS region: recommendations for monitoring and management. Final Report, No. 16. Conservation and Sustainable Use of the Mesoamerican Barrier Reef Systems Project, Belize, 81 p.
- Heyman, W. & N. Requena. 2002. Status of multi-species spawning aggregations in Belize. Report. The Nature Conservancy, Punta Gorda, Belize, 27 p.
- Heyman, W.D. 2001. Spawning aggregations in Belize. Report. Workshop "Towards a sustainable management of nassau groupers in Belize", 5 p.
- Heyman, W.D., B. Kjerfve, R.T. Graham, K.L. Rhodes & L. Garbutt. 2005. Spawning aggregations of *Lutjanus cyanopterus* (Cuvier) on the Belize Barrier Reef over a 6 year period. *J. Fish Biol.* 67:83-101.
- Heyman, W.D. & B. Kjerfve. 2008. Characterization of transient multi-species reef fish spawning aggregations at Gladden Spit, Belize. *B. Mar. Sci.*, 83(3):531-551.
- Hoque, M.M., A. Takemura, M. Matsuyama, S. Matsuura & K. Takano. 1999. Lunar spawning in *Siganus canaliculatus*. *J. Fish Biol.*, 55(6):1213-1222.
- Inagami, Y., T. Masumoto, N. Akiyama, H. Kono, M. Nakamura & K. Soyano. 2007. Characteristics of sex-maturation and spawning behavior in the population of Iriomote and Sesoko Island, Okinawa, in honeycomb grouper *Epinephelus merra*. En: 4th Japan-Korea, Korea-Japan Joint Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals and The 2007 Symposium of Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus, Nagasaki, Japan.
- Jagadis, I., B. Ignatius, D. Kandasami & Md.A. Khan. 2007. Natural spawning of honeycomb grouper *Epinephelus merra* Bloch under captive conditions. *J. Mar. Biol. Assoc. India*, 49(1):65-69.
- Jehangeer, M.I. 2003. Some population parameters of the goatfish, *Mulloidichthys vanicolensis* from the lagoon of Mauritius. En: Palomares, M.L.D., B. Samb, T. Diouf, J.M. Vakily & D. Pauly (Eds.) *Fish biodiversity: Local studies as basis for global inferences*. ACP-EU Fish. Res. Rep., 281 p.

- Johannes, R.E., L. Squire, T. Graham, Y. Sadovy & H. Renguul. 1999. Spawning aggregations of groupers (Serranidae) in Palau. *The Nature Conservancy Marine Research Series Publication*. 1:1-144 p.
- Johannes, R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environ. Biol. Fish.*, 3(1):65-84.
- Johannes, R.E., L. Squire & T. Graham. 1994. Developing a protocol for monitoring spawning aggregations of palauan serranids to facilitate the formulation and evaluation of strategies for their management. Report 94/28. Pacific Islands Forum Fisheries Agency, Honiara, Islas Salomón, 24 p.
- Juncker, M. & B. Granger. 2007. Principales zones de frai des poissons récifaux en Province Nord (Nouvelle-Calédonie). Phase 1: enquête de savoir écologique. Rapport du programme ZoNéCo, Nouméa, 108 p.
- Kadison, E., R.S. Nemeth, S. Herzlieb & J. Blondeau. 2006. Temporal and spatial dynamics of *Lutjanus cyanopterus* (Pisces: Lutjanidae) and *L. jocu* spawning aggregations in the United States Virgin Islands. *Rev. Biol. Trop.*, 54(3):69-78.
- Kamler, E. 2005. Parent–egg–progeny relationships in teleost fishes: an energetics perspective. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 15:399–421.
- Kline, R.J., I.A. Khan & G.J. Holt. 2011. Behavior, color change and time for sexual inversion in the protogynous grouper (*Epinephelus adscensionis*). *PLoS One*, 6(5):e19576.
- Kobayashi, Y., Y. Nakatuka, M. Ashraful-Alam, A. Shimizu & M. Nakamura. 2007. Role of the gonadotropin in the sex change of protogynous honeycomb grouper (*Epinephelus merra*). En: 4th Japan-Korea, Korea-Japan Joint Meeting on Reproductive Biology of Aquatic Animals and The 2007 Symposium of Tropical Biosphere Research Center, University of the Ryukyus. Nagasaki, Japan.
- Koenig, C.C. & F.C. Coleman. 2009. Population density, demographics, and predation effects of adult goliath grouper. Project NA05NMF4540045 (FSU Project No. 016604). MARFIN Project FINAL Report. National Oceanic and Atmospheric Administration. Florida State University Coastal and Marine Laboratory, St. Teresa, 80 p.

- Kulmiye, A.J., M.J. Ntiba & Kisia. 2002. Some aspects of the reproductive biology of the thumbprint emperor, *Lethrinus harak* (Forsskål, 1775), in Kenyan coastal waters. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.*, 1(2):135-144.
- Leba, H. 2008. Reproductive biology of three Hawaiian goatfishes. Presentación, 20 p.
- Lee, Y.D., S.H. Park, A. Takemura & K. Takano. 2002. Histological observations of seasonal reproductive and lunar-related spawning cycles in the female honeycomb grouper *Epinephelus merra* in Okinawan waters. *Fish. Sci.*, 68(4):872-877.
- Leis, J.M. & D.J. Bray. 1995. Larval development in the lutjanid subfamily paradicichthyinae (Pisces): the genera *Symphorus* and *Symphorichthys*. *Bull. Mar. Sci.*, 56(2):418-433.
- Leis, J.M. 1987. Review of the early life history of tropical groupers (Serranidae) and snappers (Lutjanidae). 189-237. En: Polovina, J.J. & S. Ralston (Eds) *Tropical snappers and groupers: Biology and fisheries management*. Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 659 p.
- Lindeman, K.C., R. Pugliese, G.T. Waugh & J.S. Ault. 2000. Developmental patterns within a multispecies reef fishery: management applications for essential fish habitats and protected areas. *B. Mar. Sci.* 66(3): 929-956.
- Lindholm, J., A. Knigth, L. Kaufman & S. Miller. 2006. A pilot study of hogfish (*Lachnolaimus maximus* Walbaum 1792) movement in the Conch Reef Research Only Area (Northern Florida Keys National Marine Sanctuary). Marine Sanctuaries Conservation Series NMSP-06-06. Maryland, 14 p.
- Longenecker, K. & R. Langston. 2008. Life history compendium of exploited Hawaiian fishes. Fisheries Local Action Strategy and Division of Aquatic Resources. Hawaii, 61 p.
- López-Rocha, J.A. & F. Arreguín-Sánchez. 2008. Spatial distribution of red grouper *Epinephelus morio* (Serranidae) catchability on the Campeche Bank of Mexico. *J. Appl. Ichthyol.*, 24:282-289.

- Loubens, G. 1980. Biologie de quelques espèces de poissons du lagon néo-caledonien. II. Sexualité et reproduction, 41-72. En: *Cahiers de L'Indo-pacifique*. Vol. 2, No. 1. Fondation Singer-Polignac, Paris, ____ p.
- Lowe-McConnell, R.H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. Cambridge tropical biology series, New York, 382 p.
- Luckhurst, B.E., J. Hateley & T. Trott. 2006. Estimation of size of spawning aggregations of Red Hind (*Epinephelus guttatus*) using a tag-recapture methodology at Bermuda, 535-542. En: *Proceedings of 57th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. St. Petersburg, Florida, 1048 p.
- Luckhurst, B.E., J.M. Dean & M. Reichert. 2000. Age, growth and reproduction of the lane snapper *Lutjanus synagris* (Pisces: Lutjanidae) at Bermuda. *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 203:255-261.
- Mann D.A., J.V. Locascio, F.C. Coleman & C.C. Koenig. 2009. Goliath grouper *Epinephelus itajara* sound production and movement patterns on aggregation sites. *Endang. Spe. Res.*, 7:229-236.
- Manson A.H., Y. Luo & C. Meek. 2002. Global distributions of diurnal and semi-diurnal tides: observations from HRDI-UARS of the MLT region. *Ann. Geophys.*, 20:1877-1890.
- Mapleston, A., L.M. Currey, A.J. Williams, R. Pears, C.A. Simpfendorfer, A.L. Penny, A. Tobin & D. Welch. 2009. Comparative biology of key inter-reefal serranid species on the Great Barrier Reef. Project Milestone Report to the Marine and Tropical Sciences Research Facility. Reef and Rainforest Research Centre Limited, Cairns, 55 p.
- Martinez-Andrade, F. 2003. *A comparison of life histories and ecological aspects among snappers (Pisces: Lutjanidae)*. Doctor of Philosophy Dissertation. Faculty of the Louisiana State University and Agricultural and Mechanical College, 194 p.
- Matos-Caraballo, D., J.M. Posada & B.E. Luckhurst. 2006. Fishery-dependent evaluation of a spawning aggregation of tiger grouper (*Mycteroperca tigris*) at Vieques Island, Puerto Rico. *B. Mar. Sci.* 79(1): 1-16.

- McBride, R., M. Johnson, L. Bullock & F. Stengard. 2001. Preliminary observations on the sexual development of hogfish, *Lachnolaimus maximus* (Pisces: Labridae), 98-102. En: *Proceedings of the 52nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Key West, Florida, 766 p.
- McBride, R.S. & K.A. McKown. 2000. Consequences of dispersal of subtropically spawned crevalle jacks, *Caranx hippos*, to temperate estuaries. *Fish. B-NOAA*, 98(3):528-538.
- McBride, R.S. & M.R. Johnson. 2007. Sexual development and reproductive seasonality of hogfish (Labridae: *Lachnolaimus maximus*), and hermaphroditic reef fish. *J. Fish Biol.*, 71:1270-1292.
- McBride, R.S., P.E. Thurman & L.H. Bullock. 2008. Regional variations of hogfish (*Lachnolaimus maximus*) life history: consequences for spawning biomass and egg production models. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 41:1–12.
- McCullagh, P. & J.A. Nelder. 1989. *Generalized linear models*. 2da Ed. Chapman and Hall, London, 511 p.
- McGovern, J.C., D.M. Wyanski & O. Pashuk. 1998. Changes in the sex ratio and size at maturity of gag, *Mytheroperca microlepis*, from the Atlantic coast of the southeastern United States during 1976-1995. *Fish. B-NOAA*, 96(4):797-807.
- Ming-Yih, L., C. I-Hui & F. Lee-Shing. 2003. Natural spawning and rearing of mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*, larvae in captivity. *Isr. J. Aquacult.*, 55(1):22-30.
- Molloy, P.P., N.B. Goodwin, I.M. Côté, J.D. Reynolds & M.J.G. Gage. 2007. Sperm competition and sex change: a comparative analysis across fishes. *J. Compil.*, 640-652.
- Mommsen, T.P. 1998. Growth and metabolism, 65-97. En: Evans, D.H. (Ed.) *The physiology of fishes*. Second ed. CRC marine science series, Florida, 519 p.
- Morley, D. 2010. Protecting mutton spawning aggregations in the Dry Tortugas. *SCRFA Newsletter*, 14:5.
- Morrison-Cassie, R. 1956. Spawning of the Snapper, *Chrysophrys auratus* Forster in the Hauraki Gulf. *T. Roy. Soc. NZ.*, 84:309-328.

- Munro, A.D., A.P. Scott & T.J. Lam (Eds) 1990. *Reproductive seasonality in Teleost: Environmental influences*. CRC Press, Inc., Florida, 254 p.
- Murua, H. & F. Saborido-Rey. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the north Atlantic. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 33:23-31.
- Nakamura, Y., T. Shibuno, N. Suzuki, J. Nakamori, K. Kanashiro & Y. Watanabe. 2010. Interspecific variations in age and size at settlement of 8 emperor fishes (Lethrinidae) at the southern Ryukyu Islands, Japan. *Fish. Sci.*, 76:503-510.
- Nanami, A. K. Okuzawa, H. Yamada, N. Suzuki & Y. Aonuma. 2010. Reproductive activity in the checkered snapper, *Lutjanus decussatus*, off Ishigaki Island, Okinawa. *Ichthyol. Res.*, 57(3):314-318.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. Fourth ed. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 601p.
- Nemeth, R.S., J. Blondeau, S. Herzlieb & E. Kadison. 2007. Spatial and temporal patterns of movement and migration at spawning aggregations of red hind, *Epinephelus guttatus*, in the U.S. Virgin Islands. *Environ. Biol. Fish.* 78:365-381.
- Nemeth, R.S., E. Kadison, S. Herzlieb, J. Blondeau & E.A. Whiteman. 2006. Status of a yellowfin (*Mycteroperca venenosa*) grouper spawning aggregation in the US Virgin Islands with notes on other species, 543-558. En: *Proceedings of the 57th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. St. Petersburg, Florida, 1048 p.
- Nordlie, F.G. 2000. Patterns of reproduction and development of selected resident teleosts of Florida salt marshes. *Hydrobiologia*, 434:165–182.
- Page, M. 1998. The biology, community structure, growth and artisanal catch of parrotfishes of American Samoa. Report of Department of Marine & Wildlife Resources, American Samoa, 91 p.
- Palazón-Fernandez, J.L. 2007. Reproduction of the white grunt, *Haemulon plumieri* (Lacépède, 1802) (Pisces: Haemulidae) from Margarita Island, Venezuela. *Sci. Mar.*, 71(3):429-440.
- Pankhurst, N.W. & M.J.R. Porter. 2003. Cold and dark or warm and light: variations on the theme of environmental control of reproduction. *Fish Physiol. Biochem.*, 28:385-389.

