

---

## EL GENERO *Acanthaster*. SU BIOLOGIA, ECOLOGIA Y SU EFECTO DESTRUCTOR DE LOS ARRECIFES

---

MARÍA ELENA CASO  
Instituto de Biología U.N A.M. Depto.  
de Ciencias del Mar y Limnología.

### INTRODUCCIÓN

El presente estudio es el resultado, de un trabajo muy laborioso de recopilación, ordenamiento e interpretación de datos consultados en una serie de trabajos de índole muy distinta. Desde simples notas de divulgación un tanto llamativas y falsas, hasta investigaciones técnicas y científicas profundas. Queremos insistir en que en este trabajo, no hay originalidad alguna, de no ser el método y ordenamiento de los conceptos, que a nuestro parecer aún se encontraban un tanto desperdigados en diversos trabajos escritos en otros idiomas pero aún nada en castellano.

Por lo anteriormente expuesto, pensamos que sería útil el escribir algo sobre esta estrella de mar, *Acanthaster planci* la que en los últimos años (1966-71) se le ha considerado como un organismo depredador de los arrecifes madreporicos.

Los investigadores que más se han ocupado en estudiar recientemente la biología, ecología y acción destructora del *Acanthaster planci* son R. Chesher, R. Edean, R. G. Pearson a quienes agradezco la gentileza de haberme proporcionado todo el material posible que me sirvió como fuente de consulta en la elaboración de este trabajo.

Las observaciones realizadas en las distintas investigaciones se han hecho siguiendo un ordenamiento geográfico antes de realizar el aspecto científico. En los últimos años se le ha dado a este problema devastador del *Acanthaster* una orientación un tanto espectacular y en parte falsa. Hay algunas láminas o fotografías a colores en que aparece un *Acanthaster planci* como un animal marino que está devorando a las islas. La publicidad ha llegado a tal grado, que se han encontrado drogadicitos "ahumando porciones secas de estrellas de mar".

A *Acanthaster planci* se le conoce vulgarmente con el nombre de "corona o diadema de espinas". Es una estrella grande, mide por término medio 30 cm tiene de 14 a 17 radios. La superficie dorsal del disco tiene un aspecto veteado, en el que predominan los grises y los verdes. Las espinas están articuladas sobre prominencias situadas en pequeñas placas basales y están recubiertas por una capa que tiene una sustancia tóxica. Cuando se encajan en la piel humana, estas espinas producen dolores intensos y en algunas ocasiones pueden llegar a producir vómitos.

El Senado de los Estados Unidos de Norte América ha autorizado en los últimos años la cantidad de \$4 500 000 (cuatro millones quinientos mil dólares) los cuales se han utilizado para investigaciones que se han realizado y las que se llevarán a efecto hasta mediados del año de 1975.

El plan de desarrollo del presente estudio, está enfocado bajo tres aspectos distintos de *A. planci*: el biológico, ecológico y depredador, pero a la vez íntimamente ligados entre sí lo que podrá comprobarse a continuación.

### Género *Acanthaster* Gervais

I. Estrellas grandes, con brazos numerosos y cortos. Espinas articuladas sobre prominencias situadas en pequeñas placas basales. Las especies de este género pertenecen a la fauna litoral de las regiones Indopacíficas. Su aspecto característico, llamó la atención de algunos naturalistas antiguos. En la actualidad se conocen dos especies y una subespecie.

*Acanthaster planci* (Linnaeus).  
*Acanthaster ellisii* (Gray).  
*Acanthaster ellisii pseudoplanci* Caso

De las dos especies citadas anteriormente, nos ocuparemos de la primera o sea de *Acanthaster planci* (Linnaeus). Esta especie posee de 14 a 17 radios tan sólo dos especímenes se han encontrado uno con 9 brazos y otros con 23. El diámetro máximo es de 60 cm. La superficie aboral está cubierta de espinas prominentes, característica por la cual se le conoce vulgarmente a esta estrella con el nombre de "corona de espinas" o "diadema de espinas". Típicamente un ejemplar que tiene aproximadamente 30 cm de diámetro, posee gruesas espinas con una longitud media de 2 cm. La piel que recubre a las espinas tiene una sustancia tóxica. Cuando las espinas se encajan en la piel humana, producen dolores locales muy intensos (Fig. 1).

Los extremos de las espinas son rojizos o anaranjados mientras que las superficies distales de los radios son grisáceos y azulosos. En la superficie aboral, el disco tiene un aspecto betonado, en el que predominan los grises y los verdes. Cuando *Acanthaster planci* se le encuentra rodeada de seres o cuerpos de colores vivos, con dificultad se le distingue a simple vista ya que la coloración de la estrella conserva el tinte o matiz de los corales vivientes y de su fauna y flora asociada.

II. *Acanthaster planci* es un organismo depredador de los corales. En los últimos años se ha presentado bajo el aspecto de una población explosiva en muchas áreas del océano Pacífico. Es una especie lineana, se le conoce desde hace mucho tiempo, se le consideraba como una especie poco frecuente, hasta el año de 1963, cuando residentes locales registraron verdaderos enjambres en el arrecife de la Gran Barrera Australiana. Se sabe que otros animales se alimentan de corales, pero ninguno de ellos tan eficientemente como *Acanthaster planci*. Se debe a Goreau T.F. (1963) primer investigador que observó menguado el crecimiento de los corales del mar Rojo y quien supuso que tal destrucción podía ser atribuida a *Acanthaster planci* (Linnaeus). Después de algunos años, Barnes J. H., Williamson, D. E. y Harding, J. el primero en 1966, y los dos últimos en 1968 quienes observaron que esta misma especie de estrella de mar había sido la causante de la destrucción de grandes extensiones del coral vivo del arrecife de la Gran Barrera Australiana (Fig. 2).

Después de la muerte de los pólipos coralinos los corales son rápidamente cubiertos por algas de diferentes modalidades.

Se sabe que la mayoría de los peces viven de los arrecifes muertos, a excepción de los pequeños peces de colores parduscos herbívoros, los escáridos conocidos vulgarmente con el nombre de peces guacamayas, peces loros y los acantáridos o peces cirujanos. La ordenación en que *Acanthaster planci* se alimenta de los corales es en el siguiente orden: 1º *Madreporarios*, 2º *Hidrocorales*, 3º *Octocorales*.

**Hábitat.** Presenta un amplio rango de condiciones ecológicas. Se le encuentra viviendo sobre los arrecifes de coral, particularmente en la inclinación o declive del arrecife a una profundidad de 2 a 6 m; sobre arrecifes planos en bajas mareas. Cuando vive sobre corales vivos, se le puede encontrar a profundidades que oscilan entre los 33 a 40 m. El límite inferior de distribución batimétrica es desconocido. Se les ha encontrado sobre corales recientemente muertos a profundidades de 43 m. Habita lagunas, bahías, lugares donde hay corrientes y acción de mareas. Menos frecuentes donde hay rompientes. Totalmente ausentes en los arrecifes superficiales. Se piensa que pueda existir en todas las profundidades de las lagunas de la Gran Barrera.

**Historia.** La primera vez que se observaron las grandes poblaciones de *Acanthaster* fue en Australia en el año de 1966. El profesor R. H. Randall había realizado investigaciones desde el año 1965, pero no las dio a conocer de inmediato sino años más tarde en un Programa Biológico Internacional que se llevó a efecto en las islas de Guam y Palau (Micronesia) en colaboración con Yonge, Goreau Wells y Kawaguti. Las investigaciones hechas en Guam en 1966, dieron a conocer la destrucción del arrecife producida por los llamados "concheros" y los buzos.

La Oficina de Investigación Naval del Instituto Norteamericano de Ciencias Biológicas (formada por miembros del Departamento del Interior de la Westinghouse y de la Institución Scripps). El senado de los E.U. autorizó a Secretarios del Interior y a la Institución Smithsonian para la conservación de los arrecifes coralinos, que dispusieran de la cantidad de \$4 500 000.00 (cuatro millones quinientos mil dólares) los cuales serían utilizados para investigaciones que debían realizarse hasta el 30 de junio de 1975. La equivalencia en moneda nacional sería \$625 000 000.00 (seis cientos veinticinco millones de pesos).

Las observaciones realizadas en las investigaciones se han hecho siguiendo un orden geográfico antes de realizar el aspecto científico. Se ha pensado últimamente de darle a este problema del *Acanthaster* una orientación espectacular.

Algunas de las informaciones que se han dado a este problema se pueden considerar francamente falsas. Por ejemplo, algunas láminas o fotografías a colores a donde se han dibujado a *Acanthaster planci* como a un ser que

se está devorando a las islas y muestran a un espécimen que más bien parece ser un *Gorgonocephalus*. La publicidad ha llegado a tal grado, que, en Molbarne, Australia, algunos detectives han llegado a investigar informes respecto a drogadictos a quienes se les ha encontrado “ahumando porciones secas de estrellas de mar”.

*Costumbres. Manera de capturar el alimento.* *A. planci* generalmente es un organismo depredador nocturno, captura a los corales sacando su estómago a través de su boca y extiende sus membranas sobre el coral digiriendo los tejidos blandos de él. Durante el día se le ve con frecuencia en zonas que tienen densidades elevadas de poblaciones. Los esqueletos de corales muertos que van dejando detrás de ellos, quedan con un aspecto de grandes manchas blanquizas. Estas a medida que pasa el tiempo son cubiertas con algas de diversos géneros. En arrecifes que tienen densidades bajas de poblaciones de *A. planci* se ha observado que sus hábitos alimenticios los efectúan durante la noche, durante el día, se les ve escondidas en oquedades, particularmente en aquellos sitios en donde hay corales bien desarrollados. Por el contrario en aquellos arrecifes que tienen poblaciones de *A. planci* elevadas, se les ha observado que estas estrellas se alimentan durante el día. Se ha registrado el promedio alimenticio diario de *A. planci* y se ha podido comprobar que era el doble del área del disco.

