

Figura 29. Riqueza de especies (No. de especies) de corales pétreos en las pendientes arrecifales del ASC. La abundancia de macroalgas carnosas estuvo entre un 74 y 28 % en todas las estaciones, con excepción de las estaciones de los cayos La Vela y Pajonal, donde se encontraron valores de 11.8 y 10.8 % respectivamente (figura 30). En general las algas calcáreas no superaron el 8,5%, mientras que las costrosas no alcanzaron el 14%. La excepción en ambos casos fue la estación de Pajonal, con valores algo por encima de los mencionados (figuras 31 y 32). El índice de macroalgas señaló a las estaciones de los cayos Verde, Fragoso centro y Confites, por sus mayores valores (figura 33).

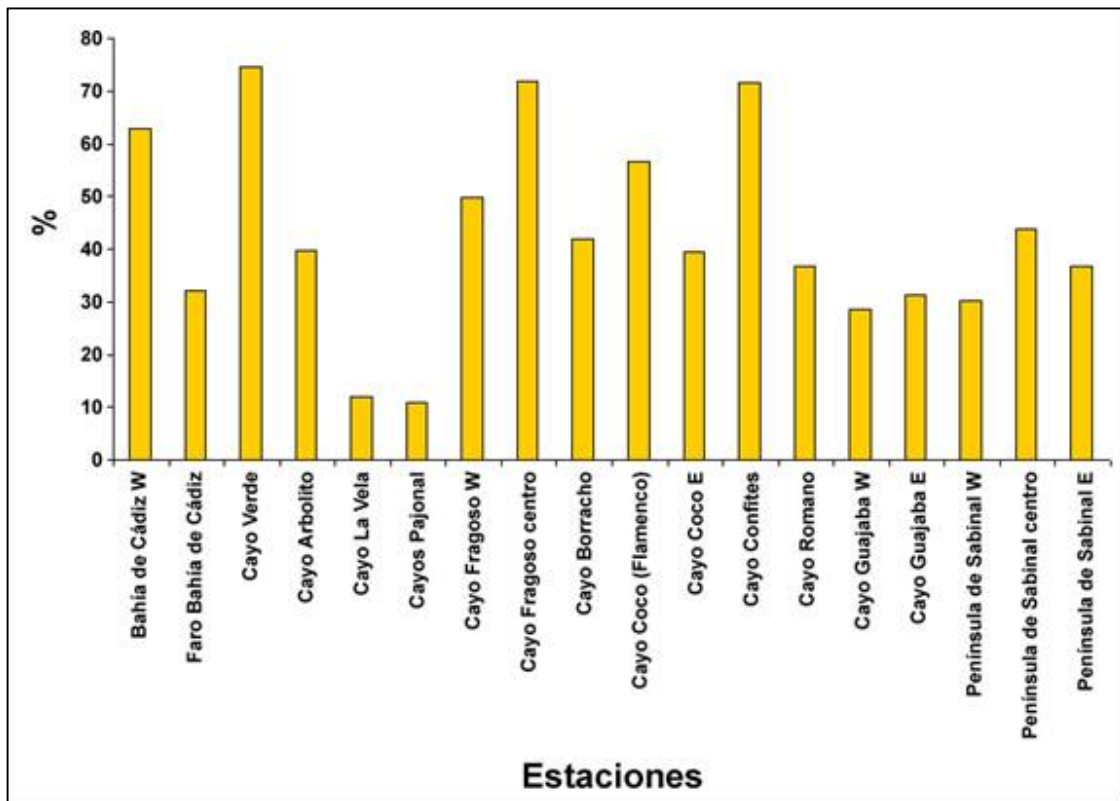


Figura 30. Abundancia de macroalgas carnosas en las mesetas arrecifales del ASC.

La densidad de erizo negro *Diadema antillarum* fue nula en todas las estaciones, salvo en las estaciones de cayo Coco este y Sabinal centro, donde se detectaron 3 y 1 ejemplares, respectivamente, por cada 10 m².

El porcentaje de muerte antigua osciló entre el 15 y el 30 %, quedando fuera de este intervalo sólo las estaciones de Guajaba oeste, con un 38.6%, y Confites con 7.14% (figura 34). El índice de mortalidad reciente no supera el 2% en la mayoría de las estaciones, destacándose solo las estaciones de cayo Romano y Bahía de Cádiz oeste, algo por encima de este valor, y Coco (Playa Flamenco) con un valor máximo de 3.5 % (figura 35). No se detectaron enfermedades en las estaciones profundas evaluadas.

El reclutamiento coralino osciló entre 0.4 y 3.2 colonias recién asentadas por m² en la mayoría de las estaciones. Se destacan por encima de estos valores solo las estaciones Fragoso oeste y Romano, con algo más de 4 reclutas por m² (figura 36).

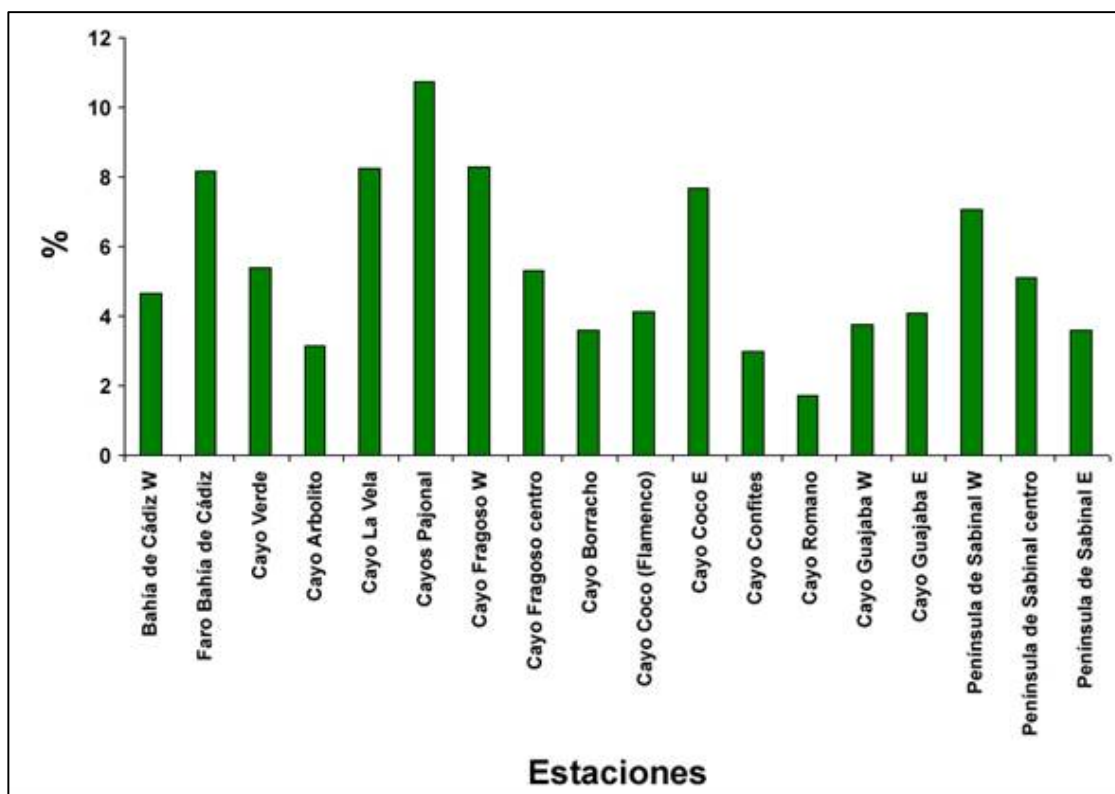


Figura 31. Abundancia de algas calcáreas en las pendientes arrecifales del ASC.

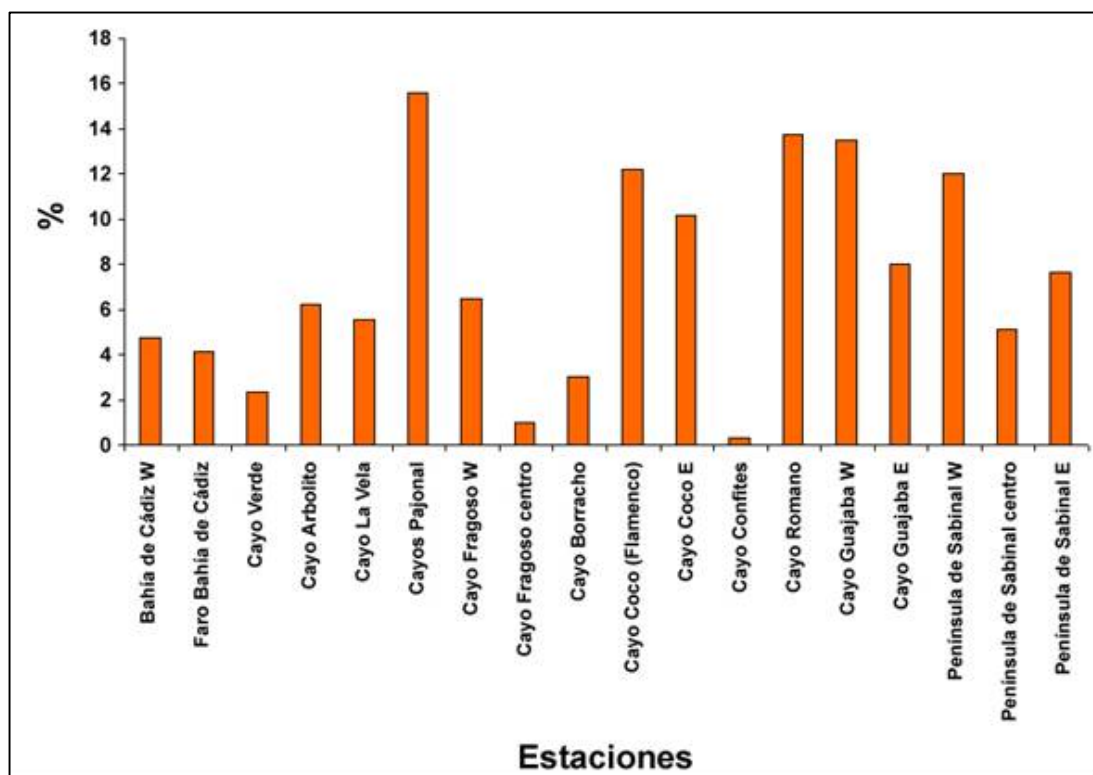


Figura 32. Abundancia de algas costosas en las pendientes arrecifales del ASC.

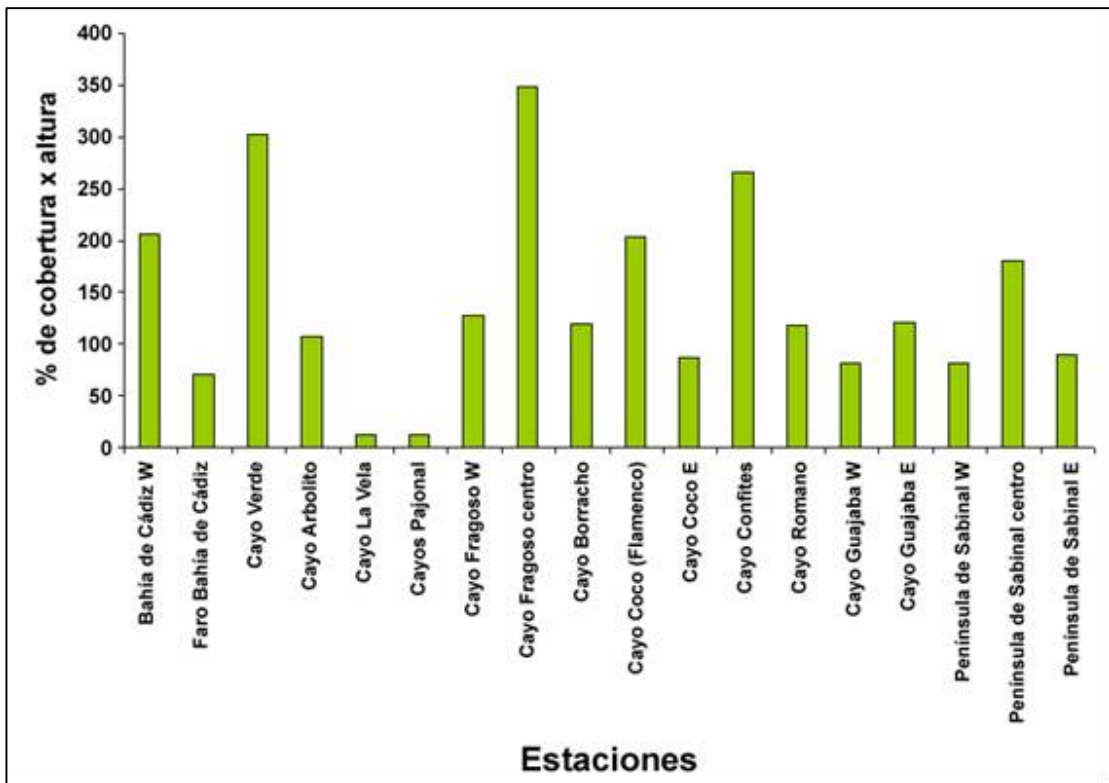


Figura 33. Índice de macroalgas (% de cobertura x altura) en las pendientes arrecifales del ASC.