- Papanikos, N., R.P. Phelps, D.A. Davis, A. Ferry & D. Maus. 2008. Spontaneous spawning of captive red snapper, *Lutjanus campechanus*, and dietary lipid effect on reproductive performance. *J. World Aquacult. Soc.*, 39(3):324-338.
- Paugy, D. 2002. Reproductive strategies of fishes in a tropical temporary stream of the Upper Senegal bass. En: Baoulé River in Mali. *Aquat. Living Resour.*, 15:25-35.
- Paz, G.E. & T. Grimshaw. 2001. Status report on nassau groupers for Belize, central America. A Scientific Report of the Green Reef Environmental Institute, Belize, 20 p.
- Pears, R.J., J.H. Choat, B.D. Mapstone & G.A. Begg. 2006. Demography of a large grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*, from Australia's Great Barrier Reef: implications for fishery management. *Mar. Ecol-Prog Ser.* 307: 259-272.
- Pears, R.J., J.H. Choat, B.D. Mapstone & G.A. Begg. 2007. Reproductive biology of a large, aggregation-spawning serranid, *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskål): management implications. *J. Fish Biol.*, 71:795-817.
- Pet, J.S., P.J. Mous, A.H. Muljadi, Y. Sadovy & L. Squire. 2005. Aggregations of *Plectropomus areolatus* and *Epinephelus fuscoguttatus* (groupers, Serranidae) in the Komodo National Park, Indonesia: monitoring and implications for management. *Environ. Biol. Fish.* 74: 209-218.
- Pet, J.S. & A.H. Muljadi. 2001. Spawning and aggregations of groupers (Serranidae) and Napoleon wrasse (Labridae) in the Komodo National Park. Monitoring Report. TNC Coastal and Marine Conservation Center, Bali, and TNC Komodo Field Office, Labuan Bajo, 26 p.
- Platania, S.P. & C.S. Altenbach. 1998. Reproductive strategies and egg types of seven Rio Grande Basin cyprinids. *Copeia*, 3:559-569.
- Pollock, B.R. 1984. Relations between migration, reproduction and nutrition in yellowfin bream *Acanthopagrus australis*. *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 19:17-23.
- Renán, X., T. Brulé, T. Colás-Marrufo, Y. Hauyon & C. Déniel. 2001. Preliminary results on the reproductive cycle of the black grouper, *Mycteroperca bonaci*, from the southern Gulf of Mexico, 1-14. En: *Proceedings of the 52nd Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Key West, Florida, 766 p.

- Rhodes, K.L. 2003. Spawning aggregation survey in the Federated States of Micronesia. Report. Western Pacific Fisher Survey Series: Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations, Federated States of Micronesia, 35 p.
- Rhodes, K.L., E. Joseph, D. Mathias, S. Malakai, W. Kostka & D. David. 2005. Reef fish spawning aggregation monitoring in Pohnpei, Federated States of Micronesia, in response to local management needs. *SPC Live Reef Fish Information Bulletin*, 14: 20-24.
- Rhodes, K., B. Russell, D. Pollard, M. Kulbicki, P.C. Heemstra & Samoilys, M. 2008. *Epinephelus corallicola*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Rhodes, K.L. & M.H. Tupper. 2007. A preliminary market-based analysis of the Pohnpei, Micronesia, grouper (Serranidae: Epinephelinae) fishery reveals unsustainable fishing practices. *Coral Reefs*, 26:335-344.
- Rhodes, K.L. & Y. Sadovy. 2002. Temporal and spatial trends in spawning aggregations of camouflage grouper, *Epinephelus polyphekadion*, in Pohnpei Micronesia. *Environ. Biol. Fish.*, 63:27-39.
- Rhodes, K.L. & Y. Sadovy. 2002b. Reproduction in the camouflage grouper (Pisces: Serranidae) in Pohnpei, Federate States of Micronesia. *B. Mar. Sci.*, 70(3):851-869.
- Robaina, G. & J.J. Salaya. 1993. Crecimiento, sobrevivencia, tasa de conversión y eficiencia alimentaria de la paguara *Chaetodipterus faber* (Pisces: Ehippidae) bajo diferentes dietas. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín*, 2:69-76.
- Robertson, D.R. 1972. Social control of sex reversal in a coral-reef fish. *Science*, 177(4053):1007-1009.
- Robertson, D.R. 1991. The role of adult biology in the timing of spawning of tropical reef fishes, 356-386. En: Sale, P.E. (Ed.) *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press. San Diego, 754 p.
- Robertson, D.R., C.W. Petersen & J.D. Brawn. 1990. Lunar reproductive cycles of benthic-brooding reef fishes: reflections of larval biology or adult biology?. *Ecol. Monogr.*, 60(3):311-329.

- Robinson, J., M. Isidore, M. A. Marguerite, M. C. Öhman & R. J. Payet. 2004. Spatial and temporal distribution of reef fish spawning aggregations in the Seychelles – An interview-based survey of artisanal fishers. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.*, 3(1):63–69.
- Robinson, J., M. Samoilys & P. Kimani. 2008. Reef fish spawning aggregations in the western Indian Ocean: Current knowledge and implications for management. Report. Seychelles Fishing Authority, Fishing Port, Mahé, Seychelles and CORDIO East Africa, Mombasa, 276 p.
- Robinson, J., R. Aumeeruddy, T.L. Jörgensen & M.C. Öhman. 2008. Dynamics of camouflage (*Epinephelus polyphekadion*) and brown marbled grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*) spawning aggregations at a remote reef site, Seychelles. *B. Mar. Sci.*, 83(2):415-431.
- Rocha, L., B. Ferreira, J.H. Choat, M.T. Craig, Y. Sadovy & A.A. Bertoncini. 2008. *Epinephelus adscensionis*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Rocha, L., J.C. McGovern, M.T. Craig, J.H. Choat, B. Ferreira, A.A. Bertoncini & M. Craig. 2008. *Mycteroperca phenax*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Ruiz-Carus, R. 2002. Chromosome analysis of the sexual phases of the protogynous hermaphrodites *Epinephelus guttatus* and *Thalassoma bifasciatum* (Serranidae and Labridae; Teleostei). *Caribb. J. Sci.*, 38(1-2):44-51.
- Russell, B. 2004. *Cheilinus undulatus*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Russell, B., P.C. Heemstra, D. Pollard, S. Fennesy, M. Kulbicki & A.S. Cabanban. 2008. *Epinephelus ongus*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Russell, M. 2001. Spawning aggregations of reef fishes on the Great Barrier Reef: implications for management. Report. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Australia, 37 p.

- Sabetian, A. 2003. The association of physical and environmental factors with abundance and distribution patterns of groupers around Kolombangara Island, Solomon Islands. *Environ. Biol. Fish.*, 68: 93–99.
- Sabetian, A. 2010. *Parrotfish fisheries and population dynamics: a case-study from Solomon Islands*. Doctor of Philosophy Dissertation. James Cook University, 246 p.
- Sadovy de Mitcheson, Y., M. Liu & S. Suharti. 2010. Gonadal development in a giant threatened reef fish, the humphead wrasse *Cheilinus undulatus*, and its relationship to international trade. *J. Fish Biol.*, 77: 706-718
- Sadovy, Y. & A.M. Eklund. 1999. Synopsis of biological data on the nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch, 1972), and the jewfish, *E. itajara* (Lichtenstein, 1822). NOAA Technical Report NMFS 146, 68 p.
- Sadovy, Y. & K.P. Severin. 1994. Elemental patterns in red hind (*Epinephelus guttatus*) otoliths from Bermuda and Puerto Rico reflect growth rate, not temperature. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51:133-141.
- Sadovy, Y. & M. Liu. 2004. Report on the current status and exploitation history of reef fish spawning aggregations in eastern Indonesia. Report. Western Pacific Fisher Survey Series: Society for the Conservation of Reef Aggregations, 41 p.
- Sadovy, Y. & P.L. Colin. 1995. Sexual development and sexuality in the Nassau grouper. *J. Fish Biol.*, 46(6):961-976.
- Sadovy, Y. 1993. The nassau grouper, endangered or just unlucky?. *Reef Encounter*, 3.
- Sadovy, Y. 2007. Report on current status and exploitation history of reef fish spawning aggregations in Palau. Report. Western Pacific Fishery Survey Series: Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations and Palau Conservation Society, 40 p.
- Sadovy, Y., A. Rosario & A. Román. 1994. Reproduction in an aggregating grouper, the red hind, *Epinephelus guttatus*. *Environ. Biol. Fish.*, 41: 269-286.
- Sadovy, Y., M. Kulbicki, P. Labrosse, Y. Letourneur, P. Lokani & T.J. Donaldson. 2003. The humphead wrasse, *Cheilinus undulatus*: synopsis of a threatened and poorly known giant coral reef fish. *Rev. Fish Biol. Fisher.* 13:327-364.

- Sala, E., E. Ballesteros & R.M. Starr. 2001. Rapid decline of Nassau grouper spawning aggregations in Belize: fishery management and conservation needs. *Fisheries*, 26(10): 23-30.
- Samoilys, M.A. & L.C. Squire. 1994. Preliminary observations on the spawning behavior of coral trout, *Plectropomus leopardus* (Pisces: Serranidae), on the Great Barrier Reef. *B. Mar. Sci.*, 54(1):332-342.
- Samoilys, M., Rocha, L. & Choat, J.H. 2008. *Epinephelus multinotatus*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 14 April 2009.
- Samoilys, M.A. 1997. Periodicity of spawning aggregations of coral trout *Plectropomus leopardus* (Pisces: Serranidae) on the northern Great Barrier Reef. *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 160:149-159.
- Sánchez-Cárdenas, R., B.P. Ceballos-Vázquez, M. Arellano-Martínez, M.C. Valdez-Pineda & R.E. Morán-Angulo. 2007. Reproductive aspects of *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) inhabiting the Mazatlan coast, Sinaloa, México. *Rev. Biol. Mar. Oceanog.*, 42(3):385-392.
- Sánchez-Cárdenas, R., M. Arellano-Martínez, M.C. Valdez-Pineda, R.E. Morán-Angulo & B.P. Ceballos-Vázquez. 2011. Reproductive cycle and sexual maturity of *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontiformes, Tetraodontidae) from the coast of Mazatlan, Sinaloa, Mexico. *J. Appl. Ichthyol.*, 27(5):1190-1196.
- Sancho, G., Ch.W. Petersen & P.S. Lobel. 2000. Predator-prey relations at a spawning aggregation site of coral reef fishes. *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 203:275-288.
- Scott, S.G., J.R. Zeldis & N.W. Pankhurst. 1993. Evidence of daily spawning in natural populations of the New Zealand snapper *Pagrus auratus* (Sparidae). *Environ. Biol. Fish.*, 36:149-156.
- SCRFA Global Database. 2004. Spawning aggregation database of the Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations. World Wide Web electronic publication. URL: <http://www.scrfa.org>.

- Scribner, K.T., K.S. Page & M.L. Bartron. 2001. Hybridization in freshwater fishes: a review of case studies and cytonuclear methods of biological inference. *Rev. Fish Biol. Fisher.*, 10:293–323
- Sedberry, G.R., C.L. Cooksey, S.F. Crowe, J. Hyland, P.C. Jutte, C.M. Ralph & L.R. Sautter. 2004. Characterization of deep reef habitat off the southeastern U.S., with particular emphasis on discovery, exploration and description of reef fish spawning sites. South Carolina Department of Natural Resources, Marine Resources Research Institute, 76 p.
- Sedberry, G.R., O. Pashuk, D.M. Wyanski, J.A. Stephen & P. Weinbach. 2006. Spawning locations for Atlantic reef fishes off the southeastern U.S., 463-514. En: *Proceedings of the 57th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. St. Petersburg, Florida, 1048 p.
- Serrano, X.M. 2008. *Ecophysiology of the gray snapper Lutjanus griseus: salinity effects on abundance, physiology and behaviour*. Master of Science Dissertation. University of Miami, 85p.
- Shakeel, H. & H. Ahmed. 1997. Exploitation of reef resources: grouper and other food fishes, 117-135. En: Nickerson, D.J. & M.H. Maniku (Eds.) *Workshop on integrated reef resources management in the Maldives*. Bay of Bengal Programme, Madras, 312 p.
- Shapiro, D.Y. 1987. Reproduction in groupers, 295-326. Polovina, J.J. & S. Ralston (Eds.) *Tropical snappers and groupers: biology and fisheries management*. Westview Press, Inc. Boulder, Colorado, 659 p.
- Shapiro, D.Y., D.A. Hensley & R.S. Appeldoorn. 1988. Pelagic spawning and egg transport in coral-reef fishes: a skeptical overview. *Environ. Biol. Fish.*, 22(1):3-14.
- Shapiro, S.S. & M.B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4):591-611.
- Shaw, R.F. & D.L. Drullinger. 1990. Early-life-history profiles, seasonal abundance, and distribution of four species of carangid larvae off Louisiana, 1982 and 1983. NOAA Technical Report NMFS 89, U.S. 37 p.