*Producción de mucus.* Ambos, el coral y la estrella producen una especie de mucus durante el proceso alimenticio, esto, disminuye el poder de fijación de los pies ambulacrales de la estrella, fenómeno que fue observado por T. F. Goreau en 1963, es por esto que los especímenes de *A. planci* aparentemente no pueden mantenerse colgados o sostenidos sobre lo llano de las superficies coralinas, además hay que tener en cuenta los movimientos ondulatorios del oleaje. Goreau describe el mecanismo alimenticio de la siguiente manera: “El estómago sale a través de la boca de la estrella y se extiende sobre el cenosarco de los corales. Enzimas y jugos digestivos pronto disuelven los tejidos coralinos y los fragmentos parcialmente digeridos son después absorbidos a través del estómago. El tubo digestivo no desempeña un papel en la función alimenticia, sino en las últimas horas *A. planci* sobre corales grandes produce cicatrices alimenticias las cuales tienen bordes irregulares y miden cerca de la mitad del diámetro de la estrella. En algunos casos basta el simple contacto de los tejidos del coral para que éste se muera. *A. planci* se adhiere a la superficie de tales colonias y se prende de su mucosa gástrica extendiéndola varios centímetros entre las ramas del coral. Como resultado del proceso digestivo, exceso de oozon o de jugos digestivos penetran en la colonia coralina destruyendo tejidos adicionales los cuales no son utilizados por la estrella”.

*Clase de alimento.* Inevitablemente que *A. planci* se alimenta de corales madreporarios: (Fig. 3).

*Acropora* es el que come más regularmente (se ha visto que existe una quimiotaxia positiva para este género) (Figs. 8, 9).

*Synaria* las menos comunes.

*Heliopora* nunca se les ha visto alimentarse de ellas. En algunas ocasiones a *A. planci* se les ve alimentarse de varias especies de alcionarios. Tan sólo una vez se ha visto a *A. planci* destruir una colonia de hidrocoralarios del género *Millepora*. Se ha visto a *A. planci* alimentarse de restos de músculos abductores de *Tridacna gigas*, la estrella estaba adherida a la valva, y al molusco le faltaban las partes blandas.

*Promedio de alimento capturado por A. planci.* Ha sido estudiado en varios experimentos. Por ejemplo a una estrella se le ha mantenido en cajas de redes metálicas de 1.2 m x 0.9. Estas cajas han sido colocadas sobre el declive del arrecife entre 3 a 5 m de profundidad. En la caja fueron colocadas gruesas ramas de *Acropora*. La superficie aproximada del coral destruido fue fácilmente medida.

Una estrella de mar de 28 cm de diámetro, colocada durante 12 días (del 23 de febrero al 7 de marzo de 1967) consumió un promedio de 187 cm<sup>2</sup> de tejido coralino cada día.

*Actividades alimenticias.* Una sección de arrecife de 10 m fue dividida en metros cuadrados, por medio de estacas de hierro medidas en el arrecife. El alambre fue enroscado entre las estacas. Esta parrilla o red fue colocada sobre el declive del arrecife de la isla Verde de la Gran Barrera Australiana a 2 m de profundidad. Esta parte del arrecife estaba formada principalmente por una densa población de *Acropora* de cerca de 0.5 m de altura y colonias esparcidas de otros corales. Al iniciarse las observaciones, los corales vivos ocupaban aproximadamente 47 m<sup>2</sup> o sea la superficie encerrada por la red o parrilla. Se pudo observar que gran número de *A. planci* estaban presentes en la vecindad de la parrilla o red y 219 especímenes fueron contados dentro de ella. Al cabo de 2 meses aproximadamente, los corales vivos ocupaban tan sólo 15 m<sup>2</sup> o lo que es lo mismo, habían sido destruidos 32 m<sup>2</sup>.

Corales vivos, 47 m<sup>2</sup> (después de 2 meses tan sólo había vivos 15 m<sup>2</sup> (habían sido destruidos 32 m<sup>2</sup>) o lo que es igual 68% habían sido destruidos en 2 meses. (Fig. 4).

*Duración de A. planci sin alimento.* En un experimento preliminar para determinar cuánto tiempo puede sobrevivir *A. planci* sin alimento, una caja que contenía 3 especímenes adultos de *A. planci* fue colocada sobre el arrecife. Después de 4 meses, cuando terminó el experimento, las 3 estrellas estaban vivas, parecían normales.

*Movimientos.* Una estrella adulta es capaz de moverse en la simple arena, un promedio un poco mayor de 20 m x hr.

Como es sabido, la arena es movida por el oleaje, y en este caso sí es un obstáculo efectivo para el desplazamiento de la estrella ya que fragmentos de arrecife rodeados de arena, donde hay fuerte marejadas, no son invadidos por *A. planci*. Se sabe que la arena presenta una superficie no apta para que los pies ambulacrales se sujeten por lo que las estrellas fácilmente se caen por los movimientos del agua. En zonas protegidas o durante los períodos en que el mar está en calma, la arena no resulta ser una barrera para que la estrella se desplace.

Los movimientos de una estrella sobre los arrecifes, no han sido estudiados como para dar de ellas datos exactos. Conjuntos grandes de *A. planci* a veces se les ha visto fragmentarse en grupos más pequeños, a manera de pequeños rebaños formados por 20 a 200 individuos.

*Goreau (1963)* en sus estudios de *A. planci* en el mar Rojo, observó que las estrellas de esta especie tienden a restringir sus actividades alimenticias, a circunscribir territorios por lo menos durante algunas semanas (Fig. 5).

*Barnes (1966)* ha descrito el avance de hordas de estrellas alrededor de la isla Verde de la Gran Barrera Australiana. En varias ocasiones un gran número de estrellas fueron observadas moviéndose, cruzando las áreas arenosas entre los arrecifes, desplazándose hasta más de 50 m. La profundidad no es un obstáculo para que *A. planci* se desplace, por el contrario ella evita sustratos blandos.

*Reproducción de Acanthaster planci.* La relación o proporción del sexo se aproxima a la unidad. En un lote de 255 estrellas adultas:

114 fueron machos ( ♂ ).  
114 fueron hembras ( ♀ ).

Las gónadas en esta especie tienen un color amarillo, las de los ♂ son algo más pálidas. En la época de la madurez sexual, las gónadas son grandes y ocupan la mayor parte del cuerpo. Cuando una estrella a muy madura es sacada del agua, la pared del cuerpo llega a romperse debido al peso del tejido de la gónada. Una hembra madura que mida por término medio 30 cm se considera que contenga de 12 a 24 millones de óvulos. El tejido de la gónada utilizado es tan sólo el de un radio, ya que la variación del volumen de las gónadas de los diferentes radios, se ha visto que es muy pequeña. La época de maduración es corta y bien definida, aproximadamente dura un mes o mes y medio. De mediados de diciembre a finales de enero. Por esta época, todas las estrellas estaban maduras a excepción de un macho.

*Desove. Funcionamiento.* A pesar de que se hizo un plan de observaciones diariamente, durante los meses de diciembre y enero de 1968, el desove se pudo observar tan sólo una vez, a 3 m de profundidad justamente después de la baja marea.

Se hizo el experimento siguiente:

Varios centenares de estrellas fueron colocadas en un grueso paquete el cual midió aproximadamente de 6 por 1 m. A muchas estrellas se les colocó en los extremos del bulto, con sus radios levantados y tambaleándose. Después de 10 minutos, un determinado número de machos comenzó a desovar por lo que el agua se volvió casi lechosa. A pesar de todo el cuidado que se tuvo, tan solo una hembra estaba en desove. A ésta se le colocó aproximadamente a 1 m de distancia del macho más próximo el que estaba también en desove, colocando a ambos sobre una pequeña colonia de *Acropora*.

Las gametas fueron arrojadas al exterior en una constante corriente a través de varios gonóporos y al unísono. *El desove de ambos sexos tardó cerca de 30 minutos.*

*Estados larvales.* Se efectuaron 13 capturas cerca de la vecindad del arrecife de la isla Verde durante los meses de enero y febrero de 1967 y 16 capturas planctónicas en las cercanías de los arrecifes próximos durante los meses de enero y febrero de 1968. Entre las muestras colectadas en 1967, fueron halladas un cierto número de larvas bipinarias, pero ninguna de ellas parecen ser las larvas de *A. planci* según la descripción que había dado Mortensen (1931, lám. III figs. 2, 3). Durante la época de cría de 1967-1968, varios intentos fueron hechos para obtener huevos fertilizados pero no se tuvo éxito. Se utilizaron los dos métodos: a) método *standard*, b) método desarrollado por Chaet (1964) que consiste en inyectar extractos de nervio radial a estrellas maduras. Las larvas de *A. planci* como la mayoría de las larvas de los invertebrados marinos, tratan de desplazarse por fuera de donde están los adultos. Se ha visto que corales recientemente muertos por estrellas adultas, proporcionan áreas excelentes para el desarrollo larvario.

La concentración de *A. planci* en estado adulto suministran áreas de atracción para las larvas. Las formas juveniles no son abundantes en cualquier lado. Se sabe que las larvas son atraídas bien sea: 1° para alimentar a formas adultas, 2° para que las jóvenes puedan sobrevivir en mayor proporción. *Formas juveniles.* Cuarenta y seis estrellas juveniles fueron encontradas en el arrecife de la isla Verde de la Gran Barrera Australiana en un período de 37 días, buscando diariamente un promedio de 7.15 hs. Las formas juveniles tenían un tamaño entre 11 a 69 mm (promedio 34.7 mm).

Todas ellas parecían adultas en miniatura tanto en lo que respecta a la forma como al color. La mayoría de las formas juveniles, fueron localizadas en las porciones basales de las colonias muertas de *Acropora echinata*. Las formas juveniles presentan un tamaño que oscila entre los 15 mm y los 79 mm (pr. 38.8 mm).

*Crecimiento y regeneración de A. planci.* Para estudios sobre el promedio de crecimiento de 10 estrellas, se les mantuvo en unas especies de jaulas parecidas a las que se utilizaron para los estudios de los promedios alimenticios.

Estrellas en cautiverio fueron provistas de una vecindad de corales y de esta manera se les mantuvo por un período de 6 meses. Otras 4 estrellas fueron colocadas en un acuario que contenía 60 galones de agua de mar corriente y además con varias especies de coral. El crecimiento fue de 1.4 cm cada mes. El promedio de crecimiento de 7 estrellas jóvenes fue estudiado en acuario, pero tan sólo en un período limitado de tiempo —4 semanas en 1967 y 1968—.

Las estrellas fueron medidas mensualmente y el promedio de los dos diámetros calculado. El promedio de crecimiento principal de las 10 estrellas enjauladas fue de 0.9 cm de diámetro cada mes. El principal promedio de crecimiento de las estrellas jóvenes fue de 1.1 cm por mes. *La impresión alcanzada en cientos de especímenes de A. planci que se ha tenido*, es que, se trata de un animal al cual fácilmente se le daña y que no es posible de regenerar las partes dañadas del cuerpo tales como radios y espinas.