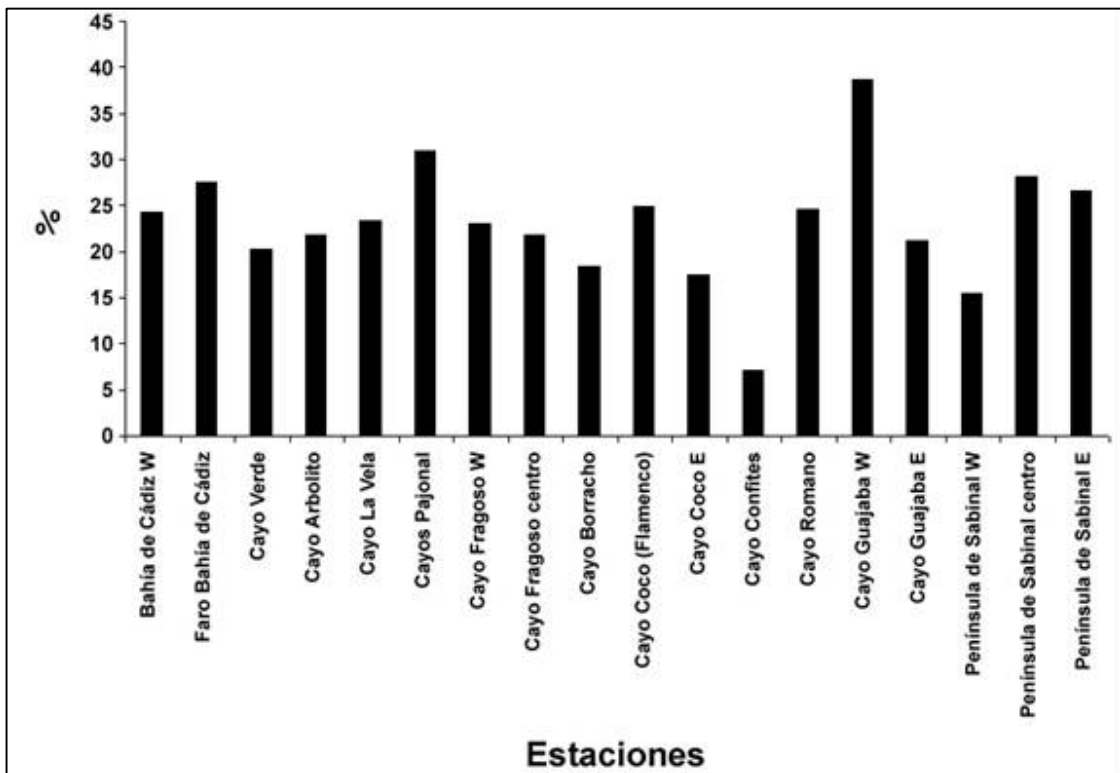


Figura 34. Porcentaje de muerte antigua de las colonias de corales en las pendientes arrecifales del ASC.

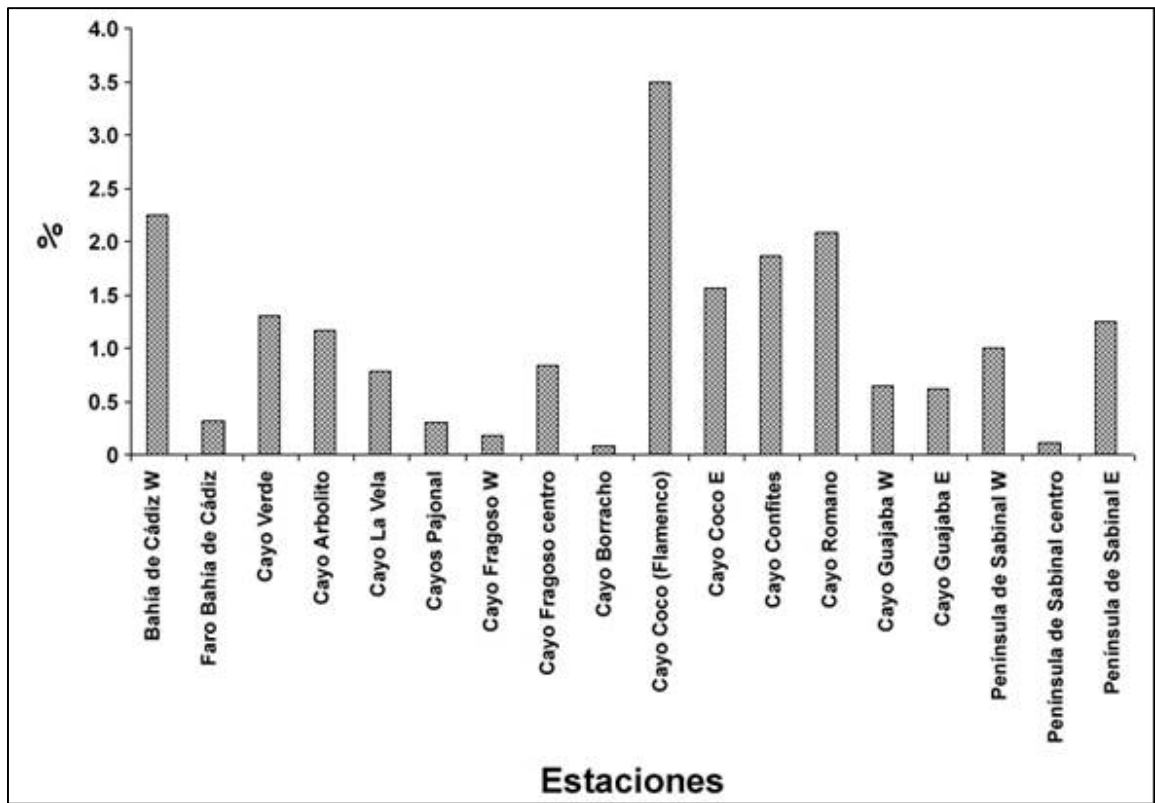


Figura 35. Porcentaje de muerte reciente de las colonias de corales en las pendientes arrecifales del ASC.

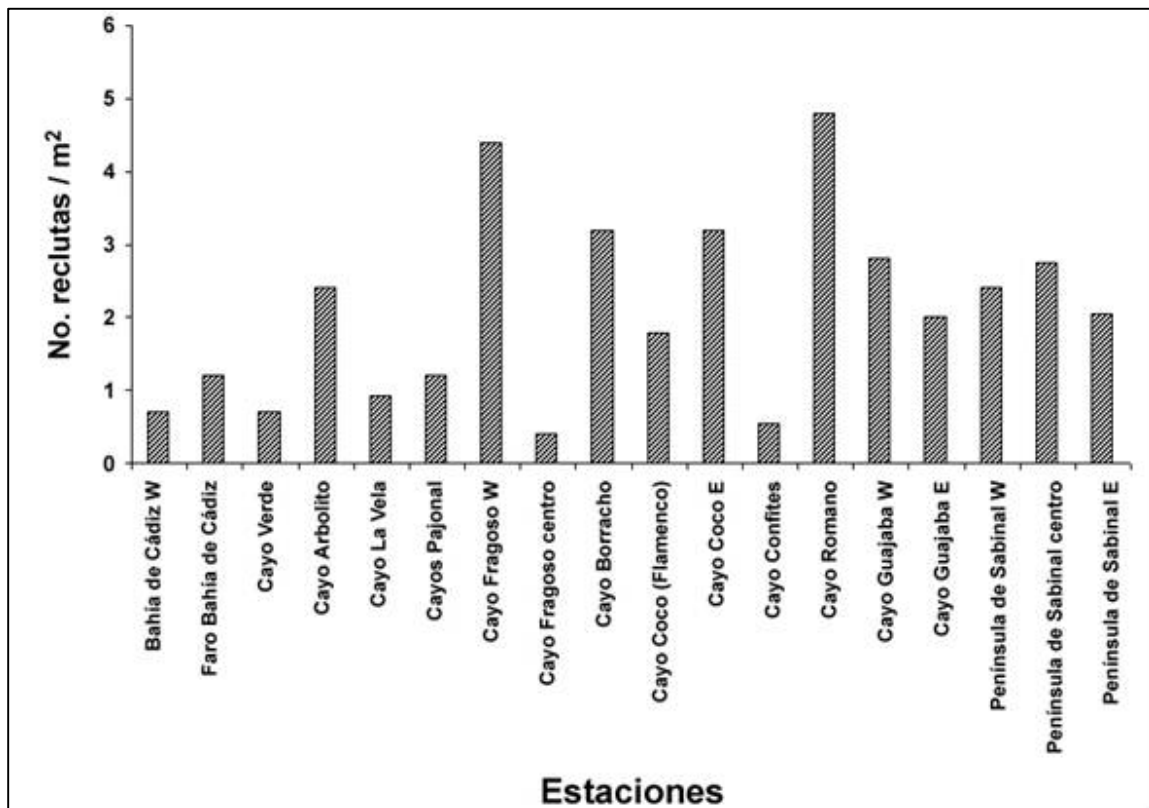


Figura 36. Densidad de reclutas coralinos en las pendientes arrecifales del ASC.

2.2. Peces

La densidad total por estaciones superó los 100 individuos/100 m² en cinco estaciones: Faro Bahía de Cádiz, Cayos Pajonal, Cayo Borracho y las estaciones al centro y al Este de Cayo Sabinal (figura 37). No obstante, entre estas estaciones, las abundancias y biomاسas relativas de los diferentes grupos tróficos de peces presentan grandes diferencias. La biomasa total arroja resultados similares a la densidad en cuanto a aquellas estaciones que presentan los mayores valores, por estar relacionado este parámetro en primer lugar con la abundancia de los peces. Aunque en las estaciones situadas al centro de Cayo Sabinal y al norte de los cayos Pajonal dieron valores inferiores de biomasa a los esperados de acuerdo con las densidades totales (figura 38), evidentemente por el predominio de especies de pequeña talla como *Chaetodon capistratus* y en general de ejemplares de pequeño tamaño de las familias Scaridae y Lutjanidae.

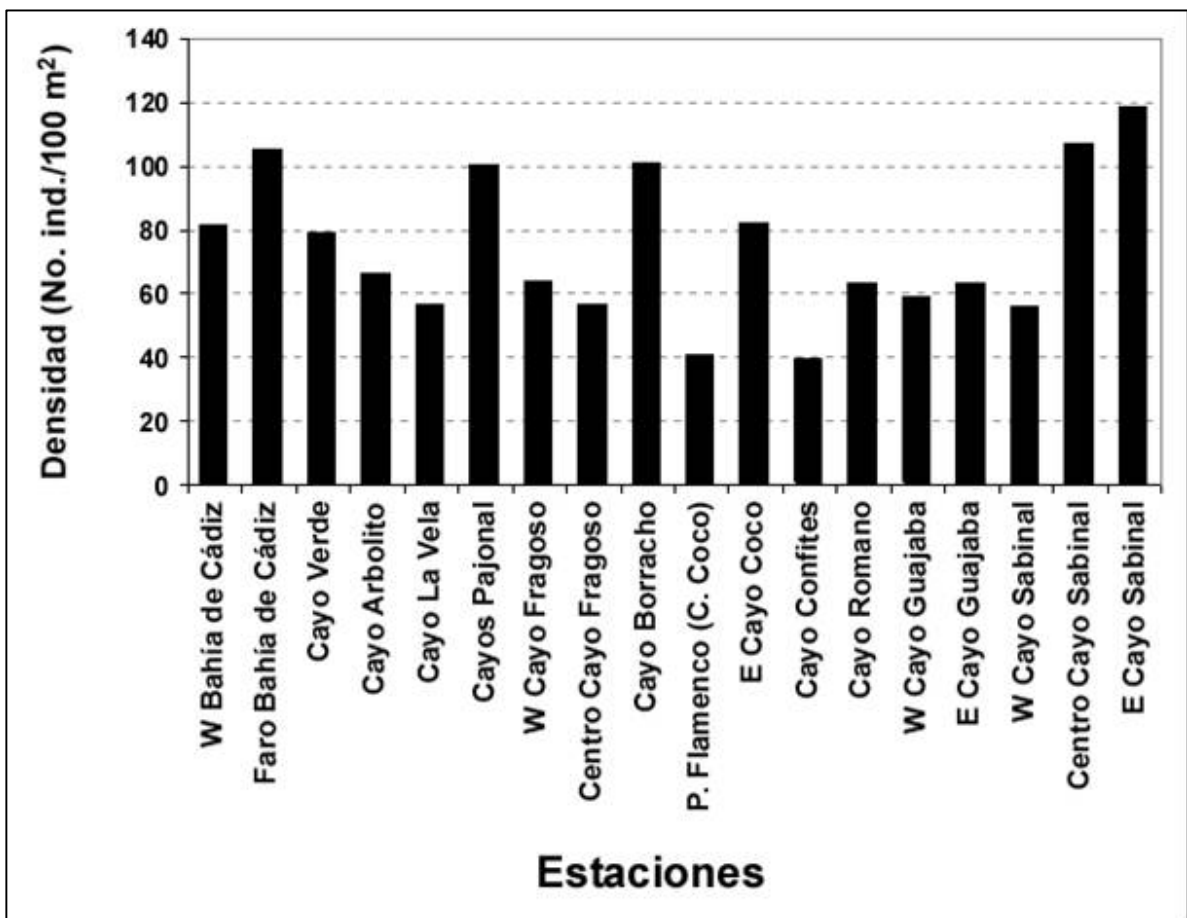


Figura 37. Valores medios de densidad (abundancia) del total de peces censados cuantitativamente en las pendientes arrecifales del archipiélago Sabana-Camagüey.

