

**Distribución espacial, correlación con el sustrato  
y grado de agregación en *Diadema antillarum*  
Philippi (Echinodermata: Echinoidea)**

por

Marta F. Valdez\* y Carlos R. Villalobos\*

(Recibido para su publicación el 17 de febrero de 1978)

**Abstract:** Statistic analyses of a population of *Diadema antillarum* P. during February, May and September, 1977 in a coral reef at Puerto Vargas, southeastern Costa Rica suggest that individuals of *D. antillarum* are not randomly distributed, but show a contagious distribution. The distribution is positively correlated with substrates of live coral. In addition, a patchy distribution that changes daily with regard to the type and degree of aggregation was observed.

El arrecife de Puerto Vargas forma parte de un sistema de arrecifes coralinos de barrera localizados en la costa sureste de Costa Rica (Fig. 1). Con excepción del estudio preliminar realizado por Wellington (1973), ningún otro trabajo se ha hecho sobre estos arrecifes, y por tanto se desconocen aspectos básicos como la diversidad de especies, los modelos de distribución, la dinámica de poblaciones, etc.

El erizo *Diadema antillarum* ha demostrado ser un importante componente de las comunidades de arrecifes, especialmente en lo que concierne a la distribución y abundancia de las algas, componentes primarios de su dieta y de los corales con los cuales se encuentra asociado (Sammarco *et al.*, 1974; Yonge, 1963). El presente estudio analiza la distribución espacial y el grado de agregación del erizo *D. antillarum*. Se correlaciona esta distribución con el tipo de sustrato y se calcula la estabilidad diurna y mensual de los grupos de erizos.

## MATERIAL Y METODOS

El área de trabajo está localizada en Puerto Vargas, Provincia de Limón, Costa Rica (9°45' N - 82°49' O). Se seleccionó un área ubicada aproximadamente 1 km al noreste de la casa del Servicio de Parques Nacionales, a una distancia de 250

---

\* Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica.

m de la costa y 100 m de la cresta del arrecife. Las observaciones se realizaron durante los meses de febrero, mayo y setiembre de 1977 en grupos de erizos seleccionados al azar, pero constantes para cada mes. En cada período de observación se realizó un muestreo a las 11:00 horas y otro entre las 14:00 y las 16:00 horas. Para cada muestreo se seleccionaron tres áreas de 25 m<sup>2</sup> y sobre cada una se colocó una red de 25 cuadrantes de 1 m cada uno. Se determinó el número de individuos por cuadrante, el tipo y porcentaje de substrato, el número de agregaciones y la abundancia relativa de individuos en cada uno de los grupos seleccionados. Con los datos obtenidos se calculó, para todos los muestreos, la densidad relativa, la distribución de Poisson, el grado de agregación y las correlaciones entre los porcentajes de substrato y el número de individuos encontrados. Pruebas de 'estudiantes T' se realizaron para comparar el número de individuos por grupo tanto para los dos períodos de observación del día, como mensual.

## RESULTADOS

*Diadema antillarum* se encuentra distribuido en el arrecife de Puerto Vargas en grupos de tamaño variable a una profundidad media de 1,5 m. El fondo del arrecife está cubierto por arenas de origen coralino sobre las que alternan áreas en que predomina *Thalassia testudinum* y un número considerable de macro-algas, en especial *Sargassum polyceratium*, *Colpomenia sinuosa*, *Enteromorpha linguata*, *Ulva lactuca*, *Acetabularia* sp., *Caulerpa* spp., *Halimeda opuntia*, *Padina* spp., *Galaxaura* spp., *Gracilaria* spp., *Amphiroa* spp. A intervalos, es posible observar áreas en que predominan los corales *Montastrea cavernosa*, *Diploria clivosa* y *Porites porites*.

El Cuadro 1 muestra los valores promedio para el número total de individuos así como el número de individuos de *D. antillarum* por metro cuadrado, tanto durante la mañana como en la tarde, durante los meses de febrero, mayo y setiembre. Se observó un mayor número de individuos durante el mes de febrero, tanto en la mañana como en la tarde. Los valores disminuyen para las dos situaciones en el mes de mayo, tendencia que se acentúa en forma marcada para la tarde en el mes de setiembre. Es posible observar, así mismo, un incremento en el número de individuos durante la mañana para el mismo mes.