- Shih, N.T., Y.H. Cai & I.H. Ni. 2009. A concept to protect fisheries recruits by seasonal closure during spawning periods for commercial fishes off Taiwan and the East China Sea. *J. Appl. Ichthyol.*, 25:676-685.
- Shiraishi, T., H. Tanaka, S. Ohshimo, H. Ishida & N. Morinaga. 2010. Age, growth and reproduction of two species of scad, *Decapterus macrosoma* and *D. macarellus* in the waters off southern Kyushu. *JARQ*, 44(2):197-206.
- Silvano, R.A.M., P.F.L. MacCord, R.V. Lima & A. Begossi. 2006. When does this fish spawn? Fishermen's local knowledge of migration and reproduction of Brazilian coastal fishes. *Environ. Biol. Fish.*, 76(2-4): 371-386.
- Sluka, R.D. 2000. Grouper and napoleon wrasse ecology in Laamu Atoll, Republic of Maldives: Part 2. Timing, location, and characteristics of spawning aggregations. *Atoll Res. Bull.*, 491:1-14.
- Smith, W.L. & M.T. Craig. 2007. Casting the percomorph net widely: the importance of broad taxonomic sampling in the search for the placement of serranid and percoid fishes. *Copeia*, 1:35-55.
- Sosa-Cordero, E., A. Ramírez-González, J. Olivares-Escobedo, J.A. Cohuó-Collí, I. Mercadillo-Elguero & C. Quintal-Lizama. 2009. Programa de ordenamiento pesquero en el estado de Quintana Roo. 1. Pesquería de meros y espfices afines. Informe final. Depto. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, 111 p. No publicado.
- Soyano, K., T. Masumoto, H. Tanaka, M. Takushima & M. Nakamura. 2003. Lunar-related spawning in honeycomb grouper, *Epinephelus merra*. *Fish Physiol. Biochem.*, 28:447-448.
- Spearman, C. 1904. The proof and measurement of association between two things. *Am. J. Psychol.*, 15(1):72-101.
- Starr, R.M., E. Sala, E. Ballesteros & M. Zabala. 2007. Spatial dynamics of the nassau grouper (*Epinephelus striatus*) in a Caribbean atoll. *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 343:239-249.
- Stockley, P., M.J.G. Gage, G.A. Parker & A.P. Moller. 1997. Sperm competition in fishes: the evolution of testis size and ejaculate characteristic. *Am. Nat.*, 149(5):933-954.

- Tabachnick, B.G. & L.S. Fidell. 2007. *Using multivariate statistics*. Fifth ed. Pearson Education Inc., Boston, 980 p.
- Taborsky, M. 1998. Sperm competition in fish: 'bourgeois' males and parasitic spawning. *Tree*, 13(6):222-227.
- Takemura, A., M.S. Rahman & Y.J. Park. 2010. External and internal controls of lunar-related reproductive rhythms in fishes. *J. Fish Biol.*, 76:7-26.
- Takemura, K, M.S. Rahman, S. Nakamura, Y. Ju-Park & K. Takano. 2004. Lunar cycles and reproductive activity in reef fishes with particular attention to rabbitfishes. *Fish Fish.*, 5(4):317-328.
- Tamelander, J., S. Sattar, S. Campbell, V. Hoon, R. Arthur, E.J.K. Patterson, U. Satapoomin, M. Chandi, A. Rajasuriya & M. Samoilys. 2008. Reef fish spawning aggregations in the Bay of Bengal: awareness and occurrence, 1043-1047. En: *Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium*. Fort Lauderdale, Florida, ____ p.
- Taylor, M.H. 1984. Lunar synchronization of fish reproduction. *T. Am. Fish. Soc.*, 113(4):484-493.
- Teixeira, S., Y.F. Duarte & B.P. Ferreira. 2010. Reproduction of the fish *Lutjanus analis* (mutton snapper; Perciformes: Lutjanidae) from Northeastern Brazil. *Rev. Biol. Trop.*, 58(3):791-800.
- Thierry, C., Sadovy, Y. & Yeeting, B. 2008. *Plectropomus areolatus*. En: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. URL: www.iucnredlist.org. Downloaded on 15 April 2009.
- Thresher, R. 1984. *Reproduction in reef fishes*. T. F. H. Publications, New Jersey, 399 p.
- Torres-Lara, R., L.A. Ayala-Pérez & S. Salas-Marquéz. 1990. Determinación de algunos parámetros de la reproducción de la rubia *Lutjanus synagris* en las costas de Veracruz en 1893. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 10 p
- Tucker, J.W., Jr.P.G. Bush & S.T. Slaybaugh. 1993. Reproductive patterns of Cayman Islands nassau grouper (*Epinephelus striatus*) populations. *B. Mar. Sci.*, 52(3):961-969.

- Tuz-Sulub, A., T. Brulé, K. Cervera-Cervera & J.C. Espinoza-Mendez. 2006. Evidence for sexual dichromatisms in spawning aggregations of yellowfin grouper *Mycteroperca venenosa* and tiger grouper *Mycteroperca tigris* from the southern Gulf of Mexico. *J. Fish Biol.*, 69:1744-1755.
- Valdés, E. & G. Padrón. 1980. Pesquerías de palangre. *Cuban J. Fish. Res.*, 5(2):38-52.
- Venkataramani V.K. & N. Jayakumar. _____. Biodiversity and biology of marine ornamental reef fishes of Gulf of Mannar-Parrotfishes (family: Scaridae). Fisheries College and Research Institute, Report. Thoothukudi, India, 10 p.
- Vijay-Anand, P.E. & N.G.K. Pillai. 2002. Reproductive biology of some common coral reef fishes of the Indian EEZ. *J. Mar. Biol. Ass. India*, 44(1&2):122-135.
- Wai, L. 2009. *The biology, fishery of groupers (family: serranidae) in Hong Kong and adjacent waters, and implications for management*. Doctor of Philosophy Dissertation. The University of Hong Kong, 247 p.
- Wakefield, C.B. 2006. *Latitudinal and temporal comparisons of the reproductive biology and growth of snapper, Pagrus auratus (Sparidae), in western Australia*. Doctor of Philosophy Dissertation. Murdoch University, 162 p.
- Wallace, R.A. & K. Selman. 1981. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in Teleosts. *Amer. Zool.*, 21:325-343.
- Walsh, W.J. 1987. Patterns of recruitment and spawning in Hawaiian reef fishes. *Environ. Biol. Fish.*, 18(4):257-276.
- Ward, J.H.Jr. 1963. Hierarchical grouping to optimize and objective function. *J. Am. Stat. Assoc.*, 58(301):236-244.
- Warner, R.R. 1984. The mating behavior and hermaphroditisms in coral reef fishes. *Am. Sci.*, 72:128-136.
- Wassef, E. & F. Bawazeer. 1992. Reproduction of longnose emperor *Lethrinus elongatus* in the Red Sea. *Asian Fish. Sci.*, 5:219-229.
- Watanabe, W. O. 2001. Species profile mutton snapper. *Southern Regional Aquaculture Center Publications*, 725:1-11.
- Whaylen, L., C.V. Pattengill-Semmens, B.X. Semmens, P.G. Bush & M.R. Boardman. 2004. Observations of a Nassau grouper, *Epinephelus striatus*, spawning

- aggregation site in Little Cayman, Cayman Islands, including multi-species spawning information. *Environ. Biol. Fish.* 70: 305-313.
- Whaylen L., P. Bush, B. Johnson, K.E. Luke, C. McCoy, S. Heppell, B. Semmens & M. Boardman. 2007. Aggregation dynamics and lessons learned from five years of monitoring at a Nassau grouper (*Epinephelus striatus*) spawning aggregation in Little Cayman, Cayman Islands, BWI, 413-421. En: *Proceedings of the 59th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. Belize, 700 p.
- White, D.B. & S.M. Palmer. 2004. Age, growth, and reproduction of the red snapper, *Lutjanus campechanus*, from the Atlantic waters of the southeastern U.S. *B. Mar. Sci.*, 75(3):335-360.
- Whiteman, E.A., C.A. Jennings & R.S. Nemeth. 2005. Sex structure and potential female fecundity in *Epinephelus guttatus* spawning aggregation: applying ultrasonic imaging. *J. Fish Biol.* 66:983-995.
- Williams, A.J., L.M. Currey, G.A. Begg, C.D. Murchie & A.C. Ballagh. 2008. Population biology of coral trout species in eastern Torres Strait: Implications for fishery management. *Cont. Shelf Res.*, 28:2129-2142.
- Wilson, J., K.L. Rhodes & C. Rotinsulu. 2010. Aggregation fishing and local management within a marine protected area in Indonesia. *SPC Live Reef Fish Inf. Bull.*, 19:7-13.
- Winemiller, K.O. & K.A. Rose. 1992. Patterns of life-history diversification in north american fishes: implications for population regulation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49:2196-2218.
- Winemiller, K.O. 1992. Life-history strategies and the effectiveness of sexual selection. *Oikos*, 63(2):318-327.
- Wootton, R.J., 1998. *Ecology of teleost fishes*. Second Ed. Kluwer Academic Publishers, London, 386 p.
- Yamaguchi, A., G. Kume, Y. Yoshimura, T. Kiriyaama & T. Yoshimura. 2011. Spawning season and size at sexual maturity of *Kyphosus bigibbus* (Kyphosidae) from northwest Kyushu, Japan. *Ichthyol. Res.*, 58:283-287.

- Yang-Sim, S., K. Suwiryana & M. Rimmer. 2007. Update: Marine finfish research and development at the Research Institute for Mariculture, Gondol, Bali, Indonesia. *Aquac. Asia Mag.*, 34-35.
- Zar, J.H. 2010. *Biostatistical analysis*. Fifth ed. Prentice Hall Inc., New Jersey, 944 p.
- Zeller, D.C. 1997. Home range and activity patterns of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Serranidae). *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 154:65-77.
- Zeller, D.C. 1998. Spawning aggregations: patterns of movement of the coral trout *Plectropomus leopardus* (Serranidae) as determined by ultrasonic telemetry. *Mar. Ecol-Prog Ser.*, 162:253-263.

11. ANEXOS

Anexo 1

Este anexo presenta los resultados de las pruebas de Shapiro-Wilk que determinaron si la distribución de probabilidades de las variables se asemeja a una distribución normal (Shapiro & Wilk, 1965). Asimismo se muestran las evaluaciones de la homocedasticidad de las variables mediante la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene (Tabla 11.1).

Tabla 11.1. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk y la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene aplicadas a las variables reproductivas.