Los herbívoros muestran sus mayores abundancias en las mismas estaciones que presentaron los valores más elevados de densidad total, pues constituyen un porcentaje muy alto dentro del total de los peces evaluados (figura 39). La mayoría de las estaciones donde se registraron los valores más elevados de biomasa de barberos están ubicadas en la región oriental del archipiélago Sabana-Camagüey (cayo Sabinal oeste, centro y este, cayo Guajaba), aunque el

mayor valor se encontró en la estación Faro Bahía de Cádiz, perteneciente a la zona más occidental.

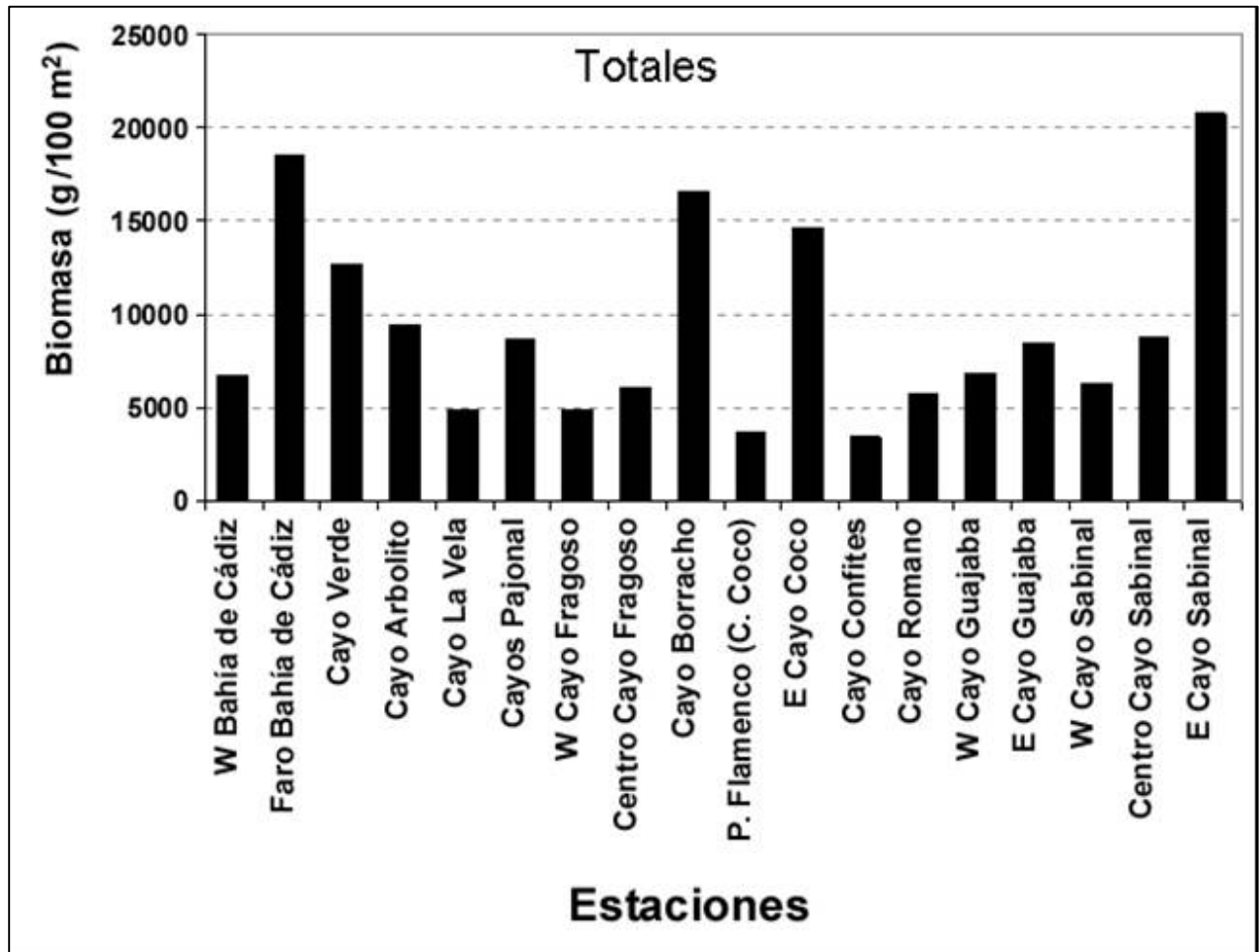


Figura 38. Valores medios de biomasa del total de peces censados cuantitativamente en las pendientes arrecifales del archipiélago Sabana-Camagüey.

Sin embargo los loros, que constituyen más del 50 % de la biomasa de este grupo trófico, mostraron sus valores más elevados en dos estaciones de la zona central, en Cayo Borracho y al este de Cayo Coco, en primer lugar por la presencia de ejemplares de gran talla de *Sparisoma viride* (vieja lora) de hasta 50 cm largo horquilla (LH), además de algunos ejemplares grandes de *Scarus vetula* (loro reina) y *Sparisoma chrysopterum* (loro colirrojo).

Las chiviricas, consideradas omnívoros por AGRRA (bentófagos según Randall, 1967), mostraron las mayores abundancias en la zona central del archipiélago, con el máximo en Cayo Borracho, seguido por una estación al este de Cayo Guajaba y otra al centro de Sabinal (figura 38). Sin embargo, el comportamiento en las biomásas fue diferente, pues las estaciones más orientales no mostraron valores especialmente altos, por predominar ejemplares de pequeña talla y principalmente de la especie *Holacanthus tricolor* (vaqueta de dos colores). La zona central presentó los valores intermedios (entre 800 y 1000 g/ 100 m²), mientras los máximos fueron

obtenidos en las estaciones de Cayo Verde y Cayo Arbolito (región occidental), con valores iguales o superiores a 1400 g/100 m². Ello se debe en primer lugar a una mayor abundancia de las especies del género *Pomacanthus* (*P. paru* y *P. arcuatus*), que alcanzan las mayores tallas dentro del grupo de las chiviricas, y además que casi siempre sus individuos andan en parejas.

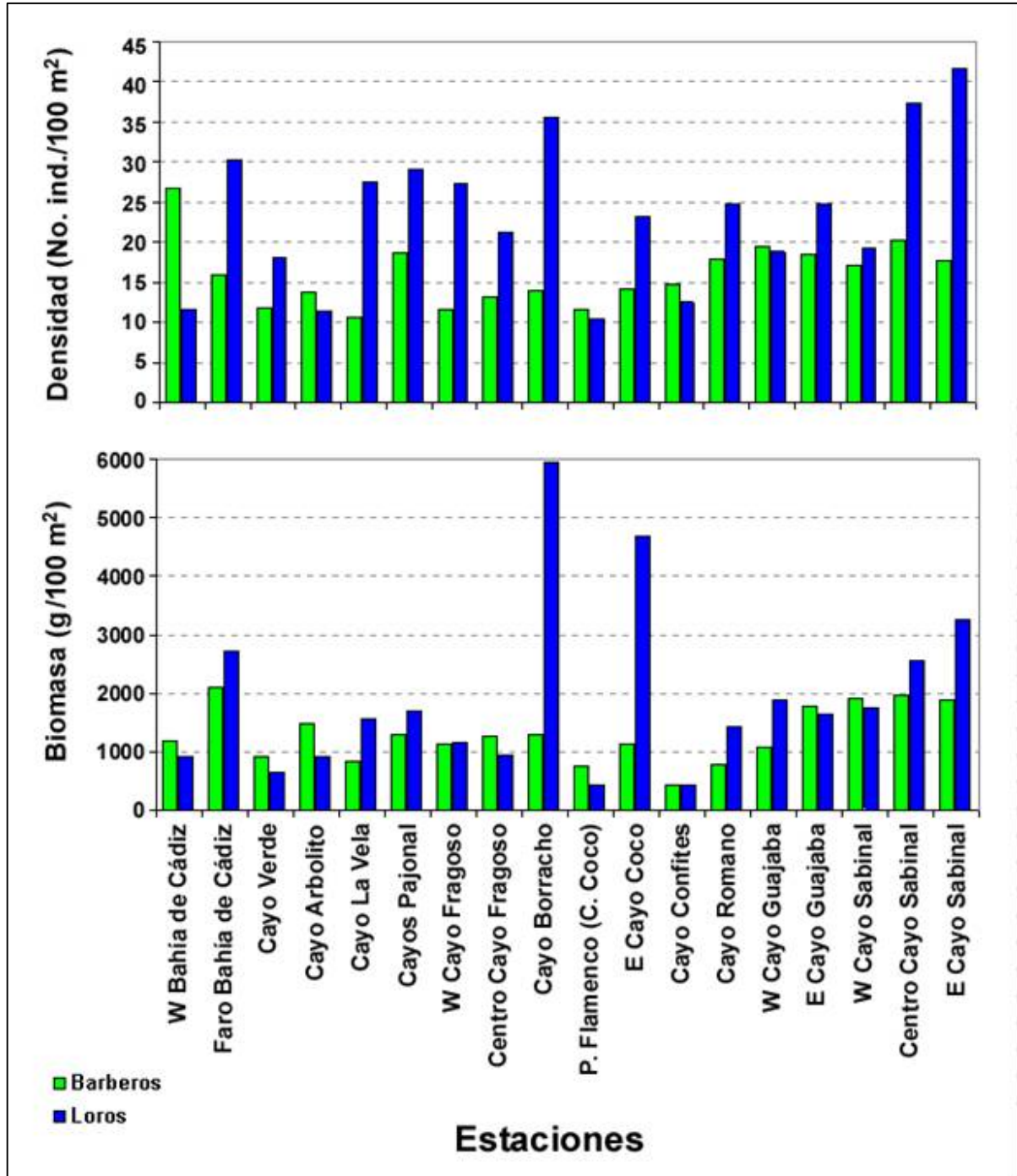


Figura 39. Valores medios de densidad (arriba) y biomasa (abajo) de los barberos (familia Acanthuridae) y los loros (familia Scaridae) en las pendientes arrecifales del archipiélago Sabana-Camagüey.

Los roncós (familia Haemulidae) mostraron sus abundancias más elevadas en las estaciones de cayos Pajonal, el oeste de Bahía de Cádiz, el este de cayo Sabinal y cayo Verde, pero fueron estas dos últimas estaciones las que ofrecieron las mayores biomásas de estos bentófagos (figura 40), por la mayor abundancia de ejemplares de mayor talla, fundamentalmente del ronco arará (*Haemulon plumieri*), con varios ejemplares de 25 a 30 cm. Muy pocos ejemplares de jallao (*Haemulon album*) fueron censados en el total de las estaciones profundas evaluadas.