### CUADRO 1

*Densidad relativa (número de individuos/m<sup>2</sup>) de Diadema antillarum P. durante los meses de febrero, mayo y setiembre de 1977. Puerto Vargas*

		Febrero	Mayo	Setiembre
Mañana:				
	N =	206	96	182
	D.R. =	8,58	3,83	7,28
Tarde:				
	N =	211	134	90
	D.R. =	8,79	5,35	3,60

En el Cuadro 2 se presentan los valores de  $X^2$  para la distribución de Poisson, así como los coeficientes de la varianza entre el promedio de individuos, para cada uno de los meses. La distribución espacial no se ajusta al modelo de Poisson ( $p < 0.05$ ), lo que sugiere que no es al azar. Los valores del coeficiente de la varianza entre el promedio caen dentro del ámbito de una distribución agrupada o contagiosa según Margalef (1974).

Los índices de correlación entre el número de individuos por metro cuadrado y el porcentaje de cada uno de los substratos observados (Cuadro 3), son negativos para el substrato arenoso en los tres meses de observación. Es decir, a medida que aumenta el porcentaje de substrato arenoso, decrece el número de individuos. Por el contrario, al aumentar el porcentaje de substrato de coral, aumenta así mismo el número de individuos.

## CUADRO 2

*Valores de  $x^2$  para distribución de Poisson en Diadema antillarum P. durante los meses de febrero, mayo y setiembre de 1977. Puerto Vargas*

	Febrero	Mayo	Setiembre
Mañana:	130,52	227,02	140,69
	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
	$\frac{s^2}{\bar{X}} = 1,49$	1,63	1,43
Tarde:	140,01	153,78	86,38
	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,05$
	$\frac{s^2}{\bar{X}} = 1,51$	1,71	1,52

El Cuadro 4 muestra los valores del grado de agregación para diferentes grupos de *D. antillarum*, según el índice de Lloyd, que representa el número promedio de cohabitantes por grupo que soporta un solo individuo. En este cuadro se observa que el grado de agregación es mayor en horas de la mañana para los tres meses de estudio (Figs. 2, 3, 4, 5, 6 y 7). Las diferencias en el grado de agregación durante la mañana y la tarde se acentúan en mayo hasta llegar a ser muy marcadas en el mes de setiembre.

El Cuadro 5 es una comparación, utilizando la prueba de "estudiantes T" del número de individuos por grupo, entre la mañana y la tarde y entre cada uno de los meses de estudio. Los resultados indican que no hay una diferencia significativa exceptuando la comparación entre febrero y mayo, la cual es significativa.

## CUADRO 3

*Valores del índice de correlación entre el número de individuos de Diadema antillarum P. y porcentaje de substrato. Puerto Vargas*

	Febrero	Mayo	Setiembre
Mañana:			
arena:	-0,49	-0,39	-0,09
coral:	0,53	0,53	0,38
Tarde:			
arena:	-0,25	-0,28	-0,47
coral:	0,42	0,44	0,12

## CUADRO 4

*Valores del grado de agregación en grupos de Diadema antillarum P., según el índice de Lloyd, durante febrero, mayo y setiembre de 1977. Puerto Vargas*

	Febrero	Mayo	Setiembre
Mañana:	54,60	54,86	122,20
Tarde:	52,40	18,29	28,87

## CUADRO 5

*Comparación por medio de prueba "Estudiantes t" del número de individuos por grupo de D. antillarum P., entre la mañana y la tarde, y entre cada uno de los meses de estudio*

	Diaria		Mensual
Febrero:	$t = 0.12, p > 0.05$	febrero-mayo:	$t = 2.08, 0.05 > p > 0.02$
Mayo:	$t = 0.32, p > 0.5$	febrero-setiembre:	$t = 0.78, p > 0.4$
Setiembre:	$t = 0.23, p > 0.5$	mayo-setiembre:	$t = 0.74, p > 0.4$

## DISCUSION

El conocimiento de la dinámica y comportamiento del erizo *Diadema antillarum* resulta de especial interés, dada la importancia que la especie tiene como elemento que controla la distribución y abundancia de los componentes primarios de su dieta, las algas, así como de los corales asociados, posiblemente al establecer un equilibrio entre la competencia por espacio y la perturbación biológica causada por los hábitos alimenticios de la especie (Sammarco, 1977).