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
DPD	Norte	498	0.8583	<0.001*	228	<0.0001*
LATITUD	Norte	498	0.9661	<0.001*		
DPD	Sur	158	0.8666	<0.001*		
LATITUD	Sur	158	0.8813	<0.001*		
DPD	Norte	440	0.8518	<0.001*	8	0.0041*
TPD mínima	Norte	440	0.8716	<0.001*		
TPD máxima	Norte	440	0.9630	<0.001*		
TPD promedio	Norte	440	0.9475	<0.001*		
PIED	Norte	440	0.8479	<0.001*	416	<0.0001*
DPD	Sur	149	0.9217	<0.001*		
TPD mínima	Sur	149	0.8291	<0.001*		
TPD máxima	Sur	149	0.7911	<0.001*		
TPD promedio	Sur	149	0.8076	<0.001*	171	<0.0001*
PIED	Sur	149	0.8800	<0.001*		
LOTI^{PA}	Global	14	0.9092	0.1532		
DPD^{PA}	Global	14	0.8071	0.0061*	50	<0.0001*
VDPD^{PA}	Global	14	0.9638	0.7845		
TPD mínima^{PA}	Global	14	0.9548	0.6369		

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
VTPD mínima ^{PA}	Global	14	0.9425	0.4513	30	<0.0001*
TPD máxima ^{PA}	Global	14	0.9476	0.5237	53	<0.0001*
VTPD máxima ^{PA}	Global	14	0.8438	0.0183*	37	<0.0001*
TPD promedio ^{PA}	Global	14	0.9779	0.9611	50	<0.0001*
VTPD promedio ^{PA}	Global	14	0.9019	0.1204	34	<0.0001*
PIED ^{PA}	Global	14	0.9435	0.4653	58	<0.0001*
VPIED ^{PA}	Global	14	0.5384	<0.001*	57	<0.0001*
DADT	Norte	123	0.9708	0.0090*	1.2056	0.3331
LATITUD	Norte	123	0.7653	<0.001*	3.4783	0.0634
DADT	Sur	57	0.8749	<0.001*	1.3869	0.2130
LATITUD	Sur	57	0.5334	<0.001*	47	<0.0001*
LOTI ^{PA}	Global	6	0.8563	0.1770		
DADT ^{PA}	Global	6	0.9162	0.4786	13.0926	0.0047*
VDADT ^{PA}	Global	6	0.8965	0.3536	7.1780	0.0231*
PPSD	Norte	250	0.7211	<0.0001*	67	<0.0001*
LATITUD	Norte	250	0.9211	<0.0001*		
PPSD	Sur	59	0.8896	0.0001*	0.0193	0.8897
LATITUD	Sur	59	0.6265	<0.0001*		
PPSD ^{PE}	Global	47	0.8806	0.0002*		
TMAP ^{PE}	Global	47	0.8826	0.0002*	17.7844	0.0001*
TAD	Norte	404	0.6615	<0.0001*		
LATITUD	Norte	404	0.8253	<0.0001*	426	<0.0001*
TAD	Sur	181	0.1737	<0.0001*		
LATITUD	Sur	181	0.7519	<0.0001*	17	<0.0001*
LOTI ^{PA}	Global	13	0.9299	0.3395		
TAD ^{PA}	Global	13	0.8372	0.0195*	15.2879	0.0006*
VTAD	Global	13	0.9183	0.2376	40.3771	<0.0001*
LOTI ^{PA}	Atlántico	8	0.9225	0.4501		
TAD ^{PA}	Atlántico	8	0.8426	0.0800	134.398	<0.0001*
VTAD ^{PA}	Atlántico	8	0.9285	0.5024	24.8672	0.0002*
LOTI ^{PA}	Indopacífico	10	0.9144	0.3129		
TAD ^{PA}	Indopacífico	10	0.8100	0.0192*	94.0496	<0.0001*
VTAD ^{PA}	Indopacífico	10	0.7216	0.0016*	6.9414	0.0168*
TAD ^{PE}	Global	41	0.6999	<0.0001*	37.2897	<0.0001*
TMAP ^{PE}	Global	41	0.8726	0.0003*		
TAD ^{PE}	Global	39	0.7106	<0.0001*	36.1981	<0.0001*
TMAP ^{PE}	Global	39	0.8458	0.0001*		
TAD ^{PE}	Global	14	0.8578	0.0284*	21.2869	0.0001*
TMAP ^{PE}	Global	14	0.9280	0.2863		
TMIN	Norte	152	0.8382	<0.0001*	61.9327	<0.0001*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
LATITUD	Norte	152	0.9370	<0.0001*		
TMINM	Norte, M	45	0.7556	<0.0001*	19.2694	<0.0001*
LATITUD	Norte, M	45	0.9423	0.0262*		
TMINH	Norte, H	64	0.8294	<0.0001*	37.3078	<0.0001*
LATITUD	Norte, H	64	0.9496	0.0109*		
TMIN/TMAP	Norte	152	0.9586	0.0002*	156.6848	<0.0001*
LATITUD	Norte	152	0.9370	<0.0001*		
TMINM/TMAP	Norte, M	45	0.9715	0.3267	44.3621	<0.0001*
LATITUD	Norte, M	45	0.9423	0.0262*		
TMINH/TMAP	Norte, H	64	0.9790	0.3450	72.4810	<0.0001*
LATITUD	Norte, H	64	0.9496	0.0109*		
TMIN	Sur	46	0.8668	0.0001*	7.3195	0.0082*
LATITUD	Sur	46	0.9284	0.0074*		
TMINM	Sur, M	11	0.9036	0.2044	20.4362	0.0198*
LATITUD	Sur, M	11	0.8444	0.0360*		
TMINH	Sur, H	22	0.8990	0.0283*	8.3590	0.0061*
LATITUD	Sur, H	22	0.9055	0.0383*		
TMIN/TMAP	Sur	46	0.9505	0.0489*	51.9658	<0.0001*
LATITUD	Sur	46	0.9284	0.0074*		
TMINM/TMAP	Sur, M	11	0.9116	0.2545	0.2065	<0.0001*
LATITUD	Sur, M	11	0.8444	0.0360*		
TMINH/TMAP	Sur, H	22	0.9593	0.4759	20.3955	0.0001*
LATITUD	Sur, H	22	0.9055	0.0383*		
TMIN ^{PE}	Global	49	0.8578	<0.0001*	11.6021	0.0010*
TMAP ^{PE}	Global	49	0.8828	0.0002*		
(TMIN/TMAP)^{PE}	Global	49	0.9849	0.7776	52.9308	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global	49	0.8828	0.0002*		
TMINH ^{PE}	Global, H	38	0.8069	<0.0001*	6.8281	0.0109*
TMAP ^{PE}	Global, H	38	0.8726	0.0005*		
(TMINH/TMAP)^{PE}	Global, H	38	0.9848	0.8759	37.3722	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global, H	38	0.8726	0.0005*		
TMINM ^{PE}	Global, M	29	0.8778	0.0030*	6.2843	0.0151*
TMAP ^{PE}	Global, M	29	0.8846	0.0043*		
(TMINM/TMAP)^{PE}	Global, M	29	0.9690	0.5322	32.5723	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global, M	29	0.8846	0.0043*		
TMIN ^{PE}	Global	43	0.8695	0.0002*	7.7867	0.0065*
EDMX ^{PE}	Global	43	0.8848	0.0004*		
(TMIN/TMAP)^{PE}	Global	43	0.9857	0.8601	64.0875	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global	43	0.8848	0.0004*		
TMINH ^{PE}	Global, H	35	0.8247	0.0001*	8.4594	0.0049*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
EDMX ^{PE}	Global, H	35	0.9188	0.0132*		
(TMINH/TMAP)^{PE}	Global, H	35	0.9792	0.7337*	56.8647	0.0001*
EDMX ^{PE}	Global, H	35	0.9188	0.0132*		
TMINM ^{PE}	Global, M	25	0.9062	0.0251*	8.1769	0.0063*
EDMX ^{PE}	Global, M	25	0.9061	0.0249*		
(TMINM/TMAP)^{PE}	Global, M	25	0.9650	0.5229*	38.8907	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global, M	25	0.9061	0.0249*		
TPIM	Norte	270	0.8072	<0.0001*	123.3718	<0.0001*
LATITUD	Norte	270	0.9613	<0.0001*		
TPIM/ TMAP	Norte	270	0.9883	0.0280*	287.3142	<0.0001*
LATITUD	Norte	270	0.9613	<0.0001*		
TPIMH	Norte, H	85	0.8125	<0.0001*	50.1657	<0.0001*
LATITUD	Norte, H	85	0.9702	0.0460*		
TPIMH/TMAP	Norte, H	85	0.9778	0.1505	114.5344	<0.0001*
LATITUD	Norte, H	85	0.9702	0.0460*		
TPIMM	Norte, M	60	0.7111	<0.0001*	27.0347	<0.0001*
LATITUD	Norte, M	60	0.9651	0.0836		
TPIMM/TMAP	Norte, M	60	0.9534	0.0224*	80.1831	<0.0001*
LATITUD	Norte, M	60	0.9651	0.0836		
TPIM	Sur	39	0.9338	0.0238*	10.5576	0.0017*
LATITUD	Sur	39	0.9162	0.0066*		
TPIM/TMAP	Sur	39	0.8907	0.0012*	57.3871	<0.0001*
LATITUD	Sur	39	0.9162	0.0066*		
TPIMH	Sur, H	19	0.9222	0.1245	7.7561	0.0085*
LATITUD	Sur, H	19	0.9033	0.0559		
TPIMH/TMAP	Sur, H	19	0.9209	0.1175	24.0448	<0.0001*
LATITUD	Sur, H	19	0.9033	0.0559		
TPIMM	Sur, M	7	0.8630	0.1611	0.1942	0.6672
LATITUD	Sur, M	7	0.8552	0.1370		
TPIMM/TMAP	Sur, M	7	0.9391	0.6307	24.3535	0.0003*
LATITUD	Sur, M	7	0.8552	0.1370		
TPIM ^{PE}	Global	48	0.8172	<0.0001*	11.6567	0.0009*
TMAP ^{PE}	Global	48	0.9102	0.0014*		
(TPIM/TMAP)^{PE}	Global	48	0.9213	0.0033*	59.1462	<0.0001*
TMAP ^{PE}	Global	48	0.9102	0.0014*		
TPIMH ^{PE}	Global, H	41	0.8157	<0.0001*	4.6472	0.0341*
TMAP ^{PE}	Global, H	41	0.8990	0.0015*		
(TPIMH/TMAP)^{PE}	Global, H	41	0.9674	0.2829	42.5312	<0.0001*
TMAP ^{PE}	Global, H	41	0.8990	0.0015*		
TPIMM ^{PE}	Global, M	27	0.7754	0.0001*	2.1588	0.1478