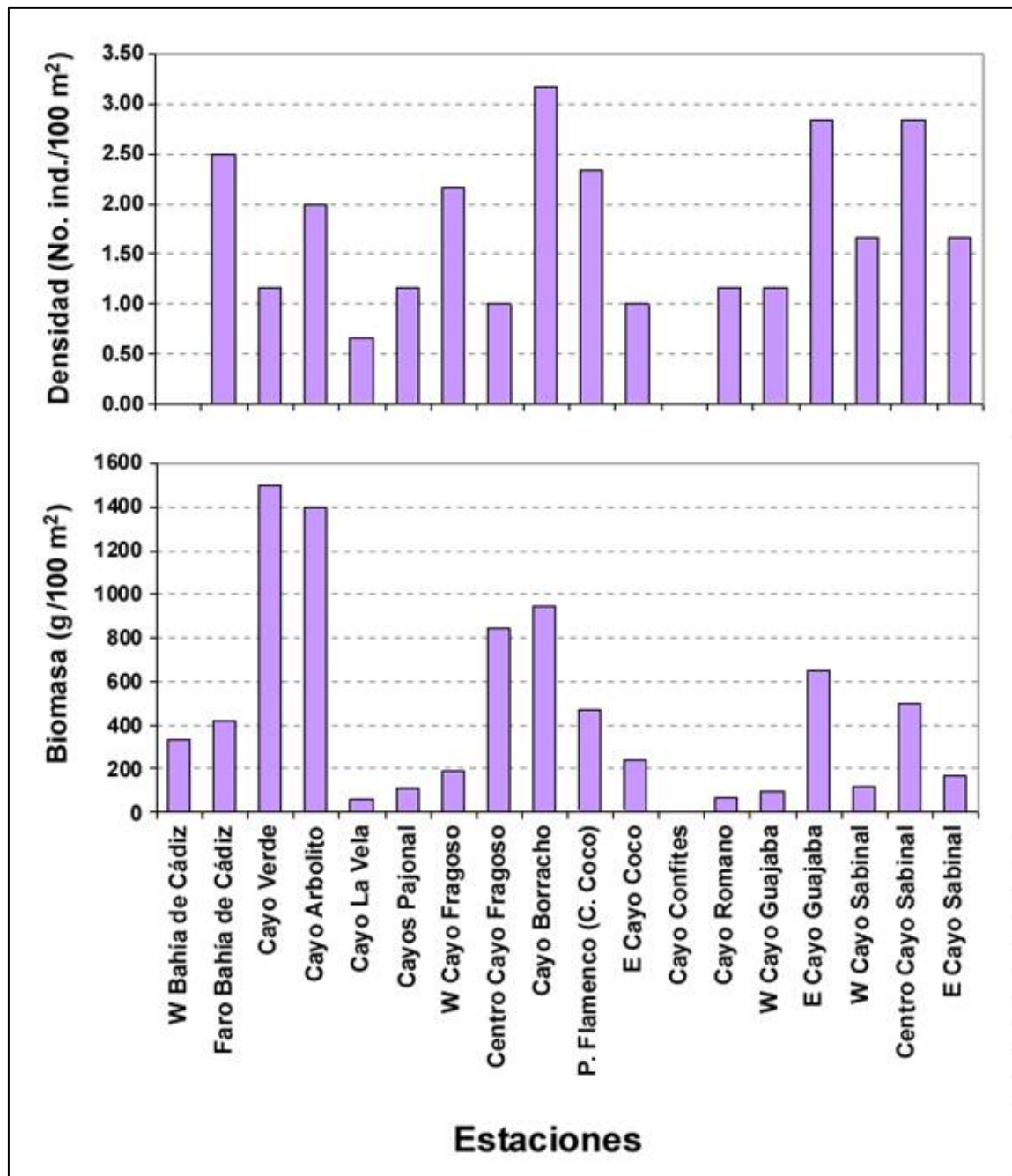


Figura 40. Valores medios de densidad y biomasa de las chiviricas (familia Pomacanthidae) en las pendientes arrecifales del archipiélago Sabana-Camagüey.

Los parches (familia Chaetodontidae) fueron más abundantes en la estación de cayos Pajonal (6 ind./100 m²), seguida por cayo Guajaba (3.67 ind./100 m²) y luego por el este de Sabinal y cayo Arbolito (3.50 ind./100 m²). Este resultado se corresponde con lo obtenido en las biomásas, por ser peces pequeños y cuyas especies alcanzan tamaños similares, con la excepción del parche narizón, cuyos adultos son algo más pequeños que el resto de las especies, pero que resulta mucho menos abundante que *Chaetodon capistratus* (parche cuatro ojos) y *C. striatus* (parche rayado) en este archipiélago y en general en toda la plataforma insular cubana (Claro, 1994; 2001).

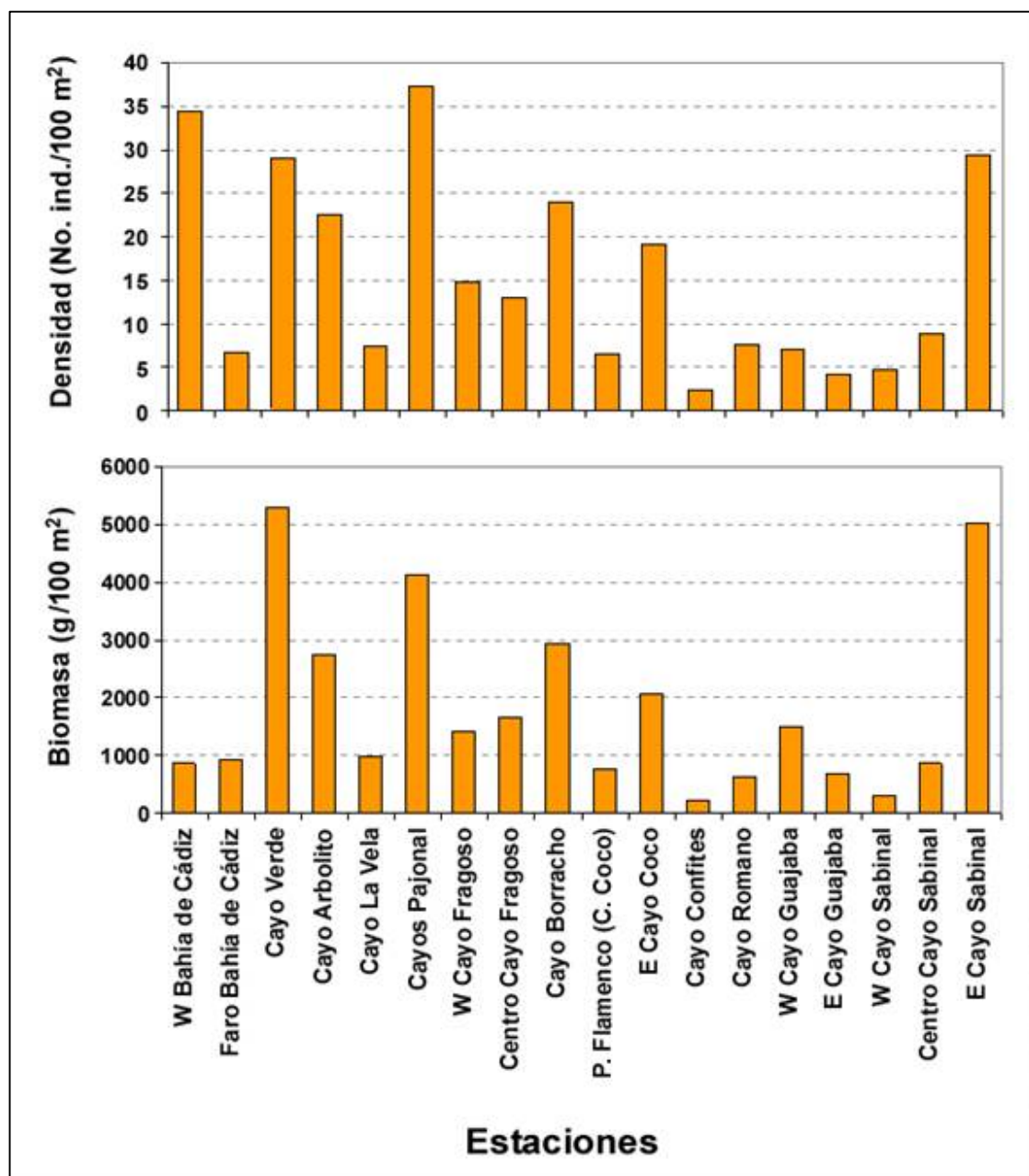


Figura 41. Valores medios de densidad y biomasa de los roncós (familia Haemulidae) en las pendientes arrecifales del Archipiélago Sabana-Camagüey.

Los pejes perro (*Lachnolaimus maximus* y *Bodianus rufus*), resultaron más numerosos en cayo Borracho, seguida esta estación por cayo Verde, Bahía de Cádiz y el centro de cayo Sabinal. Pero la casi totalidad de los ejemplares de cayo Borracho fueron de la especie *Bodianus rufus*, que alcanza menor talla que la otra y por tanto aporta menos biomasa dentro de su nivel trófico. En cayo Verde se obtuvieron las mayores biomásas de estos lábridos (figura 42), seguido muy de cerca por la estación al Este de Sabinal, la localidad con la mayor representación de *Lachnolaimus maximus* de todo el archipiélago.

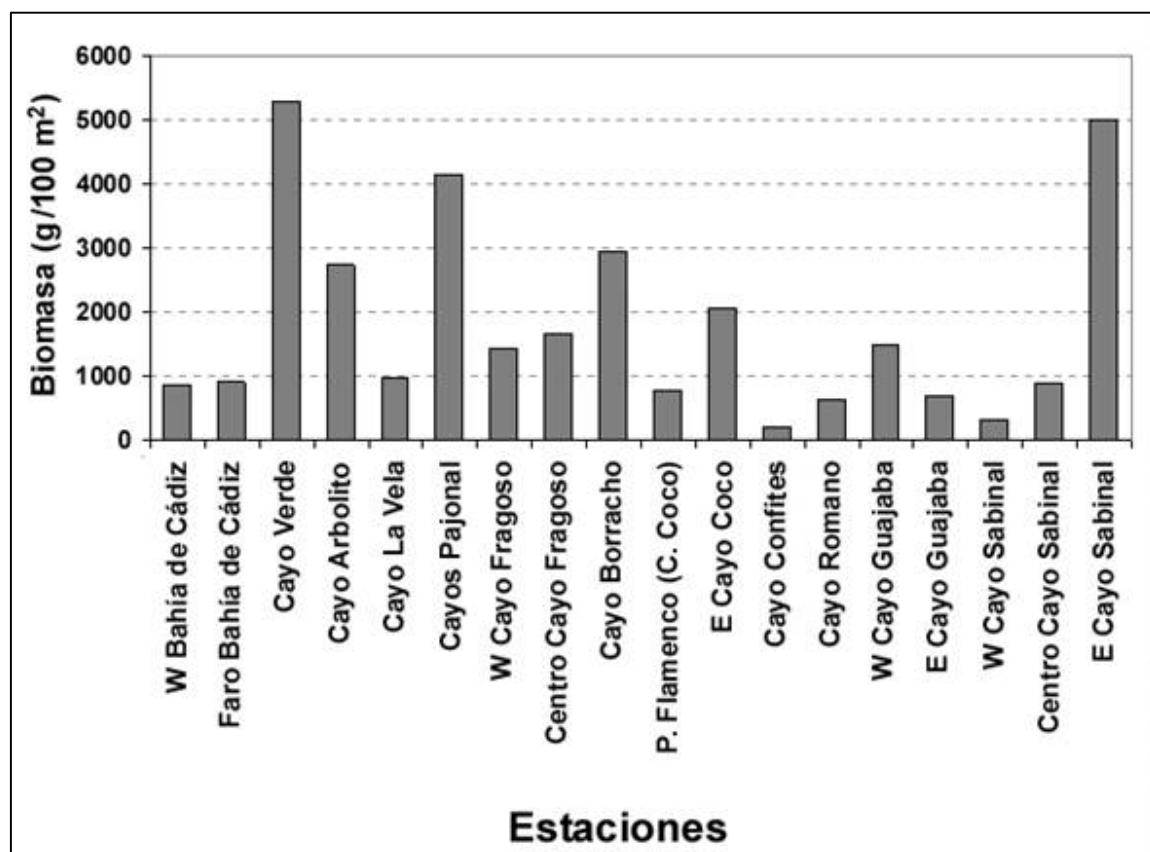


Figura 42. Valores medios de biomasa de los pejes perro (*Bodianus rufus* y *Lachnolaimus maximus*) en las pendientes arrecifales del archipiélago Sabana-Camagüey.

Los pargos (familia Lutjanidae) y meros (familia Serranidae), resultaron bastante escasos en casi todas las estaciones. Entre los lutjánidos, la única estación con abundancia de esta familia fue la del Faro de Bahía de Cádiz, que mostró 33.3 individuos/100 m², más del doble de la abundancia de la estación al Este de cayo Coco, que le siguió en densidad (figura 43). En Faro Bahía de Cádiz la especie predominante entre los pargos fue el caballero (*Lutjanus griseus*), con más del 95 % del total de individuos de la familia, mientras al Este de cayo Coco predominaron las rabirrubias (*Ocyurus chrysurus*), el cají (*Lutjanus apodus*) y el pargo ojanco (*Lutjanus mahogoni*). Otras estaciones con abundancias moderadas de estos peces fueron las de cayo Borracho, con ejemplares de pequeña talla, principalmente de rabirrubia; y al este de cayo Sabinal, con ejemplares algo mayores de la misma especie. Los pargos mayores, como el jocú (*L. jocu*) y la cubera (*L. cyanopterus*) estuvieron prácticamente ausentes de los censos en todo el archipiélago, con la

excepción de la estación del Faro de Bahía de Cádiz, donde fueron observados algunos ejemplares de jocú, varias cuberas y varios pargos criollos (*L. analis*). La especie más abundante de esta familia en los arrecifes profundos evaluados del archipiélago fue la rabirrubia, seguida por el cají y por el pargo ojanco, aunque también fueron observados varios individuos de biajaiba (*L. synagris*), fundamentalmente hacia la zona central y oriental.