*Poder regenerativo.* Para poder determinar el poder de regeneración de *A. planci* se les ha quitado a estas estrellas los radios, cortándolos muy cerca de su implantación. Se han llevado a efecto los experimentos siguientes. A tres especímenes que medían respectivamente: 16, 23 y 31 cm se les mutilaron sus radios y se les colocó a las estrellas en una jaula y ésta a su vez sobre el arrecife. Un mes más tarde, tan sólo el espécimen más pequeño demostraba alguna manifestación regenerativa de los brazos que habían sido previamente mutilados o quitados. El radio regenerado midió 1 mm de longitud. Un cojinete óptico estaba presente en su extremo.

2° experimento. Dos estrellas, ambas de 55 cm de diámetro fueron colocadas en recipientes grandes de concreto los cuales estaban provistos de agua de mar circulante. Una de las estrellas se partió francamente en dos partes, mientras que la segunda se fragmentó en 3 cuartos, a través de la porción más ancha del disco. Aunque los ambúlacros continuaron moviéndose por varias horas, ambos animales permanecieron en la misma posición donde ellos habían sido colocados previamente.

Faltan muchos datos sobre distintos aspectos importantes de la biología, ecología y poblaciones dinámicas de *Acanthaster planci* tales como:

a) No hay datos disponibles sobre los primeros estados o etapas del ciclo de vida de *Acanthaster planci* incluyendo la duración de la etapa larval planctónica.

b) Dispersión larval (la cual requiere un conocimiento del sistema de corrientes de la zona de mareas del área ocupada por el arrecife de la Gran Barrera Australiana).

c) Selección del sustrato hecho por las larvas.

d) Establecimiento de las larvas.

Sin embargo hay algunas evidencias indirectas concernientes al establecimiento larval y a la duración del estado larval planctónico, evidencias que han podido ser registradas por datos obtenidos en las etapas juveniles. La mayoría de las formas jóvenes fueron localizados sobre colonias de *Acropora echinata*. Se ha sugerido que tan sólo aquellas larvas que se han establecido sobre el coral o cerca de él son capaces de sobrevivir. El hecho de que estrellas jóvenes (33.8 mm) fueron colectadas solamente 2 meses después de la estación de cría, sugiere que las etapas planctónicas son de corta duración y que el promedio de crecimiento es rápido y pasa por ciertas metamorfosis (Mortensen 1931) por otro lado, se sabe que hay braquiolarias que nadan activamente y se han desarrollado durante 16 días.

III. *Distribución geográfica de Acanthaster planci*. Acerca de la distribución geográfica de *Acanthaster planci* se ha podido precisar bastante. Las islas esparcidas donde se ha colectado a esta especie en total, cubren una superficie mayor que el propio territorio de los Estados Unidos de Norteamérica. Hasta la fecha se han hecho observaciones en:

1) Isla de Guam en donde se instaló un laboratorio marino temporal. 10 000 estrellas habían sido muertas hasta el mes de septiembre de 1969.

2) Se ha trabajado en las islas Carolina del Océano Pacífico tales como: Ponape, Truk, Yap, Palau y el distrito de Marshall.

Tres islas fueron halladas que componían los arrecifes muertos (islas de la Micronesia) tales como Tician, el atolón Ant y el atolón Kuop. Las islas Saipán. En distintas islas de las islas Hawaii. Islas Ryukyu. Australia. Islas Salomón Nueva Guinea Papua. Islas Fiji, Tahití. Vietnam. En atolones del Mar Rojo.

*Densidades normales de población*. Las densidades normales de población de *A. planci* sobre arrecifes coralinos es desconocida. Las pocas referencias de su abundancia sobre arrecifes coralinos en el Pacífico Indo-Occidental, muestran que las poblaciones pueden variar considerablemente de un arrecife a otro. Se le ha registrado como "común", "muy común", "rara", "abundante" cerca de las islas Christmas y "no común" en Hawaii.

En los arrecifes de la Gran Barrera, *A. planci* es escasa en la región remota de los arrecifes Swain.

IV. *Contaminación producida por Acanthaster planci*. ¿Cuándo se puede considerar que realmente *A. planci* constituye una plaga? Cuando la presencia y concentración de ellas excede a lo que puede ser soportado por los corales existentes.

El cálculo respecto al grado de población de *A. planci* y el poder de contaminación, es difícil ya que los animales se esconden durante el día en los agujeros, en oquedades, principalmente en aquellos arrecifes que están bien desarrollados. Por el contrario en donde los corales se encuentran pobremente desarrollados, a *A. planci* se les puede encontrar con relativa facilidad excepto cuando se encuentran en tan grandes cantidades que forman verdaderos rebaños (Fig. 3).

La extensión de población puede ser estimada por el número de animales vistos durante un determinado período de tiempo.

En arrecifes que tienen un funcionamiento normal, un buzo localiza menos de un espécimen por hora, después de haber buscado.

En áreas contaminadas, el número de *A. planci* localizadas por hora es superior a 5. Puede llegar a ser tan elevado que se localicen 100 especímenes durante 10 a 20 minutos de búsqueda; esta cantidad de estrellas, francamente identifican una plaga o contaminación. Se han llegado a contar 12 especímenes cubriendo completamente la cabeza coralina. Más adelante se explicará la periodicidad, recurrencia y velocidad de la contaminación.

*Cronología o estadios por los que pasa la contaminación. Clasificación de plagas*. Los científicos buceadores han sido remolcados a través de los botes y ellos han podido identificar 6 categorías de cronología en la contaminación de *A. planci*.

1) Normal. Caracterizada por tener muy pocos animales por unidad de área (Fig. 4).

2) Condición 2. Por presentar grandes cantidades de *A. planci* de 500 a 1000 especímenes en áreas relativamente pequeñas.

3) Condición 3. Se puede considerar como una etapa intermedia; la contaminación o plaga se ha extendido rápidamente sobre 2 ó 3 kilómetros (o más) de la línea costera. Se encuentra a *A. planci* en varios centenares formando asociaciones o hatos. Los corales recientemente muertos presentan un color blanquecino, y ocupan varios cientos de metros cuadrados. *A. planci* se desplaza hacia todas las zonas profundas. La vida en este tercer estadio es corta. La estrella rápidamente destruye el coral vivo. Los conjuntos de estrellas pronto se separan en zonas contaminando completamente al coral. *A esta etapa se le puede considerar como la más destructora.*

4) Condición 4. Los conjuntos de estrellas forman un frente o frentes se disponen en paquetes o bandas de animales orientados paralelamente a la costa, extendiéndose desde 1 hasta varios kilómetros a lo largo de la línea costera.

5) Condición 5. *A. planci* ha arrasado todo el coral y particularmente el de la isla. Tan sólo un pequeño número de estrellas sobreviven (Figs. 8, 9).

6) Condición 6. Representada por una menor población explosiva. Aparentemente recuerda la condición No. 2.

*Periodicidad, recurrencia y velocidad.* Según las pruebas obtenidas, no hay evidencias para poder sostener una hipótesis de que poblaciones explosivas similares de *A. planci* o fenómenos parecidos hayan sido comunes o hayan aparecido con anterioridad. En el caso de que hubiera existido periodicidad, el ciclo debería exceder a 100 años y posiblemente hasta 1 000 años. Prueba de ello, es que existen verdaderas cabezas grandes de coral que probablemente representan varios cientos o posiblemente 1 000 años de crecimiento continuo. Goreau considera que algunos de los corales que han muerto, tienen más de 1 000 años de desarrollo continuo. Cabezas de coral de una sola especie llegan a crecer tan grandes cuyos diámetros miden 9 m o más.

*Velocidad.* La velocidad con la cual se ha presentado la infección, antes de que se aplicaran las medidas de control, además de considerar la extensa zona de coral muerto, ha permitido afirmar *que ninguna de las áreas de coral de las islas hubiera podido sobrevivir a la presente contaminación*, Las evidencias hacen suponer que se trata de un fenómeno reciente. Se piensa que ha podido haber algún cambio en el funcionamiento general, o en la biología de las especies.

*Destrucción arrecifal.* Se ha observado que una franja arrecifal puede ser destruida a un ritmo de 1 km por mes. En un lapso de 2 años y medio, un 90% de coral ha sido destruido totalmente en una longitud de 38 km. La venta al por mayor de corales madreporicos puede llegar a tal grado, que la fauna coralina no puede volver a recuperarse.

Los arrecifes devastados por *A. planci* presentan una coloración pardusca verde grisácea en apariencia, debido al crecimiento del alga que rápidamente se desarrolla sobre los esqueletos del coral que quedan expuestos. El coral queda salpicado de color el cual se debe a los peces coloridos de los arrecifes (Figs. 4, 8 y 9). Los últimos organismos que sobreviven a su acción son los corales del género *Pocillopora*, se les ve esparcidos sobre todo el arrecife. Corales sobrevivientes dispuestos por tamaño desde simples colonias hasta grandes conjuntos que cubren superficies ásperas de 100 m<sup>2</sup>. Los extremos de colonias de acroporas pueden permanecer intactas así como también colonias enteras de *Millepora*.

Richard H. Cheshier ha dicho textualmente: "Existe la posibilidad de que nosotros seamos testigos de la extinción de las fases iniciales de los corales madreporicos en el Pacifico".

*Corales sobrevivientes.* Los corales que se encuentran en la zona de mareas o corales dispuestos en una activa zona de rompiente resaca o marejada, sitios en donde los depredadores *Acanthaster* no pueden alimentarse, sin embargo se les ve sobrevivir frecuentemente por lo que hay un contraste con los muertos por sedimentación, agua dulce, o aquellos que quedaban al descubierto y habían muerto con anterioridad. Los corales que se encuentran en grietas y los pólipos coralinos en depresiones o nichos, particularmente sobre las superficies de domos más macizos, sobreviven en contraste a los corales, muertos por sedimentación. Cuando la acción del oleaje es fuerte, la porción central de los *porites* redondeados a menudo sobreviven.

Cuando especímenes de *A. planci*, se están alimentando activamente de corales vivos, numerosas manchas de corales muertos pueden ser observados. Las manchas blanquizas perduran por espacio de 1 a 2 días según el

promedio de algas que se hallan instalado. A medida que pasa el tiempo, las cosas van virando de color según el promedio de algas que se hallan colocado sobre ellos. A medida que el tiempo pasa, el color de los corales varía, en un principio es de un tono verde oscuro. Los corales que sobreviven a la invasión de *A. planci* son los *octocorales*, y las *hidrocorales* (4, 8).