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
TMAP ^{PE}	Global, M	27	0.8840	0.0059*		
(TPIMM/TMAP) ^{PE}	Global, M	27	0.9161	0.0319*	25.9446	<0.0001*
TMAP ^{PE}	Global, M	27	0.8840	0.0059*		
TPIM ^{PE}	Global	41	0.7816	<0.0001*	7.7351	0.0068*
EDMZ ^{PE}	Global	41	0.8705	0.0002*		
TPIMH ^{PE}	Global, H	35	0.7951	<0.0001*	11.6608	0.0011*
EDMZ ^{PE}	Global, H	35	0.8399	0.0001*		
TPIMM ^{PE}	Global, M	23	0.7677	0.0001*	7.4252	0.0092*
EDMZ ^{PE}	Global, M	23	0.8268	0.0011*		
(TPIM/TMAP) ^{PE}	Global	41	0.9288	0.0132*	59.0119	<0.0001*
EDMZ ^{PE}	Global	41	0.8705	0.0002*		
(TPIMH/TMAP) ^{PE}	Global, H	35	0.9611	0.2459	42.0968	<0.0001*
EDMZ ^{PE}	Global, H	35	0.8399	0.0001*		
(TPIMM/TMAP) ^{PE}	Global, M	23	0.9132	0.0478*	31.3862	<0.0001*
EDMZ ^{PE}	Global, M	23	0.8268	0.0011*		
CSX	Norte	166	0.3778	<0.0001*	35.7562	<0.0001*
LATITUD	Norte	166	0.9395	<0.0001*		
CSX	Sur	24	0.7588	0.0001*	1.1316	0.2930
LATITUD	Sur	24	0.7962	0.0003*		
CSX ^{PE}	Global	33	0.6900	<0.0001*	16.0571	0.0001*
TMIN ^{PE}	Global	33	0.8051	<0.0001*		
CSX ^{PE}	Global	33	0.6900	<0.0001*	35.0367	<0.0001*
TMIN/TMAP ^{PE}	Global	33	0.9897	0.9852		
CSX ^{PE}	Global	26	0.7298	<0.0001*	11.0205	0.0017*
TMINH ^{PE}	Global	26	0.7565	<0.0001*		
CSX ^{PE}	Global	26	0.7298	<0.0001*	39.3398	<0.0001*
TMINH/TMAP ^{PE}	Global	26	0.9507	0.2411		
CSX ^{PE}	Global	17	0.5717	<0.0001*	12.6758	0.0012*
TMINM ^{PE}	Global	17	0.8497	0.0106*		
CSX ^{PE}	Global	17	0.5717	<0.0001*	9.6505	0.0040*
TMINM/TMAP ^{PE}	Global	17	0.9382	0.2975		
CSX ^{PE}	Global	35	0.6614	<0.0001*	18.0388	0.0001*
TPIM ^{PE}	Global	35	0.7812	<0.0001*		
CSX ^{PE}	Global	35	0.6614	<0.0001*	33.7139	<0.0001*
TPIM/TMAP ^{PE}	Global	35	0.9257	0.0209*		
CSX ^{PE}	Global	30	0.6236	<0.0001*	17.4347	0.0001*
TPIMH ^{PE}	Global	30	0.7586	<0.0001*		
CSX ^{PE}	Global	30	0.6276	<0.0001*	22.7691	<0.0001*
TPIMH/TMAP ^{PE}	Global	30	0.9805	0.8394		
CSX ^{PE}	Global	18	0.6276	<0.0001*	17.1700	0.0002*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
TPIMM ^{PE}	Global	18	0.7704	0.0006*		
CSX^{PE}	Global	18	0.6276	<0.0001*	10.5668	0.0026*
TPIMM/TMAP^{PE}	Global	18	0.9354	0.2411		
CSX ^{PE}	Global	33	0.7062	<0.0001*	17.3196	0.0001*
EDMZ ^{PE}	Global	33	0.9204	0.0188*		
CSX^{PE}	Global	33	0.7062		40.3715	<0.0001*
EDMZ/TMAP^{PE}	Global	33	0.4149	<0.0001*		
CSX ^{PE}	Global	26	0.6959	<0.0001*	10.8020	0.0019*
EDMZH ^{PE}	Global	26	0.9483	0.2119		
CSX^{PE}	Global	26	0.6959	<0.0001*	28.0774	<0.0001*
EDMZH/TMAP^{PE}	Global	26	0.5870	<0.0001*		
CSX ^{PE}	Global	19	0.6613	<0.0001*	0.0165	0.8986
EDMZM ^{PE}	Global	19	0.7088	0.0001*		
CSX^{PE}	Global	19	0.6613	<0.0001*	9.6793	0.0036*
EDMZM/TMAP^{PE}	Global	19	0.3647	<0.0000*		
CSX ^{PE}	Global	33	0.7062	<0.0001*	7.3298	0.0087*
VIDR ^{PE}	Global	33	0.9454	0.0976		
CSX^{PE}	Global	25	0.6580	<0.0001*	4.5332	0.0384*
VIDRH^{PE}	Global	25	0.8769	0.0060*		
CSX ^{PE}	Global	18	0.5965	<0.0001*	5.8317	0.0213*
VIDRM ^{PE}	Global	18	0.8216	0.0031*		
CSX^{PE}	Global	39	0.6785	<0.0001*	30.7585	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global	39	0.8441	0.0001*		
CSX ^{PE}	Global	36	0.6983	<0.0001*	15.8388	0.0002*
EDMX ^{PE}	Global	36	0.8976	0.0029*		
EDMZ	Norte	179	0.9448	<0.0001*	83.1816	<0.0001*
LATITUD	Norte	179	0.9490	<0.0001*		
EDMZH	Norte	58	0.9038	0.0002*	31.1446	<0.0001*
LATITUD	Norte	58	0.9701	0.1627		
EDMZM	Norte	40	0.9119	0.0043*	22.4666	<0.0001*
LATITUD	Norte	40	0.9758	0.5365		
EDMZ	Sur	55	0.7511	<0.0001*	25.4450	<0.0001*
LATITUD	Sur	55	0.8425	<0.0001*		
EDMZH	Sur	25	0.9195	0.0498*	6.7513	0.0124*
LATITUD	Sur	25	0.7483	<0.0001*		
EDMZM	Sur	11	0.6083	0.0001*	5.5016	0.0294*
LATITUD	Sur	11	0.7844	0.0059*		
EDMZ^{PE}	Global	38	0.9251	0.0141*	36.9911	<0.0001*
TMIN^{PE}	Global	38	0.8371	0.0001*		
EDMZ ^{PE}	Global	38	0.9251	0.0141*	42.6259	<0.0001*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
TMIN/TMAP ^{PE}	Global	38	0.9882	0.9546		
EDMZ^{PE}	Global	38	0.9381	0.0363*	28.7563	<0.0001*
TPIM^{PE}	Global	38	0.7575	<0.0001*		
EDMZ ^{PE}	Global	38	0.9381	0.0363*	48.0633	<0.0001*
TPIM/TMAP ^{PE}	Global	38	0.9284	0.0179*		
EDMZ^{PE}	Global	43	0.9285	0.0103*	43.1275	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global	43	0.8687	0.0002*		
EDMZ ^{PE}	Global	43	0.9285	0.0103*	51.5585	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global	43	0.9036	0.0016*		
(EDMZ/EDMX)^{PE}	Global	38	0.4192	<0.0001*	37.9077	<0.0001*
TMIN^{PE}	Global	38	0.8371	0.0001*		
(EDMZ/EDMX) ^{PE}	Global	38	0.4192	<0.0001*	0.5044	0.4798
TMIN/TMAP ^{PE}	Global	38	0.9882	0.9546		
(EDMZ/EDMX)^{PE}	Global	38	0.9426	0.0511	33.9664	<0.0001*
TPIM^{PE}	Global	38	0.7575	<0.0001*		
(EDMZ/EDMX) ^{PE}	Global	38	0.9426	0.0511	5.2700	0.0245*
TPIM/TMAP ^{PE}	Global	38	0.9284	0.0179*		
(EDMZ/EDMX)^{PE}	Global	43	0.4157	<0.0001*	43.0883	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global	43	0.8687	0.0002*		
(EDMZ/EDMX) ^{PE}	Global	43	0.4157	<0.0001*	65.9036	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global	43	0.9036	0.0016*		
EDMZH^{PE}	Global, H	28	0.9737	0.6835	21.0312	<0.0001*
TMINH^{PE}	Global, H	28	0.8008	0.0001*		
EDMZH ^{PE}	Global, H	28	0.9737	0.6835	50.5510	<0.0001*
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	28	0.9677	0.5210		
EDMZH^{PE}	Global, H	30	0.9479	0.1481	26.0997	<0.0001*
TPIMH^{PE}	Global, H	30	0.7899	<0.0001*		
EDMZH ^{PE}	Global, H	30	0.9479	0.1481	62.9634	<0.0001*
TPIMH/TMAP ^{PE}	Global, H	30	0.9535	0.2093		
EDMZH^{PE}	Global, H	35	0.9588	0.2109	26.7641	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global, H	35	0.8601	0.0004*		
EDMZH ^{PE}	Global, H	35	0.9588	0.2109	26.9141	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global, H	35	0.8871	0.0018*		
(EDMZH/EDMX)^{PE}	Global, H	28	0.6117	<0.0001*	24.4281	<0.0001*
TMINH^{PE}	Global, H	28	0.8008	0.0001*		
(EDMZH/EDMX) ^{PE}	Global, H	28	0.6117	<0.0001*	1.6272	0.2075
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	28	0.9677	0.5210		
(EDMZH/EDMX)^{PE}	Global, H	30	0.8886	0.0045*	30.0613	<0.0001*
TPIMH^{PE}	Global, H	30	0.7899	<0.0001*		
(EDMZH/EDMX) ^{PE}	Global, H	30	0.8886	0.0045*	3.5069	0.0662*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
TPIMH/TMAP ^{PE}	Global, H	30	0.9535	0.2093		
(EDMZH/EDMX)^{PE}	Global, H	35	0.6136	<0.0001*	29.3305	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global, H	35	0.8601	0.0004*		
(EDMZH/EDMX) ^{PE}	Global, H	35	0.6136	<0.0001*	40.6419	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global, H	35	0.8871	0.0018*		
EDMZM^{PE}	Global, M	19	0.6587	<0.0001*	18.1252	0.0001*
TMINM^{PE}	Global, M	19	0.8796	0.0211*		
EDMZM ^{PE}	Global, M	19	0.6587	<0.0001*	9.8107	0.0034*
TMINM/TMAP ^{PE}	Global, M	19	0.9188	0.1075		
EDMZM^{PE}	Global, M	17	0.8587	0.0146*	12.9264	0.0011*
TPIMM^{PE}	Global, M	17	0.7742	0.0009*		
EDMZM ^{PE}	Global, M	17	0.8587	0.0146*	16.2590	0.0003*
TPIMM/TMAP ^{PE}	Global, M	17	0.9086	0.0948		
EDMZM^{PE}	Global, M	25	0.6650	<0.0001*	21.2281	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global, M	25	0.8515	0.0019*		
EDMZM ^{PE}	Global, M	25	0.6650	<0.0001*	8.8756	0.0045*
EDMX ^{PE}	Global, M	25	0.8879	0.0101*		
(EDMZM/EDMX)^{PE}	Global, M	19	0.3509	<0.0001*	23.0916	<0.0001*
TMINM^{PE}	Global, M	19	0.8796	0.0211*		
(EDMZM/EDMX) ^{PE}	Global, M	19	0.3509	<0.0001*	2.6819	0.1102
TMINM/TMAP ^{PE}	Global, M	19	0.9188	0.1075		
(EDMZM/EDMX)^{PE}	Global, M	17	0.7429	0.0004*	14.9212	0.0005*
TPIMM^{PE}	Global, M	17	0.7742	0.0009*		
(EDMZM/EDMX) ^{PE}	Global, M	17	0.7429	0.0004*	0.4028	0.5302
TPIMM/TMAP ^{PE}	Global, M	17	0.9086	0.0948		
(EDMZM/EDMX)^{PE}	Global, M	25	0.3197	<0.0001*	23.8928	<0.0001*
TMAP^{PE}	Global, M	25	0.8515	0.0019*		
(EDMZM/EDMX) ^{PE}	Global, M	25	0.3197	<0.0001*	23.2074	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global, M	25	0.8879	0.0101*		
VIDR	Norte	184	0.8619	<0.0001*	2.6702	0.1031
LATITUD	Norte	184	0.9508	<0.0001*		
VIDRH	Norte	57	0.8995	0.0002*	0.9774	0.3250
LATITUD	Norte	57	0.9683	0.1405		
VIDRM	Norte	40	0.8420	0.0001*	0.0728	0.7880
LATITUD	Norte	40	0.9758	0.5365		
VIDR	Sur	50	0.8997	0.0005*	4.9524	0.0283*
LATITUD	Sur	50	0.8652	<0.0001*		
VIDRH	Sur	22	0.8631	0.0058*	6.9448	0.0117*
LATITUD	Sur	22	0.7710	0.0002*		
VIDRM	Sur	10	0.8124	0.0205*	0.0004	0.9839