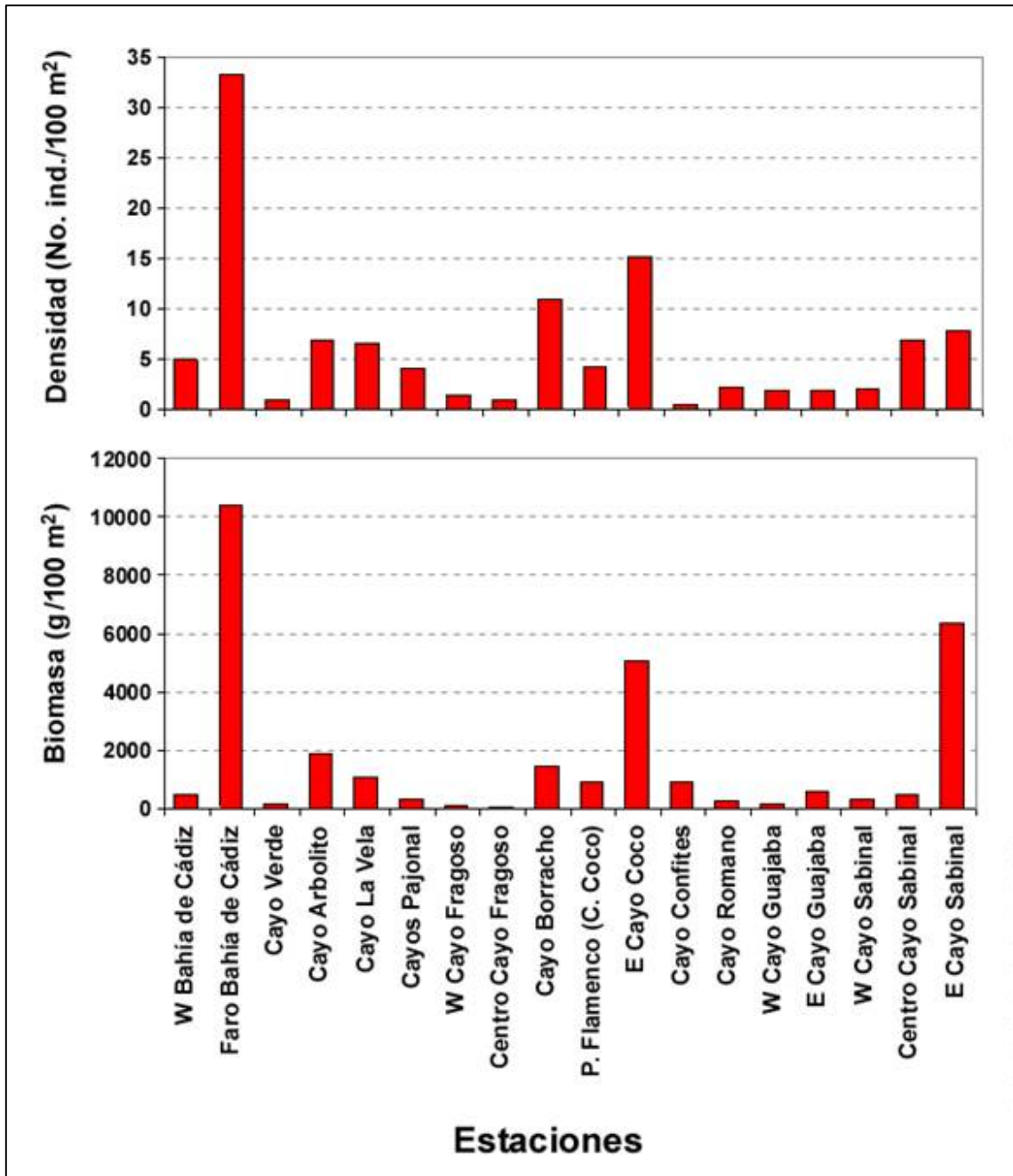


Figura 43. Valores medios de densidad y biomasa de los pargos (familia Lutjanidae) en las pendientes arrecifales del archipiélago Sabana-Camagüey.

Los meros resultaron ser más abundantes en las estaciones de cayo Verde, el centro y Este de cayo Sabinal, y en cayo Borracho. Estas dos estaciones de Sabinal estaban pobladas fundamentalmente por individuos del guatívere (*Cephalopholis fulva*) de tamaño relativamente pequeño (menores de 10 cm LH), mientras que en cayo Verde y Borracho fueron observados algunos ejemplares de cherna criolla (*Epinephelus striatus*), cabrilla (*Epinephelus guttatus*) y aguají (*Mycteroperca bonaci*), responsables de la mayor biomasa de la familia en esas estaciones (figura 44). Esta última especie fue observada solamente en algunos puntos de la zona central del archipiélago.

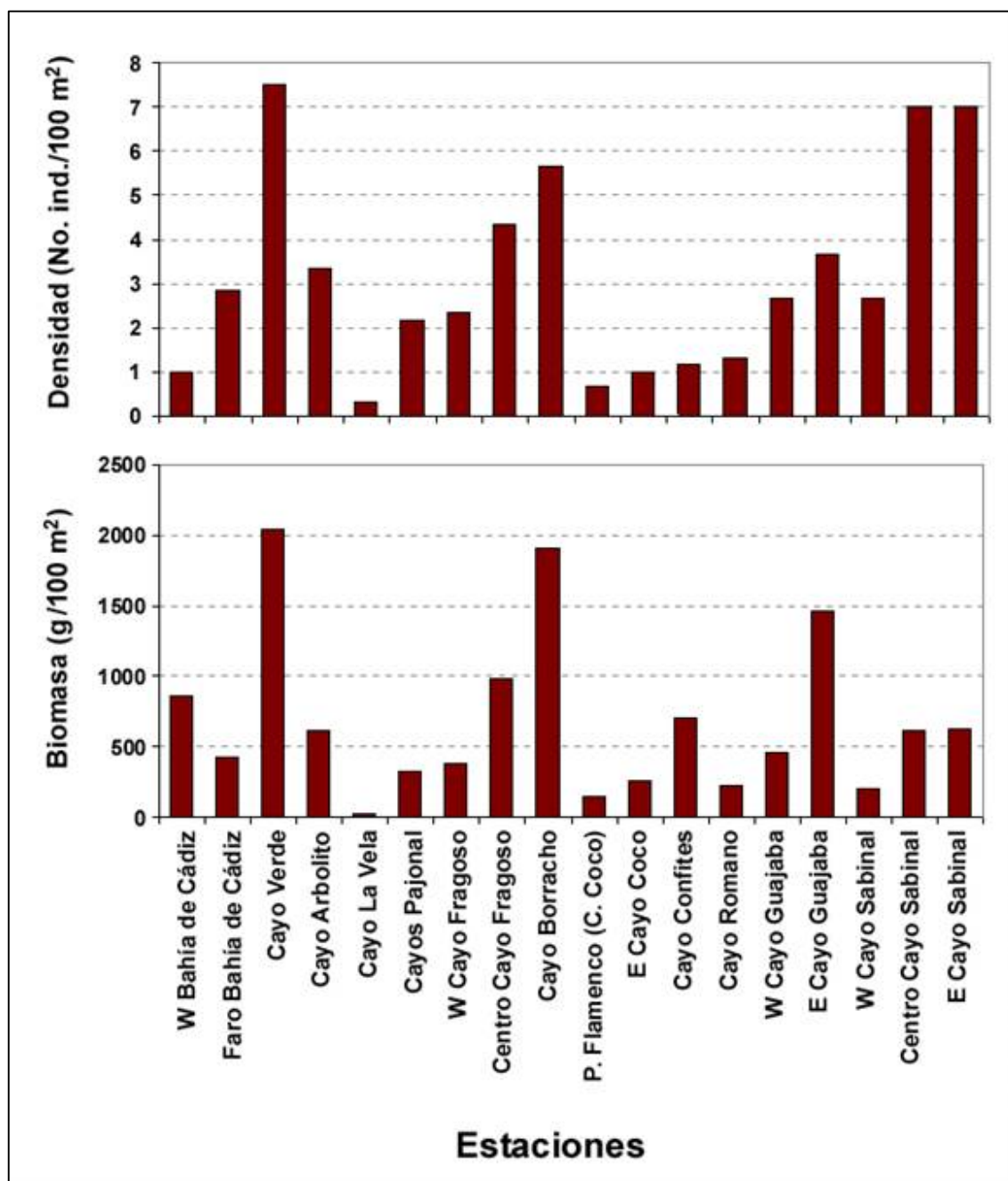


Figura 44. Valores medios de densidad y biomasa de los meros (familia Serranidae) en las pendientes arrecifales del archipiélago Sabana-Camagüey.

Los carnívoros ictiofagos, de los cuales se cuantifican solamente la picúa (*Sphyraena barracuda*) y el cibí carbonero (*Caranx ruber*) en la metodología utilizada, resultaron escasos, con valores de densidad que solamente superaron los 10 individuos por 100 m² en dos estaciones: Faro Bahía de Cádiz y cayo Sabinal (centro), en ambos casos por la presencia de pequeños cardúmenes del cibí carbonero. La picúa resultó más común en los extremos occidental y oriental de la cayería, aportando para los máximos de biomasa de la región, al norte de cayo Bahía de Cádiz y al norte de cayo Sabinal (figura 45).

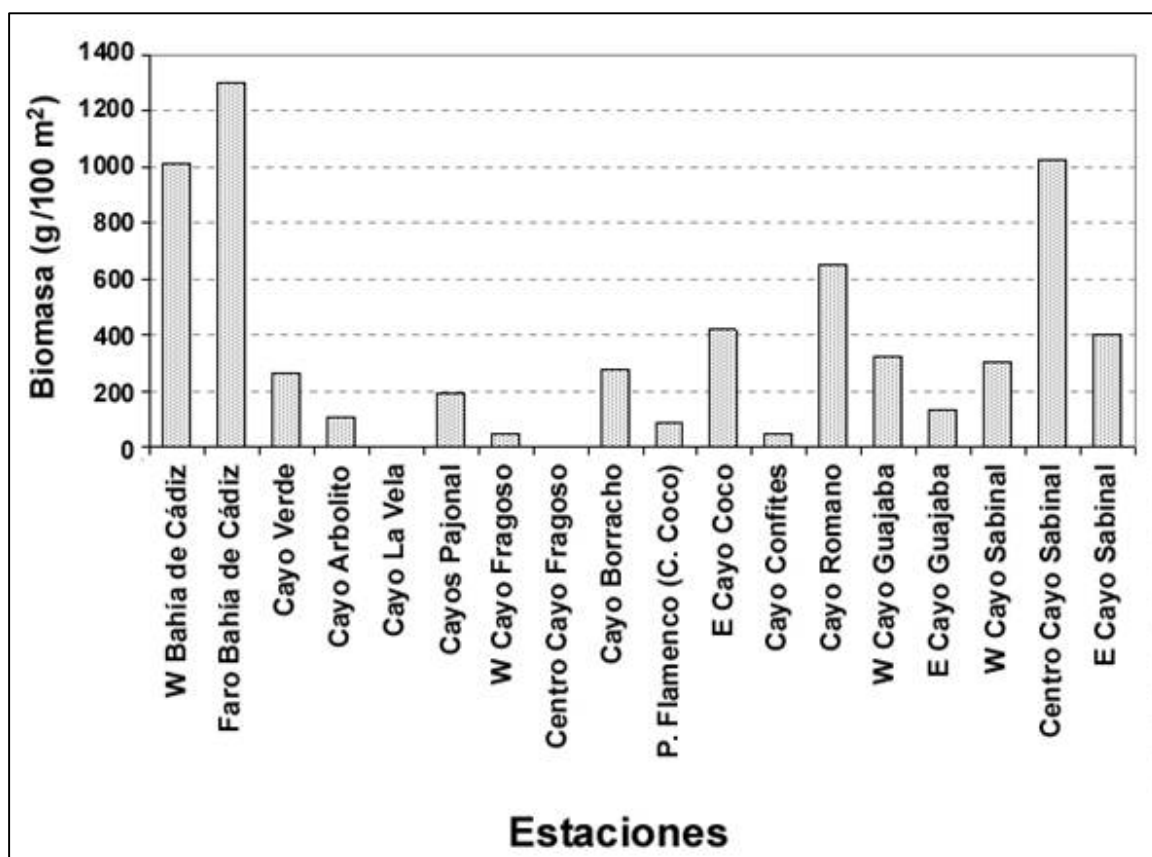


Figura 45. Valores medios de biomasa de los ictiofagos (*Sphyraena barracuda* y *Caranx ruber*) en las pendientes arrecifales del archipiélago Sabana-Camagüey.