**Método cuantitativo.** Durante un período de 5 años, desde 1966, se han registrado datos semicuantitativos sobre densidades de población de *A. planci* haciendo registros en 92 arrecifes (un total de 215 000 km<sup>2</sup>). El método que se utilizó fue el determinar la abundancia relativa de *A. planci* sobre una o más secciones pequeñas en cada arrecife.

**Número de estrellas y abundancia relativa.**—Un observador (X) contó la primera estrella presente y así siguió contando a medida que nadaba sobre el arrecife en línea más o menos recta, en un período determinado (cada 20 min) (con un promedio de 5310 min). La abundancia relativa de *A. planci* fue entonces calculada como el número de estrellas contadas durante 20 minutos. Las estrellas contadas fueron colectadas en aguas superficiales (10 m) a lo largo del margen arrecifal siempre y cuando éstas fueran abundantes. En los lugares donde los márgenes arrecifales sobresalían, la orientación seleccionada por el nadador fue al azar. Un arrecife se considera que está contaminado con *A. planci* sí, en un año una superficie de 100% cubierta por corales bien desarrollados, rechonchos, (L. de 10 cm de alto), el 25% de los corales han sido destruidos y muertos por las estrellas. Si se llega arbitrariamente a seleccionar este nivel de mortalidad de coral como caso significativo, es posible llegar a un nivel de abundancia relativa de *A. planci* en la cual un arrecife es considerado como parasitado o contaminado. Los arrecifes se consideran *no contaminados* si su abundancia relativa de *A. planci* es menor que 10. Se ha visto que una estrella adulta es capaz de destruir 6 m<sup>2</sup> de coral cada año.

**Registros de *A. planci*.** Entre una colecta y otra ha habido un espacio de 1 km (pocas colectas fueron hechas entre los 50 y 100 m). En los arrecifes alargados, el registro fue hecho teniendo en cuenta el eje mayor de cada arrecife. Sobre un arrecife de tamaño medio, (15 km de circunferencia, el tiempo no permitió un examen mayor del 2% al 5% del margen total del arrecife). Cuando las estrellas fueron encontradas en gran número, tan sólo las más obvias fueron contadas. Sobre arrecifes que tienen un número bajo de *A. planci*, la mayor parte del tiempo fue dedicado a precisar donde estaban escondidas las estrellas. La presencia de cicatrices alimenticias sobre los corales, sirvió grandemente para localizar a los especímenes de *A. planci* que estaban ocultos. En 20 minutos de búsqueda, se despejó aproximadamente un arrecife que tenía 5 m de ancho y 200 m de largo o sea 1000 m<sup>2</sup>. Sin embargo, la superficie observada en 20 min varió algo según el tipo de arrecife y el número de *A. planci* presentes.

Conviene hacer notar que hay otros organismos depredadores de los corales que pueden producir que el coral se vuelva blanco, es la estrella del género *Culcita* (*C. novaguineae*) conocida vulgarmente con el nombre de *estrella alfiletero* la que se alimenta de corales de una manera muy parecida a como lo hace *Acanthaster*. También se sabe de algunos gasterópodos del género *Drupella*, *D. cornus*. Así como también de enfermedades bacterianas u otros agentes desconocidos. Después de que el coral muere o ha estado por varios años sujeto a la destrucción, el saber las causas de la mortalidad resulta muy difícil.

**V Causas posibles a las que se atribuye la aparición de población explosiva de *Acanthaster planci*.** Al revisar la bibliografía respecto a este tema, salta a la vista que existe una gran divergencia de opiniones. Sin embargo, a continuación, se ha tratado de unificar hasta donde ha sido posible los distintos criterios.

Las causas a las que se atribuye el aumento tan repentino de *Acanthaster planci* son hasta cierto punto un tanto desconocidas y dudosas.

Hay dos posibilidades probables para explicar la rápida población de expansión: un cambio en el ambiente o un cambio en el animal. Cambios en el ambiente pueden ser cambios físicos que dan como resultado mejorar la supervivencia de *A. planci* o cambios biológicos que resultan en liberar de la presión de depredadores algunos estados del ciclo vital de *A. planci*. La última idea parece ser que goza de mayor simpatía actualmente.

#### 1) Cambios físicos en el ambiente.

Los que sostienen esta hipótesis señalan la capaz existencia de los fenómenos y sostienen que tales poblaciones explosivas tan ampliamente distribuidas, son probablemente causadas por la repentina aparición de condiciones físicas oceanográficas favorables a este animal en particular.

#### 2) Cambios biológicos en el ambiente.



Concretamente, las que sustentan las teorías de los cambios biológicos, ofrecen variaciones de una teoría general basada alrededor de la presión del depredador.

Las hipótesis existentes para explicar la población explosiva abarcan cada una de las etapas del ciclo vital de *A. planci*. Los tres incisos siguientes precisan las hipótesis en relación con la disminución en depredación en cada etapa en el ciclo vital de *A. planci*. Ellas son, como puede hacerse notar, basadas naturalmente sobre especulación y evidencias valiosas.

a) Disminución de huevos y depredación de larvas planctónicas.

Concentraciones de organoclorinas y de otras sustancias pululantes contaminadoras producidas por el hombre han ido aumentando en el medio marino durante las últimas pasadas décadas. Estas sustancias contaminadoras bien pudieron haber eliminado a los depredadores planctónicos quedando así disminuida la población zooplanctónica existente, o bien, haber reducido la capacidad reproductora de los zooplanctones, debida a ello, la comunidad zooplanctónica, no puede extenderse por mucho tiempo lo suficientemente rápido para precisar el influjo de los grandes enjambres de larvas nadadoras de *A. planci* durante los períodos de desove. Esta hipótesis puede aplicarse tanto al zooplancton oceánico como al zooplancton arrecifal.

b) Disminución de la depredación durante la colonización.

Continuas alteraciones mecánicas a los arrecifes de coral pueden proporcionar superficies de sedimentación para larvas zooplanctónicas, lo que determina por lo tanto, un aumento repentino de individuos a través de un incremento de población en áreas localizadas. Las larvas de *A. planci* aparentemente colonizan o pueblan exteriormente las aguas superficiales, y la multitud de depredadores del zooplancton que viven en tales aguas superficiales de los trópicos, ocupan casi cada porción del depósito. Para que una contaminación de *Acanthaster planci* pueda desarrollarse debe haber una abundancia de coral las cuales sirven de sustrato a las jóvenes estrellas, tales áreas por lo tanto tienen pocos filtros alimenticios (pavimentos coralinos, camas de algas, etc.) por lo que no deben ser consideradas. La mortalidad en el momento del contacto con el sustrato debe ser muy grande. Después de la fijación, puede haber un período de algunos días a una semana cuando la delicada estrella se mueve muy poco, no se alimenta y no tiene esqueleto protector. *Este debe ser un período de elevada mortalidad, debido a los pequeños depredadores del arrecife y a los detritus orgánicos.* Por el contrario el aumento resultante en la producción larval, puede llegar a tal grado, que, el reclutamiento de las larvas asegura a la larga las enormes poblaciones de *A. planci*.

c) Modificaciones en el medio ambiente producidas por la acción directa del hombre tales como dragados barrenamiento, dinamitar. Estas diversas acciones traen como consecuencia una erosión terrestre, borrasca o un fuerte oleaje y desde luego destrucción de arrecifes los cuales como se sabe se alimentan de larvas de *A. planci*, al ya no hacerlo, esta especie puede llegar a formar poblaciones explosivas en regiones próximas donde ha habido actividades de barrenamiento o dragado.

*Explosiones con dinamita.* Sobre los corales tiernos, la dinamita fragmenta y trastorna a los corales pero tan sólo mueren pequeñas porciones del coral. Por un tiempo, superficies desprovistas de  $\text{CaCO}_3$  están disponibles para el establecimiento de larvas, en zonas adyacentes al coral vivo. Los efectos de una explosión son tales, que estas superficies constituyen la única área en donde hay una población concentrada del arrecife.

Si las concentraciones de larvas de las estrellas estaban presentes e intentaban fijarse en un lapso de tiempo relativamente corto pocas horas o quizá en pocos días después de un taladro, los jóvenes sobrevivientes podrían ser muy útiles. El resultado de esta situación puede ser el de una nueva población de varios cientos de estrellas en el centro de una área de coral fresco.

A pesar de que no existe una información disponible sobre los posibles efectos de productos químicos que se utilizan en la agricultura así como también de otros contaminadores tales como los productos del albañal, afluentes de los trapiches y productos diversos de otras industrias que han llegado hasta los arrecifes de coral. Durante los meses de febrero y marzo de 1967, por debajo del agua, alrededor de la isla Verde en la Gran Barrera Australiana, la visibilidad descendió de ser lo normal a 10 m, a menos de 1m, debido a los despojos que son arrojados de la tierra al mar.

d) *La disminución de la depredación del estado adulto de A. planci producida por el triton* (hipótesis que se expondrá más tarde, ya que para exponerla es necesario saber datos ecológicos y costumbres de este interesante gasterópodo).

## 2) Cambios o modificaciones en el propio *Acanthaster planci*.

Algunos investigadores piensan que en una etapa de la vida, *Acanthaster planci* dejó de tener la acción de la presión de algunos depredadores. Se piensa que *pudo haber un cambio en el animal, una mutación que mejora su habilidad de sobrevivir*. Un mejoramiento en el desarrollo de las larvas, cierta habilidad para buscar a los adultos de sus propias especies, para establecerse cerca de ellos. Un cierto número de investigadores han encontrado jóvenes de *A. planci* tan sólo en la vecindad de adultos, donde éstos se han establecido previamente y se han estado alimentando. Esta habilidad de poder localizar adultos, no es actual ni está desarrollada, se piensa que sea a través de una mutación que puede aparecer.