En el arrecife de Puerto Vargas, *D. antillarum* exhibe densidades moderadas lo cual tiende a favorecer una sobrevivencia alta de las diferentes especies de coral. Dado que existe una correlación positiva (Cuadro 3) entre los substratos a base de coral vivo y la presencia de erizos, resulta una ventaja el mantener densidades relativamente bajas. En efecto, varios autores, (Sammarco, 1977; Sammarco, *et al.*, 1974) han demostrado que, en condiciones de alta densidad de *Diadema*, se observa un reclutamiento extremadamente bajo por parte de los corales, en especial debido a la existencia de niveles altos de perturbación biológica. Observaciones similares se hicieron en Heron Island, Australia en relación con el establecimiento de nuevas colonias de corales (Connell, 1973). Como es de esperar, la distribución de *D. antillarum* no es al azar, sino contagiosa, estando correlacionada positivamente con substratos a base de coral vivo. Las pruebas realizadas para substratos arenosos resultaron negativas. Sin embargo, conviene hacer notar que estos substratos son utilizados por *Tripneustes ventricosus*, otro erizo que también exhibe densidades moderadas. Esta segregación de las dos especies pareciera ser indicativa de un fenómeno de competencia. El papel que desempeña *T. ventricosus* como elemento regulador en la comunidad, se desconoce al presente.

*D. antillarum* exhibe un grado de agregación mayor en las horas de la mañana, que puede explicarse con base en los hábitos alimenticios de la especie. Durante las horas de la tarde, los individuos en cada parche empiezan a separarse para utilizar más eficientemente los substratos coralinos en los que se encuentran las algas que constituyen su dieta primaria. Este hábito alimenticio nocturno se ve reforzado por el carácter fotonegativo que la especie exhibe, el que actúa además, contribuyendo a generar el llamado reflejo de sombra, que consiste en una erección fuerte de las espinas. Como lo ha indicado Millot (1950), esta es una respuesta de defensa contra los depredadores nocturnos. El proceso se invierte en las primeras horas de la mañana, presentándose los parches más compactos. Esto probablemente constituye un mecanismo importante de protección contra los depredadores diurnos.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Dirección de Parques Nacionales del Ministerio de Agricultura por la ayuda brindada durante el estudio. Los siguientes estudiantes colaboraron activamente en el trabajo de campo: Luis Cruz, Enrique Lahmann, Jorge Jiménez, Odalisca Breedy, Elba de la Cruz, Pilar Orellana, Silvana Alvarenga y Eduardo Madrigal.

## RESUMEN

Se realizó un análisis estadístico de una población de *Diadema antillarum* P., durante los meses de febrero, mayo y setiembre de 1977, en el arrecife de Puerto Vargas, costa Atlántica de Costa Rica. Los resultados indican que los individuos de *D. antillarum* no se distribuyen al azar, sino que muestran una distribución contagiosa. La distribución está correlacionada positivamente con sustratos de coral vivo. Se observa además, una distribución a manera de parches, la cual cambia diariamente con relación al tipo y grado de agregación.

## REFERENCIAS

Connell, J.

1973. Population Ecology of Reef-Building Corals P., In O.A. Jones & R. Enean (eds.). *Biology and Geology of Coral Reefs*.

Margalef, R.

1974. *Ecología*. Ed. Omega S.A. Barcelona, 746 p.

Millott, N.

1950. Sensitivity to light, reactions to shading, pigmentation, and color change of *Diadema*. *Biol. Bull.*, 99 p.

Sammarco, P.