La riqueza de especies fue, al igual que en las mesetas arrecifales, ligeramente superior en algunas estaciones del occidente del archipiélago, aunque como estación individual, fue la de cayo Borracho la de mayor riqueza, con 62 especies censadas (figura 46). En la estación que le sigue en riqueza, frente a cayo Verde, fueron censadas 56 especies, o sea, 6 especies menos. Las especies más abundantes fueron *Chromis cyanea* y *Thalassoma bifasciatum* (tabla 3), que no solamente fueron censadas en todas las estaciones de muestreo, sino que sus abundancias fueron superiores al centenar (vs. 30 minutos de censo visual errante) en casi todos los sitios. Les siguieron algunas especies de roncós y barberos, en especial *Haemulon plumieri* y *Acanthurus bahianus*, dos especies abundantes en todos los tipos de arrecifes coralinos, independientemente del resto de las especies que definen las diferentes asociaciones de peces de las subdivisiones que se han establecido dentro de los arrecifes, en particular en el archipiélago Sabana-Camagüey (Claro y García-Arteaga, 1994). El parche más común de nuestra plataforma (*Chaetodon capistratus*) y un mero de tamaño

relativamente pequeño (*Cephalopholis fulva*), quedaron también incluidos entre las especies más frecuentes y abundantes. En el caso de *C. fulva* (guatívere), se trata de un serránido de hábitos demersales y moderadamente territoriales (Valdés-Muñoz y Mocheke, 1994) que domina solamente en los arrecifes de la costa norte de Cuba, pues su equivalente en el sur es *C. cruentata* (enjambre), con una relación inversa de abundancia a la existente en el archipiélago Sabana-Camagüey (Cantelar y Pina, 2002).

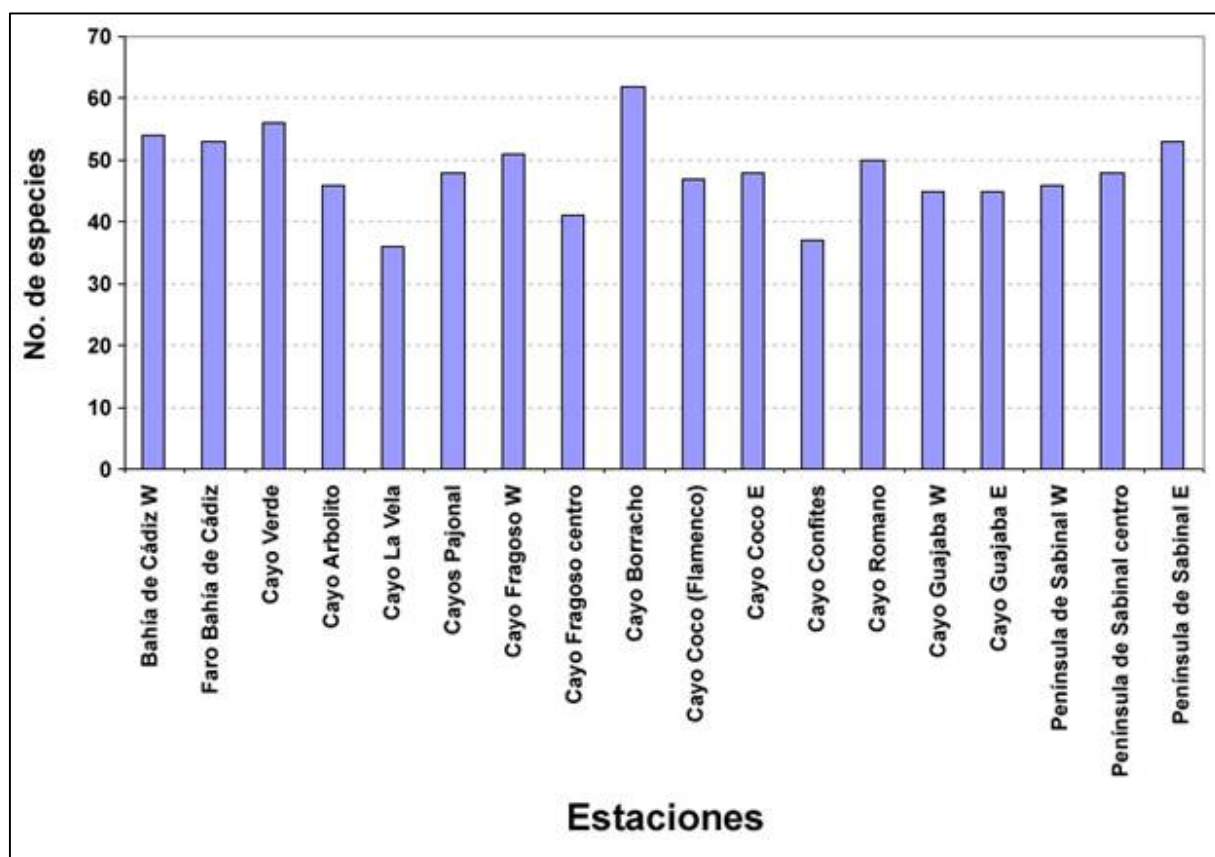


Figura 46. Riqueza de especies (como número de especies) en las pendientes arrecifales.

Tabla 3. Especies más frecuentes y abundantes en las pendientes arrecifales.

| No. | Especie | Frecuencia de aparición | A (abundancia) |
|-----|-------------------------------|-------------------------|----------------|
| 1 | <i>Chromis cyanea</i> | 18 | 68 |
| 2 | <i>Thalassoma bifasciatum</i> | 18 | 67 |
| 3 | <i>Haemulon plumieri</i> | 18 | 52 |
| 4 | <i>Acanthurus bahianus</i> | 18 | 51 |
| 5 | <i>Acanthurus coeruleus</i> | 18 | 48 |
| 6 | <i>Scarus taeniopterus</i> | 18 | 45 |
| 7 | <i>Chaetodon capistratus</i> | 18 | 39 |
| 8 | <i>Halichoeres garnoti</i> | 17 | 49 |
| 9 | <i>Cephalopholis fulva</i> | 17 | 42 |
| 10 | <i>Haemulon sciurus</i> | 17 | 41 |

DISCUSIÓN

Bentos

Los índices de mortalidad antigua, principalmente en crestas dominadas por la especie *Acropora palmata*, y la baja incidencia de mortalidad reciente, no dejan dudas de que estas comunidades de corales sufren las consecuencias de mortalidades masivas ocurridas décadas atrás. El caso más crítico en este sentido se observó en cayo Sabinal, donde grandes colonias de la especie *Acropora palmata* (incluso de hasta 9 m de diámetro), conforman crestas coralinas cuyas mortalidades oscilan entre un 60 y 80 %.

En contraste a la escasa recuperación que han tenido las crestas de Sabinal, donde los signos de mayor recuperación para *A. palmata* se observaron a 2 o 3 m de prof, existen en otras estaciones evidencias en mayor o menor medida, de renovación de las poblaciones de esta especie a partir de colonias nuevas pequeñas y en alguna medida del proceso de recape (Alcolado *et al.*, 2001). Tenemos el caso de la cresta oeste de cayo Fragoso, donde las colonias de *A. palmata* presentan importantes signos de recuperación, que incluso, pueden hacer que se consideren poblaciones sanas si el observador se limita a observarlas en vista superior. Esto se debe a que el proceso de recape ha ocurrido preferencialmente en las zonas más iluminadas de las ramas, y las partes inferiores o sombreadas carecen de tejidos vivos o su cobertura del esqueleto antiguo es muy rala.

La presencia del erizo negro (*Diadema antillarum*), se puede considerar insuficiente, si se les compara con los resultados obtenidos por Hughes (1994) y Lessios (1984) para los arrecifes coralinos del Oeste de Jamaica, donde se les considera sumamente afectados por la epidemia ocurrida en la década de 1980 (Lessios, 1984). Además, su escasez es tan notable (varias estaciones fueron evaluadas sin que aparecieran ejemplares de esta especie) que la comparación es prácticamente innecesaria. En el caso de la estación al Oeste de cayo Guajaba oeste, excepcional por su abundancia de estos equinodermos, ello coincide con uno de los resultados de mayor cubrimiento de la especie *Millepora complanata*, lo que pudiera guardar cierta relación, aunque no existe aún un patrón espacial definido que lo confirme. También se pudieron observar abundantes erizos de la especie *Equinometra lucunter*, entre las ramas de las colonias de *A. palmata* y *M. complanata*, en las estaciones de Mégano Grande, cayo Confites y cayo Romano. Esto crea expectativas positivas en torno a la posible recuperación tanto de crestas como bajos someros, en condiciones favorables. En general los bajos coralinos dominados por la especie *M. complanata*, presentan buenos signos de vitalidad.

Existen referencias de niveles elevados de nutrientes (eutroficación) de origen antrópico en los arrecifes del archipiélago (CUB/92/G31, 1997), lo que unido a los bajos niveles de herbivorismo, principalmente por las afectaciones que han sufrido las poblaciones del erizo negro, estimula el desarrollo algal. En la mitad oriental del archipiélago se hace evidente el éxito competitivo de las macroalgas, principalmente las carnosas, por el espacio en estos fondos duros, aunque en esta zona los aportes de nutrientes no parecen ser los más elevados del archipiélago. Incluso en arrecifes de pendiente en forma de camellones y cangilones se cuantificaron notables densidades de macroalgas carnosas, lo que puede ser un indicador de eutroficación de las aguas, aún teniendo en cuenta de que estos arrecifes tienen una franca influencia de las aguas oceánicas.

En esta zona, las estaciones de cayo Sabinal parecen ser la excepción, pues fueron censados valores relativamente altos de peces herbívoros (barberos y loros fundamentalmente), pero sus tallas promedio son más bien pequeñas y por ende el consumo de vegetales es proporcionalmente menor que en otras estaciones donde predominan especies mayores o ejemplares de mayores tallas. No se

detectaron otras señales evidentes de daño antrópico. Como fuentes de impacto natural, la resuspensión de sedimentos y la acción de los huracanes parecen ser las más constantes sobre las comunidades megabentónicas.

El análisis integral de los atributos señalados para evaluar el estado de salud de los arrecifes coralinos, desde el punto de vista bentónico, indica a los cayos Duttón y el centro de Fragoso como las mesetas arrecifales con mejores atributos de salud con respecto al zoobentos. Sin embargo, ello está dado porque el principal constructor del arrecife en estas estaciones es la especie urticante *Millepora complanata*, que predomina por su marcada resistencia a condiciones adversas. Esto refuerza la necesidad de un estudio más profundo de las características ecológicas particulares de cada arrecife cuando se analizan estos ecosistemas de Sabana-Camagüey desde un punto de vista del manejo. Luego de las mencionadas se destacan con favorables indicadores de salud las estaciones de cayo Borracho, cayo Coco (Playa Flamenco), cayo Mégano Grande, y el Oeste de cayo Guajaba (Tabla 5).

En el caso de los arrecifes profundos se destaca la estación de Coco Este por presentar la mayor acumulación de atributos favorables de salud del bentos, seguida por las de cayo Romano y cayo Sabinal Oeste, y en menor medida los cayo Bahía de Cádiz, Arbolito y Guajaba (tabla 3). Desde el punto de vista del buceo contemplativo estas son las áreas más recomendables para la observación del bentos con equipo autónomo (SCUBA).

Uniendo las estaciones someras con las profundas, el perfil que mejores condiciones de salud presentó desde el punto de vista del megazoobentos fue el de cayo Borracho (resultado que se repite a partir de 2001), seguido por los perfiles situados frente a los cayos Coco (Este), Romano y Guajaba.

Los impactos recientes más importantes sobre las comunidades de corales son las manchas blancas (extirpación de pólipos y parte de sus cálices) observadas de forma abundante sobre las colonias de *Acropora palmata*, lo que al parecer está causado por ciertos depredadores. En las colonias masivas (*Diploria spp.*, *Siderastraea siderea* y *Montastraea spp.*) la banda negra y la acción perforante de esponjas del género *Cliona*.

Peces

En la presente evaluación, el perfil (como meseta y pendiente arrecifal en su conjunto, en una localidad geográfica determinada) de mejores condiciones en cuanto a la ictiofauna resultó ser el de cayo Verde, con elevados valores de abundancia y biomasa de varios grupos de importancia tanto económica como ecológica, tales como las chiviricas (familia Pomacanthidae), los roncós (familia Haemulidae), los perros (familia Labridae) y los meros (familia Serranidae). En el caso de los pargos no resultó esta estación la de mayor abundancia, sino la vecina estación del faro de Bahía de Cádiz donde se encontraban concentrados un gran número de ejemplares de pargos. También los loros, y en particular las especies de mayor tamaño, se hallaron mejor representados en Cayo Verde y las vecinas de acuerdo con los resultados obtenidos en las biomasas, aunque en este caso la estación de cayo Borracho mostró nuevamente los valores más elevados de densidad de esta familia de herbívoros.