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
LATITUD	Sur	10	0.8093	0.0188*		
VIDR^{PE}	Global	38	0.9171	0.0080*	7.6710	0.0071*
TMIN^{PE}	Global	38	0.8371	0.0001*		
VIDR ^{PE}	Global	38	0.9171	0.0080*	56.5045	<0.0001*
(TMIN/TMAP) ^{PE}	Global	38	0.9882	0.9546		
VIDR^{PE}	Global	38	0.8921	0.0015*	8.8159	0.0040*
TPIM^{PE}	Global	38	0.7575	<0.0001*		
VIDR ^{PE}	Global	38	0.8921	0.0015*	53.0609	<0.0001*
(TPIM/TMAP) ^{PE}	Global	38	0.9284	0.0179*		
VIDR^{PE}	Global	43	0.9090	0.0024*	41.8606	<0.0001*
EDMZ^{PE}	Global	43	0.9285	0.0103*		
VIDR ^{PE}	Global	43	0.9090	0.0024*	59.3270	<0.0001*
(EDMZ/EDMX) ^{PE}	Global	43	0.4157	<0.0001*		
VIDR^{PE}	Global	43	0.9090	0.0024*	23.0138	<0.0001*
TMAP	Global	43	0.8687	0.0002*		
VIDR ^{PE}	Global	43	0.9090	0.0024*	1.1549	0.2856
EDMX	Global	43	0.9036	0.0016*		
VIDRH^{PE}	Global, H	27	0.8969	0.0114*	5.5936	0.0218*
TMINH^{PE}	Global, H	27	0.7781	0.0001*		
VIDRH ^{PE}	Global, H	27	0.8969	0.0114*	45.4675	<0.0001*
(TMINH/TMAP) ^{PE}	Global, H	27	0.9742	0.7158		
VIDRH^{PE}	Global, H	30	0.8820	0.0031*	12.1355	0.0009*
TPIMH^{PE}	Global, H	30	0.7899	<0.0001*		
VIDRH ^{PE}	Global, H	30	0.8820	0.0031*	39.2456	<0.0001*
(TPIMH/TMAP) ^{PE}	Global, H	30	0.9535	0.2093		
VIDRH^{PE}	Global, H	34	0.8744	0.0010*	26.5382	<0.0001*
EDMZH^{PE}	Global, H	34	0.9591	0.2296		
VIDRH ^{PE}	Global, H	34	0.8744	0.0010*	42.3913	<0.0001*
(EDMZH/EDMX) ^{PE}	Global, H	34	0.8908	0.0026*		
VIDRH^{PE}	Global, H	34	0.8744	0.0010*	17.5540	0.0001*
TMAP	Global, H	34	0.8635	0.0006*		
VIDRH ^{PE}	Global, H	34	0.8744	0.0010*	0.0951	0.7588
EDMX	Global, H	34	0.8603	0.0005*		
VIDRM^{PE}	Global, M	18	0.8755	0.0220*	7.4764	0.0099*
TMINM^{PE}	Global, M	18	0.8489	0.0081*		
VIDRM ^{PE}	Global, M	18	0.8755	0.0220*	22.7405	<0.0001*
(TMINM/TMAP) ^{PE}	Global, M	18	0.9453	0.3560		
VIDRM^{PE}	Global, M	17	0.8581	0.0143*	7.7749	0.0088*
TPIMM^{PE}	Global, M	17	0.7742	0.0009*		
VIDRM ^{PE}	Global, M	17	0.8581	0.0143*	22.3626	0.0001*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
(TPIMM/TMAP) ^{PE}	Global, M	17	0.9086	0.0948		
VIDRM ^{PE}	Global, M	24	0.8522	0.0024*	12.3617	0.0010*
EDMZM ^{PE}	Global, M	24	0.8578	0.0031*		
VIDRM ^{PE}	Global, M	24	0.8522	0.0024*	23.6104	<0.0001*
(EDMZM/EDMX) ^{PE}	Global, M	24	0.7814	0.0001*		
VIDRM ^{PE}	Global, M	24	0.8522	0.0024*	17.1160	0.0001*
TMAP ^{PE}	Global, M	24	0.8571	0.0030*		
VIDRM ^{PE}	Global, M	24	0.8522	0.0024*	0.0277	0.8685
EDMX ^{PE}	Global, M	24	0.8476	0.0020*		
TMCSX	Norte	32	0.8622	0.0008*		
LATITUD	Norte	32	0.8766	0.0017*	33.22	<0.0001*
TMCSX	Sur	6	0.9041	0.3986		
LATITUD	Sur	6	0.6827	0.0040*	1.3210	0.2772
TMCSX ^{PE}	Global	20	0.7900	0.0006*		
CSX ^{PE}	Global	20	0.6702	<0.0001*	16.8744	0.0002*
TMIN ^{PE}	Global	18	0.7997	0.0015*	2.3834	0.1314
TMIN/TMAP ^{PE}	Global	18	0.9554	0.5164	24.6512	<0.0001*
TMINH ^{PE}	Global, H	12	0.8142	0.0136*	0.4441	0.5103
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	12	0.9795	0.9816	16.2521	0.0004*
TMINM ^{PE}	Global, M	6	0.8369	0.1228	0.0140	0.9066
TMINM/TMAP ^{PE}	Global, M	6	0.8655	0.2089	8.0068	0.0093*
TPIM ^{PE}	Global	20	0.7641	0.0003*	2.2377	0.1429
TPÎM/TMAP ^{PE}	Global	20	0.9876	0.9931	27.3993	<0.0001*
TPIMH ^{PE}	Global, H	20	0.8102	0.0012*	1.2663	0.2675
TPIMH/TMAP ^{PE}	Global, H	20	0.9526	0.4083	27.3329	<0.0001*
TPIMM ^{PE}	Global, M	7	0.8223	0.0676	0.0018	0.9665
TPIMM/TMAP ^{PE}	Global, M	7	0.9542	0.7677	9.3618	0.0052*
EDMZ ^{PE}	Global	17	0.9465	0.4037	20.8098	0.0001*
EDMZ/EDMX ^{PE}	Global	17	0.9365	0.2788	23.2271	<0.0001*
EDMZH ^{PE}	Global, H	15	0.9053	0.1149	17.9798	0.0002*
EDMZH/EDMX ^{PE}	Global, H	15	0.8636	0.0272*	20.4252	0.0001*
EDMZM ^{PE}	Global, M	8	0.8085	0.0352*	9.4102	0.0050*
EDMZM/EDMX ^{PE}	Global, M	8	0.8622	0.1263	10.6962	0.0030*
VIDR ^{PE}	Global	17	0.8893	0.0451*	13.9072	0.0007*
VIDRH ^{PE}	Global, H	15	0.8885	0.0636	11.9787	0.0015*
VIDRM ^{PE}	Global, M	9	0.7725	0.0099*	8.2008	0.0080*
TMAP ^{PE}	Global	20	0.8391	0.0035*	0.0780	0.7815
EDMX ^{PE}	Global	19	0.7868	0.0007*	12.3450	0.0012*
TMCSX/TMAP ^{PE}	Global	20	0.9326	0.1735		
CSX ^{PE}	Global	20	0.6702	<0.0001*	16.7992	0.0002*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
TMIN ^{PE}	Global	18	0.7997	0.0015*	18.6529	0.0001*
TMIN/TMAP ^{PE}	Global	18	0.9554	0.5164	12.9322	0.0010*
TMINH ^{PE}	Global, H	12	0.8142	0.0136*	21.4297	0.0001*
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	12	0.9795	0.9816	7.9418	0.0085*
TMINM ^{PE}	Global, M	6	0.8369	0.1228	46.1822	<0.0001*
TMINM/TMAP ^{PE}	Global, M	6	0.8655	0.2089	5.8972	0.0230*
TPIM ^{PE}	Global	20	0.7641	0.0003*	15.2372	0.0004*
TPÎM/TMAP ^{PE}	Global	20	0.9876	0.9931	3.2252	0.0805
TPIMH ^{PE}	Global, H	20	0.8102	0.0012*	18.2932	0.0001*
TPIMH/TMAP ^{PE}	Global, H	20	0.9526	0.4083	0.1489	0.7018
TPIMM ^{PE}	Global, M	7	0.8223	0.0676	20.1413	0.0001*
TPIMM/TMAP ^{PE}	Global, M	7	0.9542	0.7677	4.0677	0.0546
EDMZ ^{PE}	Global	17	0.9465	0.4037	27.3625	<0.0001*
EDMZ/EDMX ^{PE}	Global	17	0.9365	0.2788	7.5765	0.0093*
EDMZH ^{PE}	Global, H	15	0.9053	0.1149	60.7248	<0.0001*
EDMZH/EDMX ^{PE}	Global, H	15	0.8636	0.0272*	7.1977	0.0113*
EDMZM ^{PE}	Global, M	8	0.8085	0.0352*	25.3529	<0.0001*
EDMZM/EDMX ^{PE}	Global, M	8	0.8622	0.1263	0.4621	0.5026
VIDR ^{PE}	Global	17	0.8893	0.0451*	41.7144	<0.0001*
VIDRH ^{PE}	Global, H	15	0.8885	0.0636	30.4351	<0.0001*
VIDRM ^{PE}	Global, M	9	0.7725	0.0099*	13.9981	0.0009*
TMAP ^{PE}	Global	20	0.8391	0.0035*	13.9750	0.0006*
EDMX ^{PE}	Global	19	0.7868	0.0007*	25.9033	<0.0001*
EMCSX	Norte	7	0.8249	0.0716		
LATITUD	Norte	7	0.5221	<0.0001*	0.0005	0.9824
EMCSX	Sur	6	0.7380	0.0152*		
LATITUD	Sur	6	0.6827	0.0040*	5.6398	0.0390
EMCSX^{PE}	Global	13	0.8907	0.0998		
TMCSX^{PE}	Global	12	0.8624	0.0525	22.6760	0.0001*
TMCSX/TMP^{PE}	Global	12	0.8808	0.0898	42.5807	<0.0001*
CSX^{PE}	Global	13	0.9134	0.2041	0.2265	0.6384
TMIN^{PE}	Global	11	0.9734	0.9188	18.0441	0.0003*
TMIN/TMAP^{PE}	Global	11	0.9514	0.6622	40.4402	<0.0001*
TMINH^{PE}	Global, H	8	0.9671	0.8745	9.7981	0.0055*
TMINH/TMAP^{PE}	Global, H	8	0.9206	0.4347	29.3893	<0.0001*
TMINM^{PE}	Global, M	3	0.9955	0.8720	16.5633	0.0011*
TMINM/TMAP^{PE}	Global, M	3	0.9543	0.5884	10.5236	0.0059*
TPIM^{PE}	Global	12	0.8475	0.0342*	12.0922	0.0020*
TPÎM/TMAP^{PE}	Global	12	0.9632	0.8287	43.3948	<0.0001*
TPIMH^{PE}	Global, H	12	0.9555	0.7185	8.9032	0.0066*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
TPIMH/TMAP ^{PE}	Global, H	12	0.9831	0.9932	42.8793	<0.0001*
TPIMM ^{PE}	Global, M	3	0.8946	0.3684	19.2618	0.0006*
TPIMM/TMAP ^{PE}	Global, M	3	0.8558	0.2562	10.3932	0.0061*
EDMZ ^{PE}	Global	12	0.9680	0.8888	15.6125	0.0006*
EDMZ/EDMX ^{PE}	Global	12	0.9680	0.8885	44.7952	<0.0001*
EDMZH ^{PE}	Global, H	11	0.8961	0.1654	9.7255	0.0050*
EDMZH/EDMX ^{PE}	Global, H	11	0.8784	0.0992	40.2950	<0.0001*
EDMZM ^{PE}	Global, M	6	0.7593	0.0245*	8.1699	0.0109*
EDMZM/EDMX ^{PE}	Global, M	6	0.8094	0.0713	21.6504	0.0002*
VIDR ^{PE}	Global	12	0.8770	0.0803	1.4502	0.2407
VIDRH ^{PE}	Global, H	11	0.8848	0.1197	2.8641	0.1047
VIDRM ^{PE}	Global, M	7	0.9037	0.3540	0.1205	0.7325
TMAP ^{PE}	Global	13	0.7917	0.0054*	6.3077	0.0192*
EDMX ^{PE}	Global	13	0.7577	0.0022*	1.9389	0.1766
EMCSX/EDMX ^{PE}	Global	13	0.9329	0.3712		
TMCSX ^{PE}	Global	12	0.8624	0.0525	34.9738	<0.0001*
TMCSX/TMP ^{PE}	Global	12	0.8808	0.0898	0.0075	0.9315
CSX ^{PE}	Global	13	0.9134	0.2041	24.7086	<0.0001*
TMIN ^{PE}	Global	11	0.9734	0.9188	35.7633	<0.0001*
TMIN/TMAP ^{PE}	Global	11	0.9514	0.6622	4.0729	0.0559
TMINH ^{PE}	Global, H	8	0.9671	0.8745	20.4016	0.0002*
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	8	0.9206	0.4347	5.8014	0.0263*
TMINM ^{PE}	Global, M	3	0.9955	0.8720	28.1731	0.0001*
TMINM/TMAP ^{PE}	Global, M	3	0.9543	0.5884	1.2858	0.2759
TPIM ^{PE}	Global	12	0.8475	0.0342*	29.1166	0.0000*
TPÎM/TMAP ^{PE}	Global	12	0.9632	0.8287	1.0004	0.3276
TPIMH ^{PE}	Global, H	12	0.9555	0.7185	18.1911	0.0003*
TPIMH/TMAP ^{PE}	Global, H	12	0.9831	0.9932	0.1634	0.6898
TPIMM ^{PE}	Global, M	3	0.8946	0.3684	65.7155	<0.0001*
TPIMM/TMAP ^{PE}	Global, M	3	0.8558	0.2562	0.5813	0.4585
EDMZ ^{PE}	Global	12	0.9680	0.8888	14.1548	0.0010*
EDMZ/EDMX ^{PE}	Global	12	0.9680	0.8885	8.0177	0.0095*
EDMZH ^{PE}	Global, H	11	0.8961	0.1654	57.4642	<0.0001*
EDMZH/EDMX ^{PE}	Global, H	11	0.8784	0.0992	3.1270	0.0909
EDMZM ^{PE}	Global, M	6	0.7593	0.0245*	11.9036	0.0031*
EDMZM/EDMX ^{PE}	Global, M	6	0.8094	0.0713	2.9127	0.1061
VIDR ^{PE}	Global	12	0.8770	0.0803	13.2674	0.0014*
VIDRH ^{PE}	Global, H	11	0.8848	0.1197	13.5391	0.0013*
VIDRM ^{PE}	Global, M	7	0.9037	0.3540	78.9012	<0.0001*
TMAP ^{PE}	Global	13	0.7917	0.0054*	9.2338	0.0057*