*VI Costumbres de los tritones y acción de ellos.* A los gasterópodos de la especie *Charonia tritonis* se les conoce vulgarmente con el nombre de *tritones* o molusco "Trompeta", por la forma que él presenta. Estos moluscos llevan una vida nocturna; durante el día tan sólo se observan especímenes pequeños. Los tritones en su estado adulto llegan a medir 40 cm o algo más. El equipo de investigadores patrocinados por los laboratorios de investigación de la Westinghouse, y quienes realizaron investigaciones en distintas islas de la Micronesia en el año de 1969, no encontraron tritones durante el período que duró la investigación en esas islas. Por otro lado, personas que residen en Guam, han informado que los tritones nunca han sido comunes en esa isla. El hecho de que ellos aún existan y crezcan hasta llegar a tener tallas de adultos, probablemente refleja el hecho de realizar sus funciones ocultas. Los isleños consideran al tritón como a un animal extraño y capturan tan sólo muy pocos cada año. Se sabe que los tritones pueden acumular en sus tejidos sustancias del tipo de las organoclorinas, lo que con el tiempo trae como resultado la reducción de la capacidad reproductora de ellos, por lo que se ha visto que *A. planci* puede llegar a desarrollarse de una manera explosiva.

### a) Ataque del tritón (*Charonia tritonis*) a la estrella de mar *Acanthaster planci*.

Cuando un tritón va a atacar a *A. planci*, se ha observado que se aproxima a ella y extiende su proboscis la cual puede medir más de 20 cm cuando esta completamente extendida. A la proboscis del tritón se le ve actuar entre 2 de los radios de la estrella, entonces es cuando el molusco utiliza la rádula para cortar la pared del cuerpo que une a los 2 radios. El tritón introduce la proboscis en la presa. En una ocasión, cuando la estrella estaba siendo atacada y se encontraba colgada de la pared del vidrio del acuario, se pudo ver cómo la proboscis atravesaba la pared del estómago y llegaba a un radio que estaba opuesto al punto por donde la proboscis había entrado. Posteriormente el tritón sacaba el tejido de las glándulas genitales y el de la glándula digestiva. Después la proboscis se insertaba en el radio contiguo. Algunos otros radios más fueron atacados de esta manera antes de que la proboscis fuera sacada del cuerpo de la estrella. Todo este procedimiento tardó aproximadamente 45 minutos. Otros tritones tardaron de 12 a 24 horas. Se pudo observar como algunos tritones utilizaban el labio externo de las conchas para fijar la presa al sustratum (Fig. 7).

b) *Ataque del tritón en su medio.* Hasta el momento, tan sólo a un tritón se le ha encontrado atacando a *A. planci* en su medio. Se le encontró viviendo en coral vivo, en la cresta de un arrecife a una profundidad de 1.5 m. Numerosas estrellas fueron halladas cerca de él. Cuando el molusco fue colocado hacia arriba, tres radios de *A. planci* fueron vistos junto al opérculo del molusco. A las pocas horas después de que se había colocado al tritón en un recipiente que tenía agua de mar, el tritón regurgitó los restos de la estrella. Se piensa que probablemente los tritones atacan a las pequeñas estrellas capturándolas enteras más bien en que hacerles un agujero interrredial insertando la proboscis y rasgando la pared del cuerpo. A muchos tritones se les observó regurgitar casi intactos a especímenes de *Linckia laevigata*.

c) *Contenido estomacal de tritón.* Durante un período de 2 años, un total de 28 tritones fueron colocados en el arrecife de la Gran Barrera Australiana. Inmediatamente después de su captura, cada tritón fue colocado en un recipiente que contenía agua de mar y en el cual se le dejó por varios días. De esta manera fue posible determinar que es lo que había capturado cada uno de ellos, antes de que se les colocara en el recipiente así como también el material no digerido, piezas y espinas calcáreas las cuales fueron pronto regurgitadas. De los 28 tritones, 7 de ellos se pudo comprobar que se habían alimentado de *A. planci*, 11 habían ingerido *Culcita novaguinae* 9 tritones no habían regurgitado ningún material no digerido.

### 4) *Tritones en cautiverio.* Se observó que tritones cautivos permanecen quietos durante períodos largos.

Un tritón estuvo quieto o en reposo por espacio de 51 días; 26 tritones permanecieron quietos o en reposo por períodos superiores a una semana; 14 tritones previamente marcados fueron puestos en libertad desde un determinado punto del arrecife y próximos al encierro. Después de un día, habían caminado distancias que oscilaban desde 0.5 m a 18.3 m (promedio 8.3 m). La actividad aumentó durante la segunda semana,

probablemente como un resultado de la necesidad de ir en busca de alimento.

e) *Acción de los concheros y de los coleccionistas.* Entre los colectores de conchas, los llamados "concheros", los tritones son muy abundantes; para capturarlos emplean equipos de buceo modernos y estos buzos tienen una habilidad enorme para colectarlos. Los tritones alcanzan precios muy elevados, aún aquellos especímenes que están mal conservados o erosionados.

Los habitantes de las islas colectan tritones con fines comerciales. Los colectores profesionales de conchas saben bien los precios elevados que pagan los coleccionistas por estos hermosos gasterópodos. Hay un gran aliciente para coleccionar tritones. Un solo tritón proporciona a su dueño una gran utilidad o beneficio, más que cualquier otro producto marino. Los aborígenes de las islas, consideran al tritón como un animal extraño y un tanto sagrado por lo que procuran capturar cada año tan sólo muy pocos especímenes. Aunque sería necesario ilustración disponible, existe alguna evidencia para demostrar que aproximadamente en los últimos 30 años, los colectores de conchas han colectado de los arrecifes, un número considerable de tritones, el único depredador conocido hasta el presente de las formas juveniles y adultas de *A. planci*. Sin embargo se sabe por otro lado que *Charonia tritonis* no tiene como presa tan sólo a *Acanthaster planci* sino que también a *Culcita novaguineae*, a *Linckia laevigata* y a *Nardoa pauciforis*.

A pesar que la densidad de población de *Charonia tritonis* que vive sobre los arrecifes de coral es desconocida, es posible que bajo circunstancias normales *Charonia tritonis* efectivamente controle la población de *A. planci* y que el hombre al haber quitado a los tritones de los arrecifes coralinos por la acción de la interferencia humana, se ha alterado la ecología de los arrecifes en la región contaminada.

Tratando de resumir lo referente a la acción del tritón con respecto a *Acanthaster planci* se puede concretar diciendo:

1º) Que los colectores de conchas han colectado tan intensamente al molusco *Charonia tritonis*, que se piensa que sea una de las principales causas por las que se ha perdido el equilibrio que antes normalmente existía.

2º) Como se sabe, *Charonia tritonis* es depredador de *Acanthaster planci*, al no existir el tritón en un determinado número, automáticamente aumenta el número de *A. planci*.

3º) *Acanthaster planci* es un depredador de varias especies de corales, especialmente aquellos del género *Acropora*.

4º) En los últimos años, ha aumentado considerablemente el número de *A. planci* por las razones antes expuestas, se ha convertido en una plaga que ha destruido gran parte de los arrecifes coralinos.

VII. *Otros posibles organismos depredadores y ectocomensales de Acanthaster planci.* Después de una intensiva exploración en el comportamiento de posibles depredadores de formas jóvenes o de estrellas adultas de *A. planci*, llevadas a efecto en grandes acuarios, los cuales contenían depredadores potenciales tales como peces del género *Epinephelus*, tortugas *Chelonias mydas*, moluscos carnívoros grandes: *Cassia cornuta*, *Murex ramosus*, *Moloepe*. Tan sólo fue hallado un depredador: el Tritón gigante o caracol trompeta (*Charonia tritonis*).

Hasta la fecha no han sido observados parásitos de *A. planci*. Se han observado tres especies de ectocomensales: *Perielimenis soror*, camarón pontónido que vive principalmente en la superficie aboral.

VIII. *Censo de Acanthaster planci e interferencia humana.* Resulta indispensable el hacer un censo de *Acanthaster planci* sobre arrecifes de coral a través de la región pacífica Indooccidental: 1) Para determinar su densidad normal de población, 2) Para determinar si existe alguna correlación entre la contaminación de la estrella y el grado de interferencia humana en la ecología de los arrecifes coralinos.

Existen algunas pruebas de que las contaminaciones sobre el arrecife de la Gran Barrera pudieron haber sido iniciadas a través de la interferencia humana en la ecología de arrecifes accesibles. Tan sólo aquellos arrecifes que se encuentran próximos a las costas y cerca de los centros de población, se tiene la certeza de que han sido contaminados.

No existe información disponible sobre la abundancia de *A. planci* sobre el arrecife Old y el complejo arrecifal de Swain. En esta región hay grandes centros de población a lo largo de la costa, pero la línea general del arrecife de la Gran Barrera diverge de la línea costera. Pocas personas visitan estos arrecifes relativamente inaccesibles. Por otro lado, dentro de la línea de la región de contaminación, gran número de personas se sabe que visitan los

arrecifes y sus actividades, tales como buscar o sacar peces, moluscos, corales y otros organismos por lo que alteran así el medio sin que los organismos vuelvan a ser reemplazados, lo que a medida que pasa el tiempo, si viene a alterar la ecología de esos arrecifes.

*IX. Necesidad de controles. Recomendaciones de estudio.* Al regresar cada equipo de trabajo se le hacen las preguntas siguientes ¿Cuándo- ¿Dónde? y qué clase de controles. Todos los equipos de investigaciones han estado de acuerdo que los controles deben llevarse a efecto *tan pronto como sea posible*. Consideran que la destrucción de corales vivos al ritmo en que van, no es un acto normal en la ecología de un arrecife.

*Control de la contaminación.* Es necesario evitar que los adultos de *Acanthaster* contaminen nuevas áreas de coral evitando así las emigraciones de ellas. Si las contaminaciones son descubiertas en una primera etapa, el control se simplifica porque las crías de población se les localiza fácilmente y a los animales se les observa con relativa facilidad. Elegir zonas topográficas en las cuales las estrellas no pueden moverse, disminuyendo así las poblaciones a través de la inanición o el hambre. Destruir a los *Acanthaster* con inyecciones de formol al 5% (Fig. 10). Por un momento, el equipo de trabajo de la Westinghouse pensó erradicar a los arrecifes contaminados. Después de haber habido entre un grupo de investigadores deliberaciones respecto a las medidas de control que debían seguirse respecto a *Acanthaster planci*, se llegó a las conclusiones siguientes:

- 1) Dejar que la naturaleza siga su curso.
- 2) Es un fenómeno natural y no necesita control alguno.

3) Dejen el estudio por algún tiempo. Sin embargo el equipo de trabajo dirigido por Richard H. Chesher y patrocinado por los Laboratorios de Investigación de la Westinghouse, últimamente han llegado a la conclusión de que: la extensa depredación de *A. planci* no es un fenómeno natural, parece ser de que el hombre ha intervenido en el curso de la naturaleza "y no desearía tener en el futuro un incontrolado bosque ardiendo".