A pesar del error que existe en la localización de algunas estaciones, que puede ser de decenas a algunos centenares de metros, es posible aseverar que la zona alrededor de cayo Borracho, en la parte central del archipiélago, realmente se encuentra en excelentes condiciones de salud de forma general, pues el bentos también se encuentra en buen estado, de acuerdo con Espinosa y

colaboradores (2002) con respecto a 2001 y en la presente evaluación. En esta localidad se obtuvieron las mayores abundancias y biomásas de loros, con la característica de poseer las mayores tallas dentro de la familia por la presencia de loros de gran tamaño, como *Scarus guacamaia* (loro guacamayo), *Scarus vetula* (loro reina) y ejemplares relativamente grandes de *Sparisoma viride* (vieja lora). Esta abundancia de herbívoros, algunos de los cuales tienen importancia económica desde dos puntos de vista (para el consumo y como atracción turística para el buceo contemplativo) significa asimismo el mantenimiento del control sobre el crecimiento y la cobertura de las macroalgas carnosas, las principales competidoras de los corales por el sustrato con vistas al reclutamiento. Los valores más altos de abundancia de loros y barberos no se complementan con la mayor abundancia de erizo negro, aunque algunos ejemplares de este equinodermo fueron observados en otras estaciones del centro de la cayería.

Entre los carnívoros, los roncós mostraron sus abundancias y biomásas más altas en aquellas estaciones con mejores condiciones de hábitat, al ser mayor su dependencia del refugio que otros carnívoros de hábitos menos relacionados con el fondo (Valdés-Muñoz y Moček, 1994).

Los pargos, que no se consideran tan dependientes del refugio como los roncós, tuvieron sin embargo abundancias altas solamente en estaciones muy sobresalientes por sus condiciones de hábitat, como Bahía de Cádiz, cayo Coco y cayo Borracho; aunque en el caso de la localidad frente al faro de Bahía de Cádiz esto parece deberse a una concentración de desove o previa al mismo. Este criterio se refuerza porque fueron observados densos y estables cardúmenes de más de cien individuos, realizando una natación cíclica alrededor de determinados puntos en la pendiente arrecifal. La mayor parte de los ejemplares estaba por encima de los 20 cm LH y muchos incluso superaban los 25 cm de longitud, lo que está por encima de la talla mínima de reproducción tanto de machos (de 18 a 23 cm LH) como de hembras (21 cm LH) (Claro, 1983). Además, en este caso las abundancias resultaron aún mayores que las censadas en Junio de 2001, lo cual puede deberse a que Septiembre, junto con Julio y Agosto, es la época de desove de esta especie, que ocurre en los meses más calurosos del año (Claro, 1983; García-Cagide *et al.*, 1994).

La relativa escasez de pargos en otras estaciones puede deberse, al menos en parte, a la fuerte sobrepesca que estos recursos ícticos sufren en Sabana-Camagüey, de donde se extrae más de un tercio de todas las capturas de escama de la plataforma insular cubana y esta familia es de las más perseguidas por pertenecer varias de sus especies a las dos primeras categorías de precios del Ministerio de la Industria Pesquera. La concentración de un elevado número de ejemplares en sitios de desove en el borde de la plataforma y la no coincidencia de muchas estaciones de muestreo con estos sitios puede ser otro factor incidiendo en la escasez de estos carnívoros en muchas localidades.

Los meros también han sido fuertemente sobrepescados, lo cual se traduce fundamentalmente en la dramática escasez de cherna criolla (*Epinephelus striatus*), la especie más explotada de la familia Serranidae. Las capturas de esta especie se mantienen actualmente en menos de la quinta parte de lo que se pescaba entre 1959 y 1963 como promedio anual (Claro y Baisre, 1994), y esto se traduce, para los censos visuales, en menores abundancias y frecuencias de aparición de esta especie para la totalidad del archipiélago. Incluso estas capturas actuales tan disminuidas están incluyendo las capturas de ejemplares de gran talla que se producen de manera furtiva en aguas del Gran Banco de Bahamas (Claro *et al.*, 2000), aunque oficialmente esta pesquería fue suprimida hace varios años. No obstante, en la presente evaluación de la ictiofauna arrecifal fueron observados varios individuos en las pendientes arrecifales evaluadas, algunos de los cuales tenían tallas superiores a los 35 cm, por encima de la talla promedio en que cambia el sexo hacia la maduración de las gónadas masculinas (Bardach, 1958, tomado de García-Cagide *et al.*, 1994).

En el caso particular de las mesetas o crestas arrecifales, las abundancias de varios grupos de peces se observaron hacia la región más occidental del archipiélago, coincidentes con los mejores índices de salud del bentos. No obstante, fueron observados varios ejemplares de loros de gran talla, en especial de *Sparisoma viride*, además de algunos ejemplares de *Scarus guacamaia*, en crestas arrecifales muy deterioradas del centro y Este del archipiélago, con abundancia de refugio por la conservación de las estructuras esqueléticas de *Acropora palmata*, pero con altos índices de mortalidad antigua y abundante cobertura de algas filamentosas sobre estas estructuras.

La chopita de cola amarilla (*Microspathodon chrysurus*) fue igualmente más abundante en estas estaciones, donde la abundancia de refugios facilita el asentamiento de muchos individuos de esta especie de hábitos territoriales (Valdés-Muñoz y Mochek, 1994).

En las mesetas arrecifales, la estación que mostró mayor abundancia en un mayor número de familias, fue la de Cayo Verde, donde se observaron elevadas concentraciones de roncós, pargos, meros, pejes perro y peces ictiófagos (picúa y cibí carbonero). Aunque en el caso de los roncós y pargos, esta estación fue superada por la situada frente al faro de Bahía de Cádiz, como ya ha sido mencionado.

Las elevadas abundancias de meros en las mesetas arrecifales del extremo oriental de la cayería estuvieron apoyadas fundamentalmente en densidades muy altas del guatívere (*Cephalopholis fulva*), que domina fuertemente dentro de la familia Serranidae para las estaciones someras de Sabana-Camagüey. Ello pudiera deberse a que esta zona de la costa norte esté situada en un sitio de reclutamiento/asentamiento de los juveniles de esta especie, cuyos adultos desovan en el arrecife pero cuyos huevos y larvas son movidos hacia aguas oceánicas (Johannes, 1978, tomado de García-Cagide *et al*, 1994) y se reclutan hacia una zona donde los giros y corrientes sean favorables para la entrada y asentamiento de los jóvenes reclutas. No obstante, esta aseveración requiere la confirmación a partir de estudios de ictioplancton de la zona o de los sitios de desove de esta especie.

COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES 2001 Y 2003.

La reducción significativa del diámetro de los corales censados, y la menor presencia de las algas costrosas en relación con las otras categorías de algas, supone que puede haber existido en el período 2001-2003 un deterioro de las condiciones de salud de los arrecifes en el archipiélago.

Indicadores del bentos

Para la comparación de los indicadores de salud entre los cruceros 2001 y 2003, solo se tuvieron en cuenta las estaciones entre Cayo Bahía de Cádiz y Cayo Guajaba, ya que las estaciones de Cayo Sabinal y Santa Lucía no se evaluaron en el 2001, ni las de Cruz del Padre en el 2003.

En la tabla 5 se presentan los resultados, tanto del tamaño de muestra como de los indicadores de estado de salud evaluados en bajos y crestas. El número de colonias por metro así como la riqueza de especies, se incrementaron en un 55 y 61 % de las estaciones respectivamente, pero en general estos indicadores no resultaron muy contrastantes entre los años evaluados. Los índices de mortalidad resultaron mayores en el 50 % de las estaciones. En el caso de la mortalidad antigua, los Cayos Verde y Romano resultaron más contrastantes por su incremento, mientras que la estación de Arbolito lo fue por la reducción de este indicador. La mortalidad reciente de corales mantuvo valores muy bajos, mientras que la antigua se mantuvo de muy baja a elevada.

Se observa un incremento de las algas carnosas y calcáreas, en alrededor del 50 % de las estaciones. Sin embargo, solo en el caso de las carnosas se observan valores contrastantes por su reducción, en el caso de las localidades del Oeste de cayo Bahía de Cádiz y cayo Borracho, y por su incremento en el caso de Coco (playa Flamenco), Antón Chico, Romano y Guajaba. Las algas costrosas disminuyeron sus porcentajes en el 94 % de las estaciones y el índice de macroalgas carnosas se incrementó en el 72 % de las mismas. Por último, la presencia de reclutas y del erizo negro *Diadema antillarum*, fue mayor en un 72 y 55 % de las estaciones, respectivamente.

En más del 80 % de las estaciones profundas (tabla 4), se incrementó el número promedio de colonias por metro. Sin embargo los valores en ambos años no resultan muy divergentes. El número promedio de especies por transecto disminuyó en el 60 % de los casos. En la estación de cayo Coco este, se obtuvo el incremento más notable. El cubrimiento en 7 estaciones bajó a la mitad o más que el reportado para el 2001. Para este índice, la estación del este de cayo Coco se destaca por el incremento de su porcentaje en comparación con el resto de las estaciones.

Los valores promedio de diámetro no resultaron muy diferentes entre los dos años para las estaciones profundas. En el 66 % de las estaciones el porcentaje de muerte antigua muestra un incremento, pero solo en las estaciones del centro de cayo Frágoso, cayo Romano y el Este de cayo Guajaba, se observaron los resultados más contrastantes en este sentido. La mortalidad reciente mantuvo sus porcentajes muy bajos en sentido general, lo que indica que los mayores daños tienen una antigüedad que supera, como mínimo, los dos o tres años y no ha habido variaciones significativas en este aspecto en los últimos tiempos. Los valores para las diferentes categorías de algas fueron similares y poco contrastantes de forma general y el reclutamiento se incrementó en el 73 % de las estaciones evaluadas. Por último, la presencia del erizo negro *Diadema antillarum*, se mantuvo nula para todas las estaciones excepto dos.

En general se mantienen como los daños más frecuentes a las colonias de coral, los de tipo mecánico, como resultado de la acción de factores físicos naturales tales como ciclones y huracanes; y la fuerte competencia por el sustrato que ejercen las algas carnosas sobre los corales. Estos afectan fundamentalmente a las mesetas arrecifales, por su mayor exposición al oleaje y la insolación.

Por otra parte, la mayor presencia de reclutas apuntan a una estabilidad o mejoría de las condiciones ambientales, al igual que la mayor presencia del erizo *Diadema antillarum* en las mesetas, a lo que se pueden sumar las evidencias, visibles en algunas estaciones, de recuperación de las poblaciones de la especie *Acropora palmata*. El incremento de los reclutas así como la disminución del diámetro promedio en muchas de las estaciones, plantean la posibilidad de que puede haber existido un incremento de la población de corales jóvenes. De haber ocurrido así (teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de la mayoría de los corales, y que un incremento de las colonias en el rango entre 2 y 10 cm no es medible por el método) debemos esperar que cualquier recuperación que se exprese a partir del reclutamiento, solo sea perceptible al menos en un lapso de tiempo superior a los 8 años del primer muestreo realizado.

La valoración de las diferentes categorías de algas, en el caso de los bajos y crestas, muestra un cambio del grupo dominante. En el 2001 dominaban las macroalgas costrosas, a diferencia del 2003, donde predominan las carnosas en la mayoría de las estaciones. Esto sugiere que se mantienen las elevadas concentraciones de nutrientes, reportadas años atrás (CUB/92/G31, 1997) en los arrecifes del archipiélago. No es factible el empleo del índice de macroalgas carnosas en la comparación, ya que este promedia la altura de la canopia, lo que varía en diferentes períodos del año según las especies dominantes.

Es posible aseverar que la zona alrededor de cayo Borracho, en la parte central del archipiélago, se mantiene en buenas condiciones de salud, pues en la evaluación de Junio de 2001, el perfil de cayo Borracho (incluidas bajo y pendiente arrecifales) fue clasificado como el de mejor estado de salud de manera integral, seguido por el correspondiente a cayo Romano. A estos dos perfiles se deben añadir actualmente los situados frente a los cayos Coco (Este) y Guajaba (Oeste), también como poseedores de buenos parámetros de salud.