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
EDMX ^{PE}	Global	13	0.7577	0.0022*	9.5278	0.0050*
HIGM	Norte, H	33	0.8551	0.0004*		
LATITUD	Norte, H	33	0.9253	0.0257*	1.8684	0.1764
HIGM	Sur, H	23	0.8436	0.0021*		
LATITUD	Sur, H	23	0.8218	0.0009*	9.8470	0.0030*
MIGM	Norte, M	24	0.8301	0.0010*		
LATITUD	Norte, M	24	0.8784	0.0077*	0.0001	0.9914
MIGM	Sur, M	12	0.7062	0.0010*		
LATITUD	Sur, M	12	0.8751	0.0758	2.0603	0.1652
HIGM ^{PE}	Global, H	24	0.3696	<0.0001*		
CSX ^{PE}	Global	22	0.3439	<0.0001*	0.0256	0.8737
TMINH ^{PE}	Global, H	17	0.7692	0.0008*	4.3375	0.0439*
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	17	0.2652	<0.0001*	0.1282	0.7222
EDMZH ^{PE}	Global, H	18	0.3066	<0.0001*	0.0487	0.8264
EDMZH/EDMX ^{PE}	Global, H	18	0.2556	<0.0001*	0.0756	0.7848
VIDRH ^{PE}	Global, H	18	0.5308	<0.0001*	0.2393	0.6274
TMAP ^{PE}	Global	24	0.7891	0.0002*	8.0010	0.0069*
EDMX ^{PE}	Global	23	0.6366	<0.0001*	0.4550	0.5034
MIGM ^{PE}	Global, M	25	0.8022	0.0002*		
CSX ^{PE}	Global	23	0.6424	<0.0001*	0.5893	0.4466
TMINM ^{PE}	Global, M	12	0.9327	0.4092	20.9572	0.0001*
TMINM/TMAP ^{PE}	Global, M	12	0.9816	0.9891	14.8561	0.0005*
EDMZM ^{PE}	Global, M	12	0.9343	0.4277	9.7240	0.0036*
EDMZM/EDMX ^{PE}	Global, M	12	0.6970	0.0008*	15.0996	0.0004*
VIDRM ^{PE}	Global, M	12	0.8855	0.1030	0.0023	0.9620
TMAP ^{PE}	Global	25	0.8673	0.0038*	22.4822	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global	24	0.8259	0.0008*	5.4090	0.0244*
FEPP	Norte, H	69	0.7769	<0.0001*		
LATITUD	Norte, H	69	0.9420	0.0031*	123.10	<0.0001*
FEPP	Sur, H	8	0.7059	0.0026*		
LATITUD	Sur, H	8	0.8134	0.0398*	17.770	0.0009*
FEPP ^{PE}	Global, H	29	0.3508	<0.0001*		
HIGM ^{PE}	Global, H	17	0.8535	0.0122*	3.8075	0.0574
CSX ^{PE}	Global	22	0.7448	0.0001*	4.9493	0.0307*
TMINH ^{PE}	Global, H	22	0.7173	<0.0001*	4.9492	0.0307*
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	22	0.9804	0.9224	4.9493	0.0307*
EDMZH ^{PE}	Global, H	20	0.9539	0.4298	4.4918	0.0394*
EDMZM/EDMX ^{PE}	Global, H	20	0.9429	0.2722	4.4919	0.0394*
VIDRH ^{PE}	Global, H	20	0.8849	0.0217*	4.4918	0.0394*
VIDRM ^{PE}	Global, M	15	0.8192	0.0065*	3.3526	0.0742

Variable	Hemisferio/Océano/ Género	N	Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk		Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene	
			W	p	F de Levene	p
TMAP ^{PE}	Global	29	0.7979	0.0001*	6.5561	0.0132*
EDMX ^{PE}	Global	25	0.8191	0.0005*	5.6369	0.0213*
DIMO	Norte	32	0.8886	0.0032*		
LATITUD	Norte	32	0.9258	0.0299*	38.3014	<0.0001*
DIMO	Sur	6	0.9650	0.8570		
LATITUD	Sur	6	0.9486	0.7291	7.5027	0.0209*
DIMO ^{PE}	Global, H	17	0.9548	0.5367		
FEPP ^{PE}	Global, H	14	0.8334	0.0133*	23.9944	<0.0001*
HIGM ^{PE}	Global, H	11	0.8193	0.0169*	19.1554	0.0002*
CSX ^{PE}	Global	14	0.6814	0.0002*	15.4467	0.0005*
TMINH ^{PE}	Global, H	15	0.8744	0.0392*	23.2068	<0.0001*
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	15	0.9507	0.5352	6.4639	0.0164*
EDMZH ^{PE}	Global, H	14	0.9626	0.7656	31.0649	<0.0001*
EDMZH/TMAP ^{PE}	Global, H	14	0.8915	0.0849	9.9555	0.0037*
VIDRH ^{PE}	Global, H	14	0.9145	0.1832	28.8377	<0.0001*
TMAP ^{PE}	Global	17	0.8875	0.0421*	28.5544	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global	16	0.8558	0.0166*	29.5321	<0.0001*
DHU	Norte	22	0.9208	0.0790		
LATITUD	Norte	22	0.9785	0.8910	53.311	<0.0001*
DHU ^{PE}	Global	26	0.8942	0.0116		
DIMO ^{PE}	Global, H	12	0.9458	0.5764	0.0885	0.7678
FEPP ^{PE}	Global, H	15	0.4218	0.0000	8.2575	0.0065*
HIGM ^{PE}	Global, H	12	0.8740	0.0734	38.3310	<0.0001*
CSX ^{PE}	Global	16	0.6035	0.0000	20.2421	0.0001*
TMINH ^{PE}	Global, H	17	0.7767	0.0010	19.7658	0.0001*
TMINH/TMAP ^{PE}	Global, H	17	0.9659	0.7441	2.6402	0.1119
EDMZH ^{PE}	Global, H	16	0.9483	0.4638	58.7595	<0.0001*
EDMZH/EDMX ^{PE}	Global, H	16	0.9645	0.7439	6.7329	0.0132*
VIDRH ^{PE}	Global, H	16	0.9440	0.4003	33.3664	<0.0001*
TMAP ^{PE}	Global	26	0.9218	0.0495	31.3622	<0.0001*
EDMX ^{PE}	Global	20	0.9021	0.0452	30.0689	<0.0001*

*Se rechaza la hipótesis nula de normalidad y homogeneidad de varianzas; PA, promedio anual; PE, promedio por especie; M, machos; H, hembras. El significado de las abreviaturas se encuentra en la tabla 6.1. Los grupos de variables interrelacionados mediante la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene se encuentran diferenciados por el tono de color de las letras y la primera variable del grupo es la que se sometió a la prueba junto a cada una del resto de las variables.

Anexo 2

La talla o longitud total máxima poblacional (TMAP) se utilizó para observar el comportamiento de los rasgos reproductivos con respecto al tamaño máximo de los adultos. Además se utilizó para calcular las proporciones de la TMAP en las que ocurren las tallas de madurez y las tallas de cambio de sexo. La TMAP varió de los 25 cm a los 250 cm de longitud total y solo 5.3% de los registros fueron mayores a los 150 cm. La media y la moda de la TMAP fueron mayores en el Océano Atlántico con respecto al Océano Indopacífico (Fig. 11.1). La diferencia entre las medias fue de 7.8 cm y de las modas fue de 40 cm. Una proporción notable de frecuencias de los registros de la TMAP se observaron entre los 50 cm y 110 cm en el Océano Atlántico (86.93%) y entre los 50 cm y 90 cm en el Océano Indopacífico (87.07%).

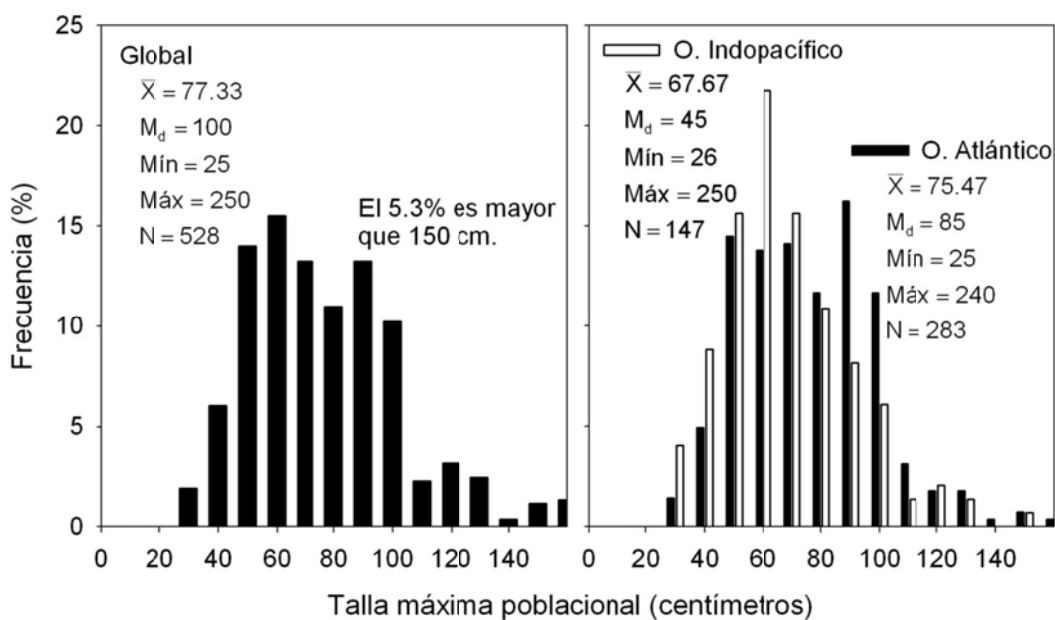


Figura 11.1. Histogramas de la talla máxima poblacional (TMAP) de los agrupadores transitorios.

Anexo 3

La edad máxima reportada (EDMX) se utilizó para observar el comportamiento de los rasgos reproductivos con respecto a la edad máxima de los adultos. Además se utilizó para calcular la vida reproductiva (VIDR) y las proporciones de la EDMX en las que ocurren las edades de madurez y las edades de cambio de sexo. La EDMX varió de los 3.5 años a los 57 años. La media y la moda de la EDMX fueron mayores en el Océano Indopacífico con respecto al Océano Atlántico (Fig. 11.2). La diferencia entre las medias fue de 1.84 años y de las modas fue de 5 años. Gran parte de las frecuencias de los registros de la EDMX se observaron entre los ocho años y los 32 años en el Océano Atlántico (85.29%) y entre los 20 cm y 60 m entre los ocho años y 28 años en el Océano Indopacífico (78.26%).

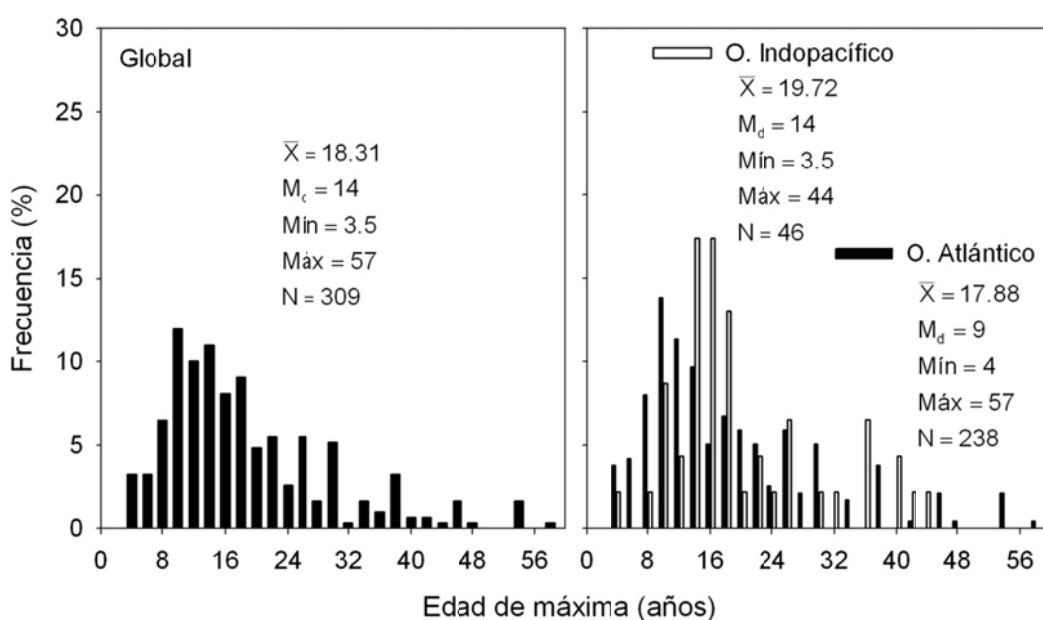


Figura 11.2. Histogramas de la edad máxima (EDMX) de los agrupadores transitorios.

Anexo 4

El presente anexo muestra los gráficos de los eigenvectores que complementan los resultados de los Análisis de Componentes Principales.

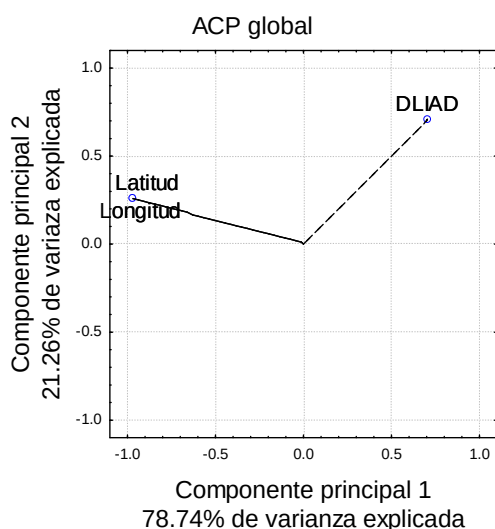


Figura 11.3. Eigenvectores del ACP global de la sincronía lunar de agregación (Tabla 7.12, Fig. 7.20).