Se sabe que los arrecifes coralinos constituyen una fuente natural muy valiosa para los habitantes locales, bienestar humano, por lo que se requiere imponer ciertos controles.

Analizando el problema con un criterio amplio, se puede interpretar la destrucción de los arrecifes de coral por *A. planci* como un desastre potencial a la isla coralina, se le ha comparado a un campo colocado en una vertiente y que estuviese continuamente ardiendo; además se sabe que los corales probablemente requerirían un tiempo aún más largo que el bosque. Los controles son por lo tanto, necesarios. No es posible el hacer preguntas acerca de la necesidad para llevar a efecto estudios posteriores, como parte del programa de control, pero la implantación de controles limitados no deben demorarse mientras que el estudio del problema continúe, *arrecifes valiosos deben ser activamente protegidos*.

*Recomendaciones de control.* Tomando en cuenta la rapidez con que *A. planci* ha destruido los arrecifes y aún los aspectos imprecisos, cuando pueda venir la próxima contaminación, se sugieren tres puntos en el programa de control.

- 1) Organizar diversos grupos para matar o destruir las poblaciones mayores o proteger los arrecifes valiosos.
- 2) Organizar un programa educacional para poner alertas a los pobladores de las islas respecto al problema, y como ellos, pueden ayudar a prevenir pérdidas de corales vivos sobre una base cívica.
- 3) Aumentar la investigación científica respecto a la biología de *A. planci* y sus depredadores y la dinámica de la duración del arrecife y la regeneración.

En islas que estén relativamente poco contaminadas, debe hacerse el control de las grandes poblaciones de estrellas (considerando el número de animales y las profundidades en las cuales estas poblaciones están distribuidas). Para esto, se requiere que buzos bien entrenados puedan aplicar a las estrellas inyecciones de formol tal y como lo hizo Chesher en 1969 (Fig. 10).

*Todas las actividades de control, deben ser llevadas a efecto bajo la dirección de un biólogo competente o de un comité de biólogos.* Todas las anteriores recomendaciones, son convenientes y serían suficientes tan sólo como un control temporal, para disminuir el promedio de destrucciones del coral, hasta poder hacer estudios más detallados y completos "a largo plazo" verdaderos controles biológicos establecidos. *No deben reducirse poblaciones de A. planci por debajo del nivel normal.*

*Control de Técnicas.* Otros métodos más bien que matar animales con la mano controles biológicos deberían ser investigados.

Defensas tóxicas, defensas variantes, barreras eléctricas, etc... garantizar la evaluación como medio de contener a *A. planci*. Debe de tenerse mucha precaución cuando se implante cualquier técnica de control para prevenir indeseables efectos. Las investigaciones deben ser dirigidas sobre las causas de las contaminaciones y sobre aspectos históricos de contaminaciones de *A. planci*.

*Recomendaciones de estudio.* Hasta la actualidad, tan sólo se han hecho estudios de la biología de *A. planci* desde un punto de vista tosco. Lo que se requiere actualmente:

Es hacer estudios en relación a los depredadores de *Acanthaster planci*, sus costumbres reproductoras, desplazamiento, biología larval. A través de la bibliografía existente, no se sabe nada seguro sobre los depredadores larvales, el conjunto larval, si el reclutamiento de la población adulta es un sistema abierto o cerrado. Estudios acerca del funcionamiento, comportamiento de los depredadores, parásitos y enfermedades, datos que se requieren para el desarrollo a largo plazo "de los controles biológicos".

*X. Recolonización. Recuperación. Factor tiempo. Factor biológico.* Es posible la recuperación arrecifal, pero se requerirían más de 25 años antes que recuperaciones posibles pudieran hacerse y un período indeterminado de tiempo para que los arrecifes volvieran a tener el estado que ellos tenían antes que la contaminación se presentara. *La recuperación presupone que no habrá de nuevo contaminaciones de un arrecife dañado, pero no hay evidencias de que las contaminaciones vuelvan a reincidir.*

Biológicamente la drástica eliminación de corales vivos por la depredación de *A. planci* representa destrucción de una comunidad de larga duración.

*Utilización del medio ambiente.* La posibilidad de transportar corales para volver a poblar arrecifes muertos, necesita ser estudiada. Se ha pensado en que pueden usarse áreas de pastoreo para el aumento de producción a través del agricultura. Se ha pensado introducir al herbívoro adecuado a su ambiente tropical pobre en filtros alimenticios, cubiertos con algas, pudiéndose obtener una productividad del arrecife a un primer nivel o quizá se pueda llegar aun mas lejos.

*Recolonización del coral sobre arrecifes devastados por A. planci.* Estudios de recolonización del coral han sido iniciados en el arrecife de la isla Verde de la Gran Barrera Australiana, a partir de marzo de 1967. Se establecieron 4 áreas de estudio, las cuales están ampliamente separadas entre sí de los arrecifes que habían sido devastados el año anterior. Se han hecho recolonizaciones de los géneros *Stylophora*, *Seriatopora* y *Acropora*.

La mayoría de las colonias oscilan entre 5 y 10 cm de diámetro. Ha habido crecimiento de los extremos externos de los corales vivos hasta 20 ó 25 cm por encima del nivel de las colonias originales y aún más, las colonias originales han tenido varias ramificaciones.

En la vecindad de ciertas áreas había una evidencia considerable de recolonización del coral.

Los géneros más comúnmente representados fueron: *Acropora*, *Stylophora* y *Seriatopora*. Representantes de estos géneros fueron creciendo sobre un sustrato de corales muertos, los cuales eran compactos, estaban mezclados con algas calcáreas y otros organismos. Tan sólo 3 estrellas fueron observadas en la isla Verde durante una visita hecha en 1969. Al examinar las distintas áreas, en donde se había iniciado la recolonización hace 3 años y en donde el coral había muerto en un 80%, se observó como habían aparecido brotes de corales calizos en diferentes sitios, pero estos brotes, no eran abundantes (aproximadamente 1% de la cubierta). No se observaron *A. planci* en estas dos áreas.

*XI. Orientación de las investigaciones. Plan de trabajo.* Todas las personas que han integrado los equipos de trabajo recibieron orientación durante 3 ó 4 días antes de ir a investigar a las islas. El jefe de la investigación hacia una serie de viajes a Guam para tener experiencia observando las contaminaciones de *A. planci*. Los equipos llegaron a Guam e hicieron observaciones de la isla, al observar las zonas de coral destruido, hicieron una cuantificación previa. Se llevaron a efecto buceos hasta 50 m de profundidad, para observar la zona o rango de profundidades del coral que había sido destruido. Por las tardes se reunían y formaban sesiones en donde cada equipo exponía lo observado y discutían.

Para ser transportados entre las diferentes islas se utilizaron 5 distintos medios de transportación entre la zona

territorial de las islas y Guam: a) aeroplanos privados, b) aeroplanos, c) navíos de los E.U. de Norteamérica y d) pequeños barcos del gobierno o barcos alquilados (de 14 pies de eslora y con motores fuera de borda).

Las comunicaciones entre las islas y Guam eran difíciles (radio e intercomunicaciones con radios).

XII. *Conclusiones*. De todo lo anterior se puede llegar a las conclusiones siguientes:

1) El número de *A. planci* ha aumentado notablemente a partir del año 1963. Se observó que un gran número de estrellas comenzaron a atacar áreas de corales exhuberantes. La invasión de ellas ha persistido desde antes del año de 1967. En cuanto al tamaño del área invadida, no ha sido posible determinar la total situación de ningún punto ni en cuanto tiempo.

2) Se desconoce si la población de *A. planci* ha ido aumentando normalmente, declinando o ha permanecido estacionaria. La rapidez con la cual algunos arrecifes han vuelto a ser contaminados con las estrellas adultas, hace pensar que ellos fueron invadidos por estrellas que emigraron de arrecifes, los cuales ya habían sido devastados o destruidos.

3) A pesar de que no han sido observadas estrellas adultas emigrando entre los arrecifes, la mayoría de las cuales están separadas por distancias de menos de 10 km y profundidades de 40 a 60 m hay algunas evidencias indirectas para sostener esta hipótesis.

4) Imposibilidad de considerar la contaminación como un fenómeno natural. A medida que se sabe más de la biología, ecología y de la población dinámica de *A. planci* no hay posibilidad de considerar que las contaminaciones producidas por esta especie sean fenómenos naturales, que resulten de la combinación al azar de factores ambientales favorables para la supervivencia y desarrollo de gran número de estados larvales de estrellas.

Si esto fuera así, uno podría esperar que muy pocos arrecifes podían ser contaminados en cualquier momento con un amplio rango de distribución de *A. planci*.

5) El hecho de que no hayan sido registrados en el pasado, fenómenos de contaminación, puede ser debido simplemente a la incidencia extremadamente baja que se hacía de las observaciones submarinas de los arrecifes de coral; pero fundamentalmente debido, al desarrollo en la actualidad de los modernos métodos de buceo autónomo o en equipo, los que están lo suficientemente entrenados en la observación.

6) De las zonas contaminadas, las evidencias hacen pensar que la contaminación ha sido provocada por la intervención y actividades humanas:

a) recolección de tritones.

b) destrucción local de arrecifes.

c) puede haber otras causas que hasta la fecha sean desconocidas.

Cada una de las anteriores posibles causas han tenido diferentes interpretaciones. Puede ser que se deba a cualquiera de ellas o a 2, o más a la vez por ejemplo recolección excesiva de tritones y destrucción de arrecifes.

7) No es necesario el identificar las causas antes de implantar límites de control.

8) Datos disponibles sobre el promedio conocido acerca del crecimiento de los corales indican, que necesitarían aproximadamente 10 años para que las colonias ramificadas de corales se puedan restablecer por sí mismas y alcancen un tamaño considerable. Corales macizos, sólidos, probablemente requieren 30 años.

9) El promedio de recolonización de cualquier arrecife puede ser influenciado por la extensión del daño sufrido. Si la destrucción ha sido incompleta, y numerosos corales de la colonia permanecen vivos en una o más secciones del arrecife, entonces la recolonización de él podía depender del recibimiento de plánulas de coral llegadas a través de las corrientes producidas por corales de otros arrecifes, y entonces, la recolonización podría ser un trabajo o faena prolongada.

10) Cada isla debe ser investigada por separado ya que cada una tiene distinta condición, deben ser consideradas como unidades independientes.