Indicadores de la ictiofauna

En el caso de los peces de los bajos y crestas arrecifales, las estaciones con mayor representación de la ictiofauna no son las del centro de la cayería, como en el 2001, sino las ubicadas hacia su porción más occidental; aunque sí se repitió el fenómeno observado en la localidad frente al Faro de cayo Bahía de Cádiz en 2001: la abundancia extraordinaria de roncós y pargos, en particular de las especies *Haemulon plumieri*, *H. carbonarium*, *H. sciurus* y *Lutjanus griseus*. En las estaciones profundas se repitió con pocas diferencias el patrón espacial de abundancia y biomasa de peces del 2001, sin embargo la clara diferenciación en subzonas observada en dicha expedición no es evidente en los resultados obtenidos en el 2003.

El patrón de diferencias entre sitios para los herbívoros es el mismo encontrado en Junio de 2001 por Cantelar y Pina (2002), en el cual la estación de cayo Borracho ofreció las mayores densidades de estos peces. La estación profunda de cayo Borracho mostró nuevamente los valores más elevados en abundancia de loros, repitiéndose lo observado en 2001. Así mismo se repitieron las observaciones hechas para los pargos en el Faro de Bahía de Cádiz, donde la especie predominante fue el caballote. En esta familia se destacaron las mayores tallas obtenidas en el extremo oriental del archipiélago, pero en el caso de la presente evaluación (2003) se han incluido las estaciones al norte de cayo Sabinal, que no fueron muestreadas en la expedición del verano de 2001.

También coincidió con los resultados anteriores la presencia de *Mycteroperca bonaci* solamente en algunos puntos de la zona central del archipiélago, mientras los meros del extremo oriental, a pesar de presentar abundancias relativamente altas (con respecto a la generalidad de la cayería), mostraron biomásas relativamente bajas.

En la presente evaluación se encontró una mayor abundancia de pargos de mayor talla, que las censadas en Junio de 2001, lo cual puede deberse a que Septiembre, junto con Julio y Agosto, es la época de desove de esta especie, que ocurre en los meses más calurosos del año (Claro, 1983; García-Cagide *et al.*, 1994). También el caso de los meros, fueron observados varios individuos, algunos de los cuales tenían tallas superiores a los 35 cm, por encima de la talla en que cambia el sexo hacia la maduración de las gónadas masculinas (Bardach, 1958, tomado de García-Cagide *et al.*, 1994). Esto constituye un leve indicio de recuperación de esta especie en la zona, pues fueron observados muchos menos individuos de esta especie en los muestreos realizados en Junio de 2001.

Existe una recuperación leve en las poblaciones de algunos meros, incluso en especies de importancia comercial como la cherna criolla (*Epinephelus striatus*), pues fueron observados varios ejemplares hacia el centro de la cayería, mientras en la evaluación de Mayo-Junio de 2001 estuvo casi ausente.

Aunque es evidente la recuperación de las poblaciones de varias especies, entre las cuales se cuentan incluso varias de valor comercial, como la cherna criolla en algunas estaciones o el pez perro en la región más oriental del archipiélago, los valores obtenidos de abundancia y biomasa de algunas familias, como los mismos meros y roncós, son excesivamente altos, superando incluso los

valores obtenidos en varias estaciones del área protegida (Área especial de Uso y Protección) existente en la zona central del archipiélago Jardines de la Reina. Esto induce a pensar que varias de las familias censadas pudieran haber sido sobreestimadas, tanto en su abundancia como en las tallas de algunos individuos, fenómeno común que se define como error por cambio de observador (Sale y Sharp, 1983), debido fundamentalmente a cambios en la amplitud visual del transecto y en la velocidad de natación mientras se lleva a cabo el censo visual.

No obstante, la mejoría observada, que se apoya además en los datos anecdóticos de algunos de los observadores que estuvieron en ambas expediciones, puede haber sido favorecida por la disminución del esfuerzo pesquero por concepto de artes de pesca masivos, en especial los chinchorros. El enorme esfuerzo pesquero de los grandes chinchorros utilizados en la plataforma del archipiélago Sabana-Camagüey no estaba compensado por rendimientos que justificaran el largo tiempo de arrastre de estos artes, que resultan extraordinariamente destructivos para los pastos marinos y en particular para los parches coralinos de pequeño y mediano tamaño que quedarán ubicados en el camino del lance del chinchorro (Claro *et al.*, 2000). La disminución tanto del tiempo de arrastre de un chinchorrero, como directamente del número de embarcaciones provistas con este arte, puede haber facilitado el reclutamiento de juveniles de numerosas especies de importancia comercial y ecológica hacia los arrecifes coralinos, donde tienen su vida adulta numerosas especies que utilizan como áreas de cría los manglares y los pastos marinos.

CONCLUSIONES

- La mortalidad reciente de corales es muy baja mientras que la antigua varía de muy baja a elevada, lo que está en armonía con la problemática regional actual de las afectaciones por eventos de calentamiento de las aguas.
- El cubrimiento ascendente tanto absoluto como relativo dentro de las algas, de las macroalgas carnosas indica una eutroficación sostenida de las aguas, lo cual está asociado a niveles bajos de herbivorismo, en especial en las pendientes arrecifales.
- La presencia del erizo negro *Diadema antillarum* es pobre en toda la zona de estudio, aunque no guarda una correlación clara con la distribución de las mayores de las macroalgas bentónicas.
- Existen evidencias de recuperación de algunas comunidades de la especie *Acropora palmata*, lo que está dado por la presencia de colonias jóvenes y del proceso de recape de colonias con mortalidad antigua.
- En las crestas o bajos arrecifales, las estaciones con mayores abundancias de peces, en especial de carnívoros, fueron las de la zona más occidental, en correspondencia con las mejores condiciones de hábitat.
- En las pendientes arrecifales se repitió aproximadamente el patrón espacial del 2001 de mayor abundancia de la mayor parte de las familias de peces hacia la región central del archipiélago, aunque ello es más evidente en los peces herbívoros, mientras muchos de los carnívoros tienen sus mayores abundancias hacia el centro-occidente del archipiélago.
- La estación frente al faro de Bahía de Cádiz está situada evidentemente en una zona de desove de pargos, por las repetidas observaciones de grandes agrupaciones de caballerote (*Lutjanus griseus*) y otras especies de la familia Lutjanidae en esta estación, tanto en 2001 como en 2003.

- Las mayores tallas de meros y pejes perro en las pendientes del centro y del extremo oriental de Sabana-Camagüey (respectivamente) se deben en primer lugar a las dificultades para el acceso a los arrecifes de los pescadores deportivos, mientras que en el caso de las estaciones al norte de Bahía de Cádiz existe cierto nivel de protección establecida en la zona, que no ha sido completamente implementado, pero ha hecho más difícil el acceso de este tipo de actividad, que es la principal responsable de la disminución de *Lachnolaimus maximus* y *Epinephelus striatus*, dos especies muy vulnerables por sus relativas menores abundancias y su alta demanda por parte de estos pescadores.
- El perfil (cresta y pendiente arrecifal) que mejores condiciones mostró de las comunidades ícticas, fue el de Cayo Verde, seguido por Cayo Borracho (el de mejores parámetros en la evaluación de 2001). En estas estaciones se encontraron los mayores valores de abundancia y biomasa en su conjunto de herbívoros y carnívoros, así como tallas mayores para varios grupos, como los meros, pejes perro, carnívoros ictiófagos y los loros.
- Existe una evidente recuperación de la fauna arrecifal en varios grupos, pero las características de los censos visuales realizados y los errores tanto de localización como de observación, impiden llevar a cabo una comparación temporal cuantitativa confiable.

RECOMENDACIONES

- Continuar implementando el plan de recomendaciones generales y específicas propuestas por Alcolado *et al.* (2000), para mejorar el estado de salud de los arrecifes del Archipiélago Sabana-Camagüey.
- Establecer regionalmente una red de estaciones fijas en sitios claves desde el punto de vista ecológico, con fines comparativos.
- Reforzar los niveles de protección establecidos en la zona occidental del archipiélago y establecer una o más zonas adicionales en la zona más oriental, hacia el Este de Cayo Coco, Cayo Guajaba y Cayo Sabinal. El reciente y futuro desarrollo del turismo en el extremo oriental del archipiélago favorece la explotación de los arrecifes coralinos desde el punto de vista del buceo contemplativo, lo que favorece su protección si se cumplen las normas de cuidado, capacidad de carga, etc. para este tipo de uso.
- Proteger las poblaciones de peces loros por su gran importancia para el control de las algas.

REFERENCIAS

- AGRRA. 2000. The AGRRA Rapid Assessment Protocol. Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment methodology. Last updated: 27 November, 2000, 9 pp. URL:<http://coral.aoml.noaa.gov/agrra/methodhome.htm>.
- Alcolado, P.M., R. Claro, B. Martínez-Daranas, G. Menéndez-Macías, P. García-Parrado, K. Cantelar-Ramos, J. Espinosa-Sáez, R. del Valle, J.C. Martínez-Iglesias y T. Neff. 2000. Estado general de los arrecifes coralinos de Cuba y propuestas de manejo ambiental. Informe Final de Proyecto, Archivo Científico del Instituto de Oceanología, CITMA.

- Alcolado, P., S. González, P. Kramer, R. Ginsburg, P. Blanchon y V. Kosmynin. 2001. Estado de salud de los arrecifes coralinos del archipiélago de Los Canarreos y el Golfo de Cazon. Primera expedición CUBAGRRA, Marzo 2001. Archivo Científico del Instituto de Oceanología (primera parte: bentos).
- Alcolado, P. S. González, R. Ginsburg, P. Kramer y J. Lang. Estado de salud de los arrecifes coralinos del archipiélago Jardines de la Reina. Segunda expedición CUBAGRRA, Agosto 2001. Archivo Científico del Instituto de Oceanología (primera parte: bentos).
- Barnes, 1989. Coral reefs. En: *Invertebrate Zoology*.
- Cantelar, K. y F. Pina. 2002. Informe preliminar del estado de las comunidades de peces de los arrecifes del archipiélago Sabana-Camagüey. *Archivo Científico del Instituto de Oceanología*.
- Carrodegua, C., G. Arencibia, N. Capetillo and M. García. 1996. Decoloración de corales en el Archipiélago Cubano. *Rev. GeoCuba. Geomática y Ciencias Afines*. 1-5.
- Claro, R. 1983. Ecología y ciclo de vida del caballero (*Lutjanus griseus* Linnaeus) en la plataforma cubana. I. Identidad, distribución y hábitat, alimentación y reproducción. *Reporte de Investigación del Instituto de Oceanología*. Academia de Ciencias de Cuba.
- Claro, R. y J.P. García-Arteaga. 1994. Estructura de las comunidades de peces en los arrecifes del grupo insular Sabana-Camagüey, Cuba. *Rev. Oceanol. Ecol. Trop. Avicennia*, 2: 83-107.
- Claro, R., K. Cantelar, F. Pina y J.P. García-Arteaga. 2000. Biodiversidad y manejo de la ictiofauna del archipiélago Sabana-Camagüey. *Memorias del V Congreso de Ciencias del Mar, MARCUBA 2000*. Soporte Magnético.
- Claro, R., J.A. Baisre, K.C. Lindeman y J.P. García-Arteaga. 2002. Cuban fisheries: historical trends and current status. En: *Ecology of the marine fishes of Cuba* (R. Claro, K. Lindeman and L. Parenti, eds.) Smithsonian Institution Press, Washington and London pp.: 194-219.
- CUB/92/G31. 1997. Protección de la biodiversidad y establecimiento de un desarrollo sostenible del Ecosistema Sabana-Camagüey. *Informe final de Proyecto GEF/PNUD Sabana-Camagüey* CUB/92/G31, 268 p.
- Espinosa, J., S. González y M. Hernández. 2002. Estado de salud de los arrecifes coralinos del Archipiélago Sabana-Camagüey. Informe parcial del proyecto GEF-PNUD "Acciones prioritarias para consolidar la protección del ecosistema Sabana-Camagüey". *Archivo Científico del Instituto de Oceanología*.
- García-Cagide, A., R. Claro. y B.V. Koshelev. 1994. Reproducción. En: *Ecología de los peces marinos de Cuba*, (Claro, R. Ed), Instituto de Oceanología y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. pp:187-263.
- Randall, J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Stud. Trop. Oceanogr.*, 5: 1-847.
- Sale, P.F. y B.J. Sharp. 1983. Correction for bias in visual transect censuses of coral reef fishes. *Coral reefs* 2: 37-42.
- Lindeman, K. C., T. N. Lee, W. D. Wilson, R. Claro y J. S. Ault. En prensa. Transport of Larvae Originating in Southwest Cuba and the Dry Tortugas: Evidence for Partial Retention in Grunts and Snappers. *Proc. Gulf & Carib. Fisheries Inst.* Vol. 52.

- Littler, M.M., D.S. Littler y P.R. Taylor. 1989. Evolutionary strategies in a tropical barrier reef system: functional groups of marine macroalgae. *J. Phycol.*, 19:229-237.
- Wilkinson, C. 1998. *Status of coral reefs of the world*. Global Coral Reef Monitoring Network. Australian Institute of Marine Science. 184 p.