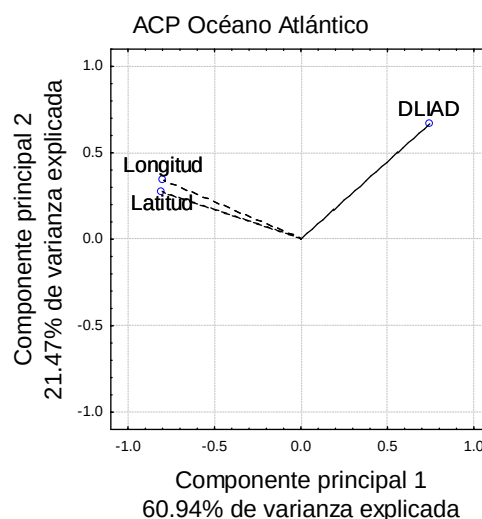


Figura 11.4. Eigenvectores del ACP de la sincronía lunar de agregación del Océano Atlántico (Tabla 7.12, Fig. 7.21).

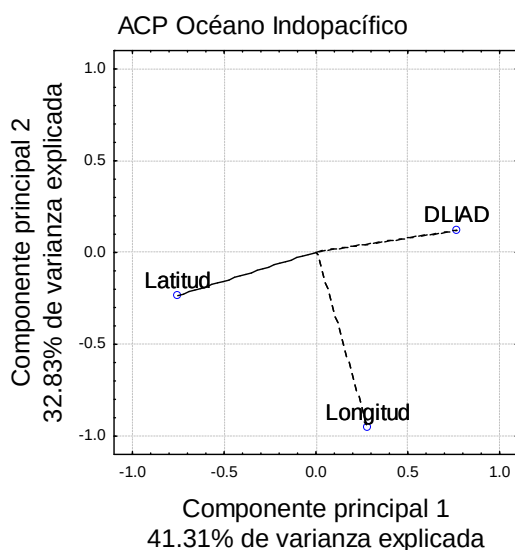


Figura 11.5. Eigenvectores del ACP de la sincronía lunar de agregación del Océano Indopacífico (Tabla 7.12, Fig. 7.22).

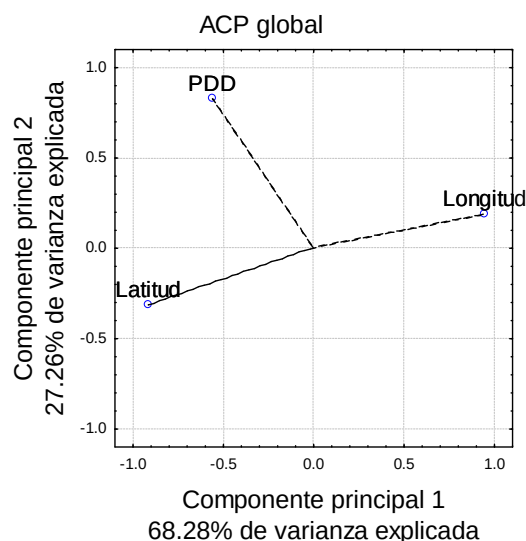


Figura 11.6. Eigenvectores del ACP global de la sincronía diaria del desove (Tabla 7.15, Fig. 7.31).

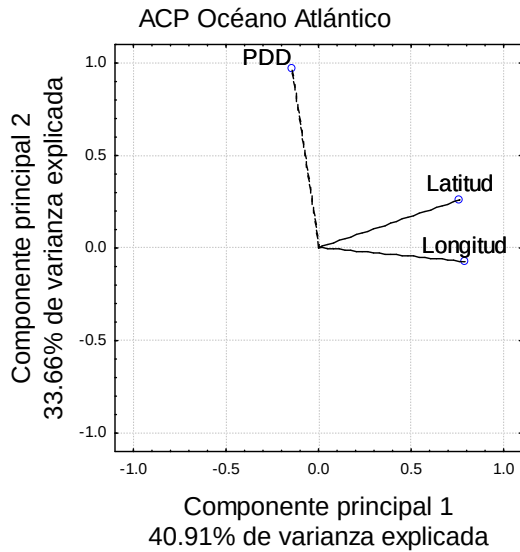


Figura 11.7. Eigenvectores del ACP de la sincronía diaria del desove de Océano Atlántico (Tabla 7.15, Fig. 7.32).

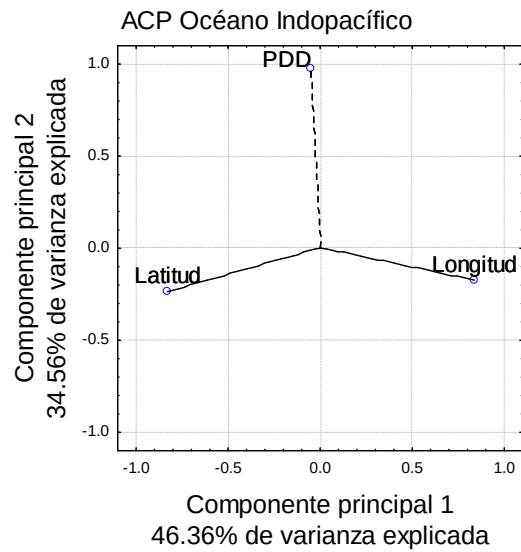


Figura 11.8. Eigenvectores del ACP de la sincronía diaria del desove de Océano Indopacífico (Tabla 7.15, Fig. 7.33).

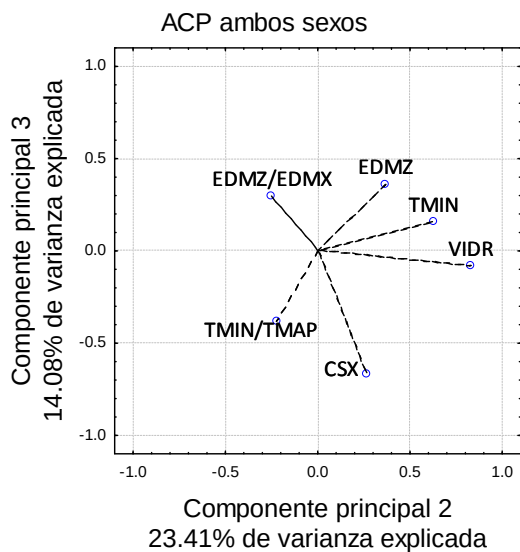


Figura 11.9. Eigenvectores del ACP de los rasgos de la estructura poblacional de ambos sexos (Tabla 7.40, Fig. 7.78).

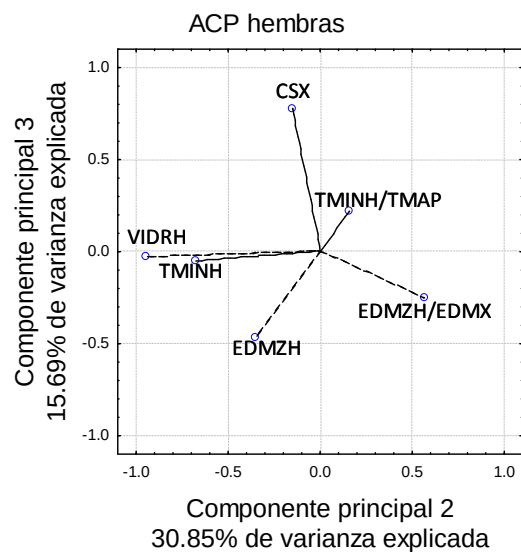


Figura 11.10. Eigenvectores del ACP de los rasgos de la estructura poblacional de las hembras (Tabla 7.40, Fig. 7.80).

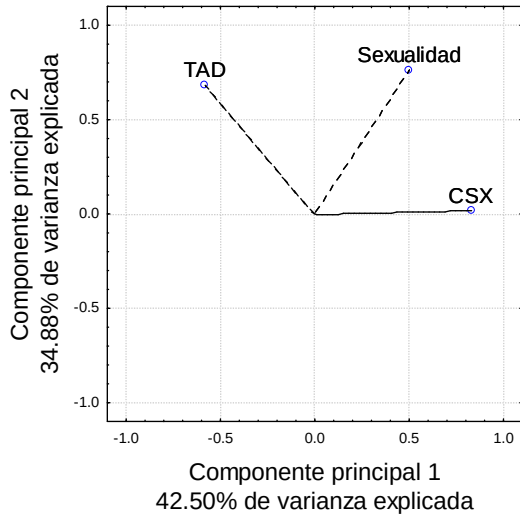


Figura 11.11. Eigenvectores del ACP a partir de la sexualidad, la composición sexual (CSX) y el tamaño de las agrupaciones de desove (TAD) (Tabla 7.42, Fig. 7.86).

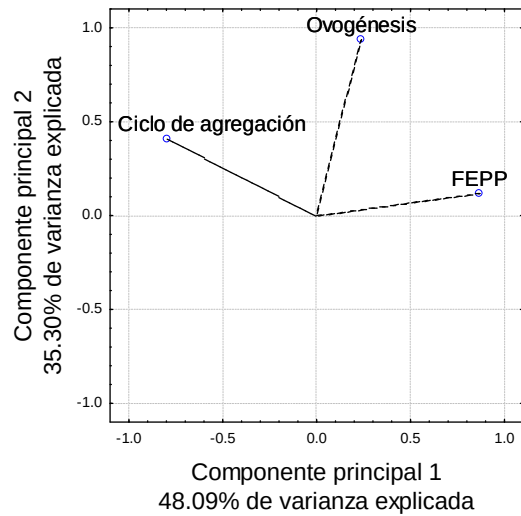


Figura 11.12. Eigenvectores del ACP a partir de la ovogénesis, la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo de agregación (Tabla 7.55, Fig. 7.110).

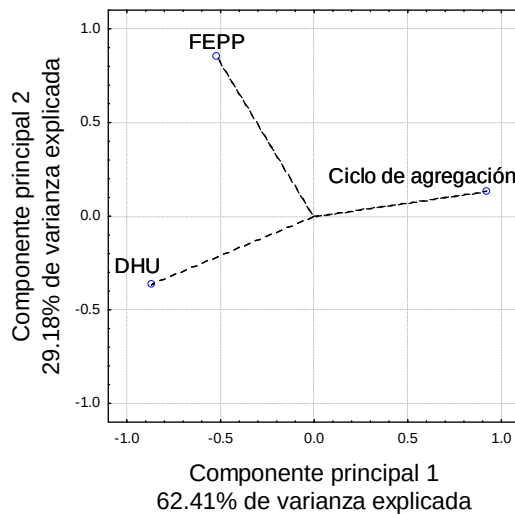


Figura 11.13. Eigenvectores del ACP a partir del diámetro promedio del huevo (DHU), la fecundidad parcial promedio (FEPP) y el ciclo agregación (Tabla 7.59, Fig. 7.120).

Anexo 5

A continuación se presentan los artículos y ponencias derivadas de la presente investigación.

Artículos

Sanchez-Cardenas, R. & F. Arreguin-Sanchez. 2012. Latitudinal exploration of the temporalities of spawning for some tropical fish species (Epinephelidae: *Plectropomus* spp., *Mycteroperca* spp. and *Epinephelus* spp.). *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, DOI: 10.3923/jfas.2012.

Sanchez-Cardenas, R. & F. Arreguin-Sanchez. The hypothesis of lunar synchrony in transient spawning aggregations in tropical areas (Teleostei: Epinephelidae, Carangidae, Lutjanidae). **Sometido** en *Marine Biology Research* desde el 4 de mayo de 2012. Clave del manuscrito: MBR-2012-0153. Estatus: awaiting referee scores.

Sánchez-Cárdenas, R. & F. Arreguín-Sánchez. Variability of spawning sites depth of fishes in tropical and subtropical areas (**en preparación**).

Sánchez-Cárdenas, R. & F. Arreguín-Sánchez. Signs of negative effects of global temperature increase on spawning season duration (**en preparación**).

Sánchez-Cárdenas, R. & F. Arreguín-Sánchez. Reproductive strategies of some reef fishes that spawn in aggregations (**en preparación**).

Congresos internacionales

Sánchez-Cárdenas, R., Y. Sadovy & F. Arreguín-Sánchez. 2009. La pesca sobre agrupaciones de peces (Neopterygii) en actividad reproductiva. XIII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar y VII Congreso de Ciencias del Mar, MarCuba. Del 26 al 30 de octubre de 2009, Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba (*modalidad oral*).

Sánchez-Cárdenas, R. & F. Arreguín-Sánchez. 2010. Sincronía lunar de las agregaciones de desove transitorias: revisión e hipótesis. XVI Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina. Del 6 al 10 de septiembre de 2010, Universidad de Alicante, Alicante, España (*modalidad oral*).

Sánchez-Cárdenas, R. & F. Arreguín-Sánchez. 2012. Signs of negative effects of global temperature increase on spawning season duration of transient spawners in tropical areas. 6th World Fisheries Congress 7 – 11 May 2012, Edinburgh, Scotland (*modalidad cartel*).