11) Aunque se ignore mucho en la actualidad de la biología y ecología de *A. planci*. Esta especie debe ser

considerada como el factor biológico más importante que influye en el crecimiento y desarrollo de los arrecifes de coral.

#### LITERATURA CONSULTADA

- ABBOT, T.R. 1963. American Seastar. D. Van Nostrand Company, Inc. 539, 90 figs., 39 láms.
- ANTONIUS, A. 1971. Das *Acanthaster*. Problem in Gazifit (*Echinodermata*). Int. Revue ges. Hidrobiol. 56, (2): 283-319.
- CASO, M. E. 1961. *Los Equinodermos de México*. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias Univ. Nal. Autón. México: 1-388 124 figs. 20 láms.
- . 1962. Estudios sobre Asteroideos de México observaciones sobre especies pacíficas del género *Acanthaster* y descripción de una subespecie nueva *Acanthaster ellisii-pseudo planci* An. *Inst. de Biología*, 32 (1, 2): 313-331. 3 láms., 4 figs. 1 cuadro.
- . 1962. Morfología externa de *Acanthaster planci* *Memorias del Simposio sobre el océano Indico y Mares adyacentes Marine Biological Association of India* (en prensa).
- CHESHFR, R. 1968. Spiny Seastar. Guam. Sci. *Teacher Ass'n*. 3 (4):5.
- . 1969. Destruction of Pacific Corals by the Sea Star *Acanthaster planci*. *Science* 165: 280-283.
- . 1969. *Acanthaster planci*: impact on Pacific coral reefs. *Res. Lab. Westinghouse Elec. Corp.* 1-59, 22 figs.
- . 1969. Divers wage war or the killer star. *Skin Dir. Magaz.* 1-4.
- COX, CH, S. 1957-58. Measurements of slopes of frequency wind waves, *Jour. Mar. Res.* 16 (3):179-225.
- ELDVEDGE, L. G. 1970. *Acanthaster* 2. Newsletter. *Mar. Lab. Univ. of Guam* 96910:1-5
- ENDEAN, R. 1969. Report on investigations made into aspects of the current *Acanthaster planci* (Crown of thorns) infestations of certain reefs of the Great Barrier Reef. *Fish. Branch Queensland Dep. Primary industries*: 1-35. 4 figs. 1 mapa.
- . 1970. Ban the Triton shell collectors. *Fac. Isls. Month.*: 37-40, 3 figs.
- GOREAU, TH. F. 1963. On the predation of Coral by spiny starfish *Acanthaster planci* (L.) in the southern red sea. *Israel South Red Sea Expedition Report* (2):23-26.
- PEARSON, R. G. y ENDEAN, R. 1969. A preliminary Study of coral predator *Acanthaster planci* (L.) or the Great Barrier Reef. *Fish. Notes Depart. Harbours and Marine* 3 (1):27-55.
- SUGAR, A. 1970. Starfish Threaten Pacific Reefs. *Nat. Geog. Soc.* 137 (3): 341-352, 15 figs.
- STEVENS, J. A. y J. Y. COSTEAU 1962. *Enciclopedia del Mundo Submarino*. Editorial Miguel Arimany, S.A. Barcelona: 1-711.
- GUNNAR, TH. 1955-56. Marine level-Bottom Communities of Recent Seas, Their Temperature adaptation and their "Balance" between predators and food animals. *Trans. New York Acad. Sci. Ser. 2ª*, 18 (693-700).
- YOUNGE, C. M. 1968. Living Coral. *Revue Lecture. Pror. Roy. Soc. B.* 169: 329-344.



Fig. 1. *Acanthaster planci*. Superficie dorsal.



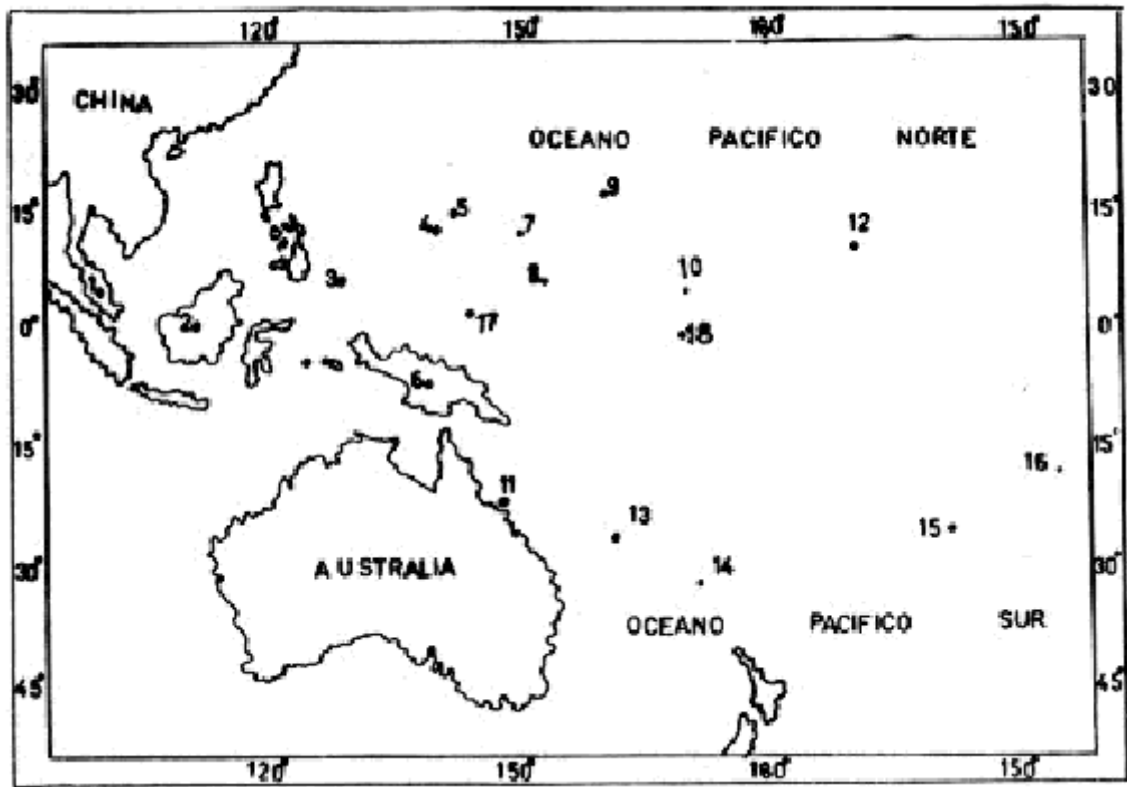


Fig. 2. Mapa en donde se precisan localidades en las que han sido colectados *Acanthaster planci*. 1. Malasia, 2. Borneo. 3. I. Filipinas. 4. I. De Guam. 5. I. Tician, 6. Nueva Guinea, 7. I. De Saipán, 8. I. de Rota, 9. I. Wake. 10. Atolón Majuro, 11. Gran Barrera Australiana. 12. I. Johnston, 13. Nueva Caledonia, 14. L. Fiji. 15. I. Tahití, 16. Archipelago Tuamotu. 17. I. Palam. 18. Atolón Arno.

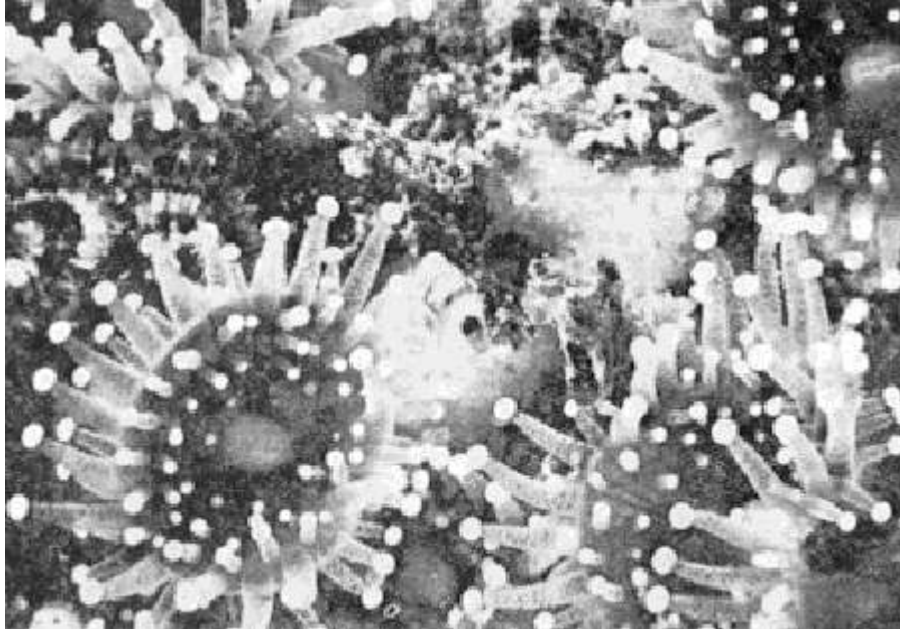


Fig. 3. Pólipos coralinos extendidos los cuales semejan pequeñas flores (Nat. Geog. Mag. Vol 137, No. 3, p. 348).

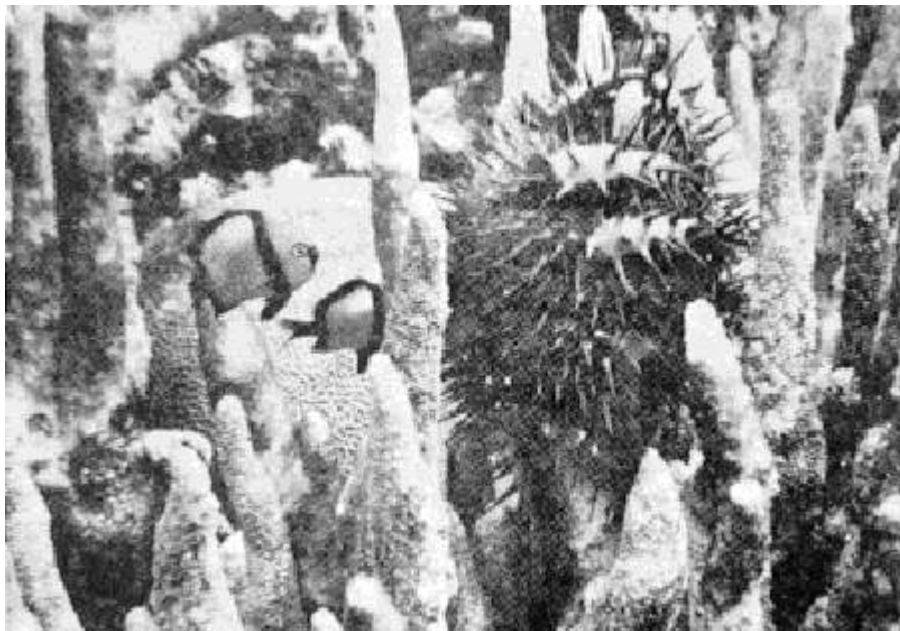


Fig. 4. La estrella de Mar *Acanthaster planci* alimentándose de corales (Res. Lab. Westinghouse Elec. Corp. 1969, fig. 2).



Fig. 5. *Acanthaster planci*. Introduciéndose en un coral (Nat. Geog. Mag. Vol. 137, No. 3, pág. 347).

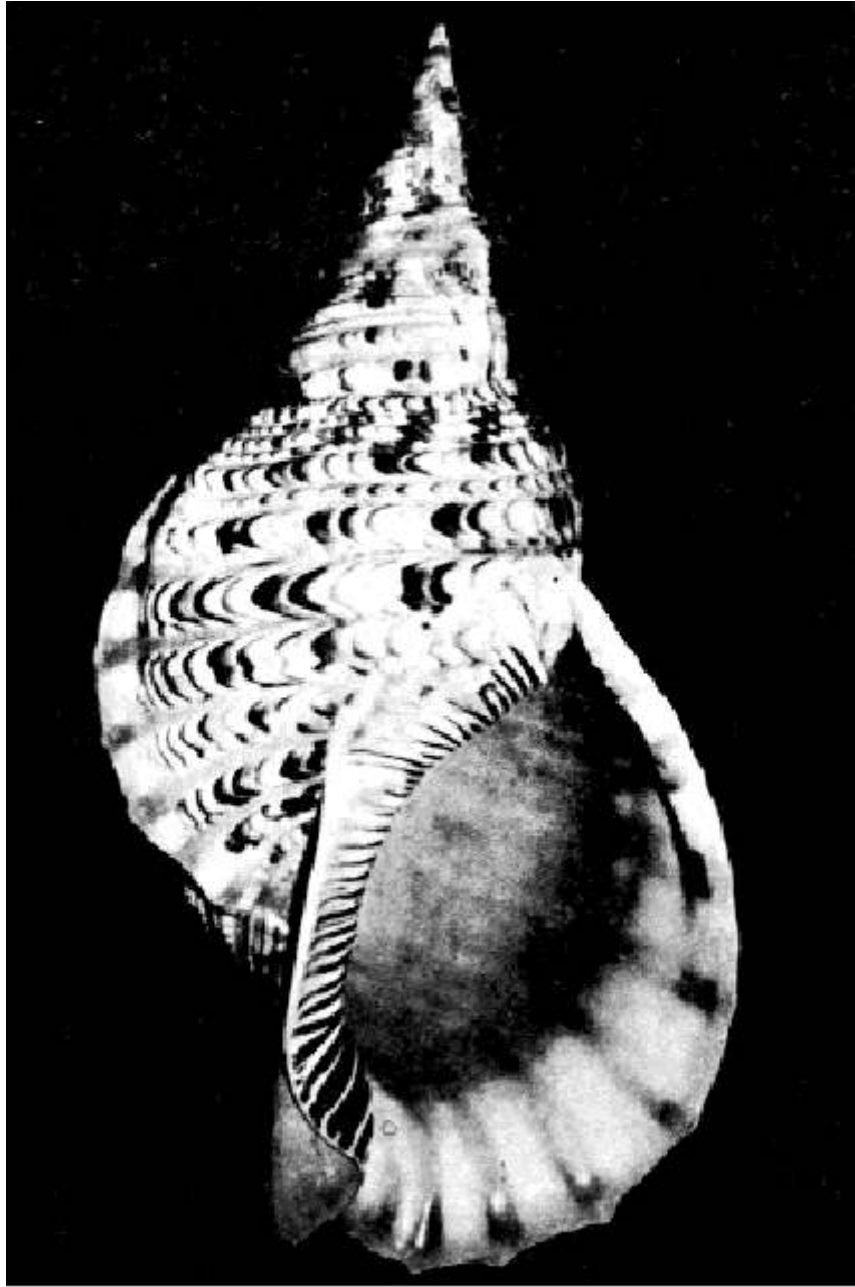


Fig. 6. Caracol trompeta *Charonia tritonis*.

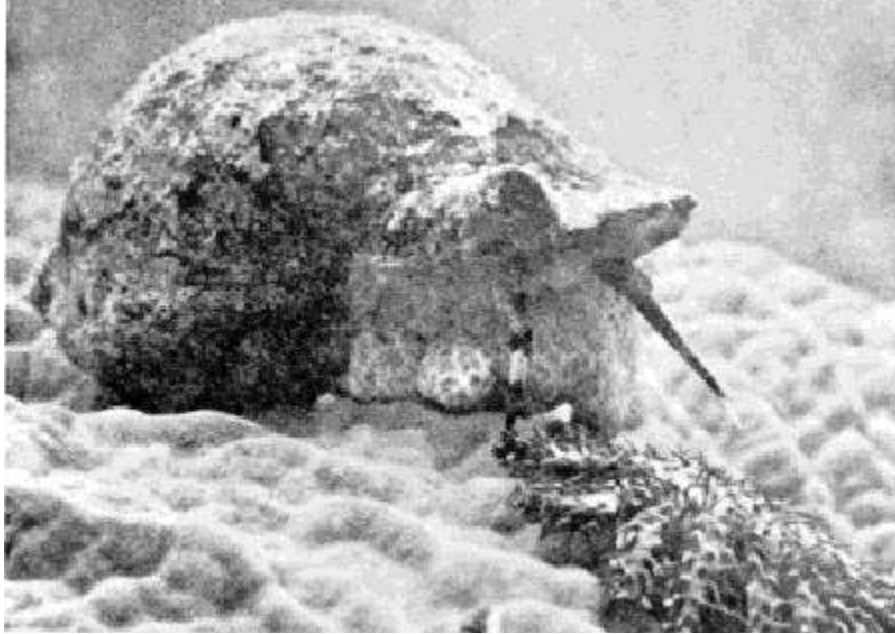


Fig. 7. Tritón con los tentáculos de fuera explorando a su presa (Nat. Geog. Mag. Vol. 137, No. 3, p. 346).

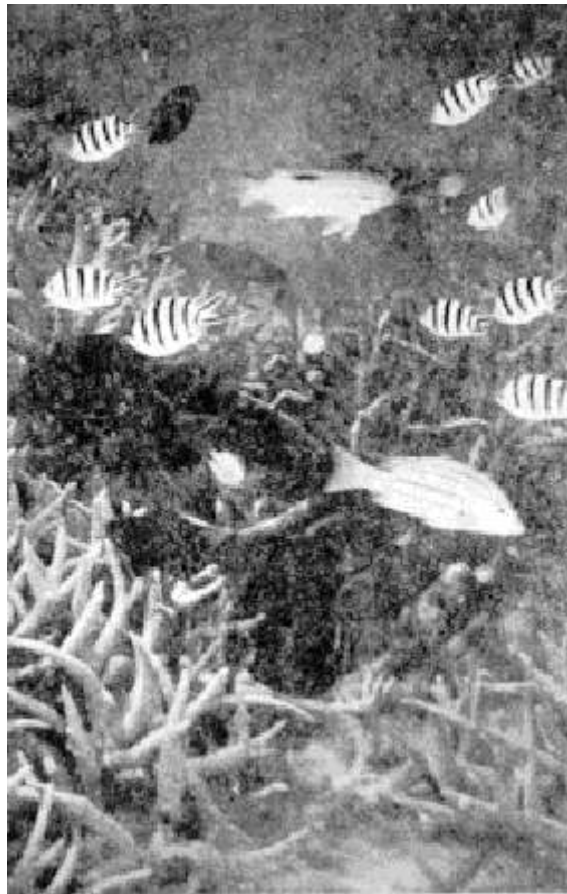


Fig. 8. Banco de corales pétreos del género *Acrophora* entre los cuales viven peces, gusanos, y estrellas de mar del género *Acanthaster* (Great Barrier Reef and Adjacent isles, lám. 52).



Fig. 9. Arrecife de la isla de Guam que ha sido destruido por el hombre y la estrella de Mar *Acanthaster planci*. (Nat. Geog. Mag. Vol. 137, No. 3, pág. 349).

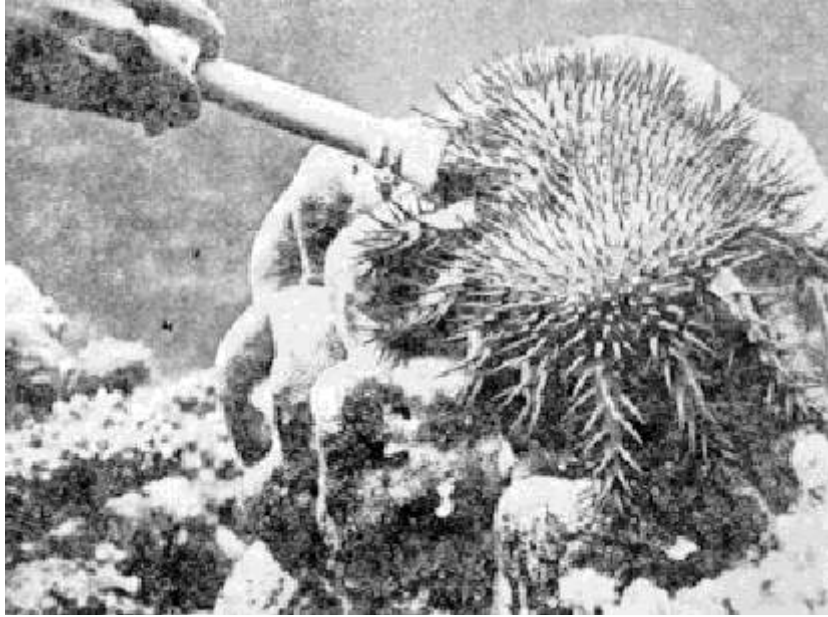


Fig. 10. Buceador inyectando con una jeringa formol a *Acanthaster planci*. (Res. Lab. Westinghouse Elec. Corp. 1969. Fig. 20).