1977. *Regulation of competition and disturbance in a reef community by Diadema antillarum*. IV. International Symposium on Tropical Ecology. Panamá.

Sammarco, P., J. Levinton, & J. Ogden

1974. Grazing and control of coral reef community structure by *Diadema antillarum* P. (Echinodermata: Echinoidea). A preliminary study. *J. Mar. Res.*, 32: 47-53.

Wellington, J.

1973. *An ecological description of the marine and associated environments at Monumento Nacional Cahuita*. Sub-dirección de Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica, 91 p.

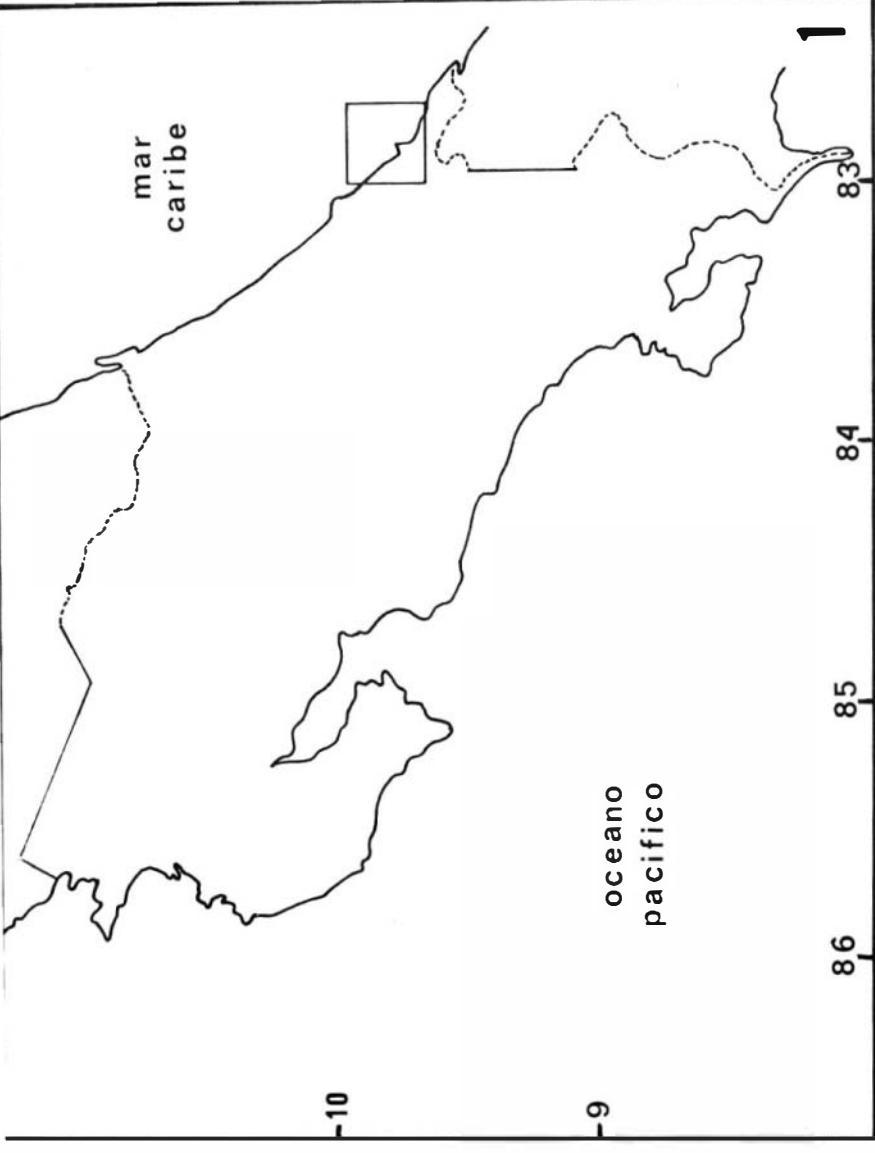
Yonge, C.

1963. The biology of coral reefs. *Adv. Mar. Biol.*, 1: 209-260.

---

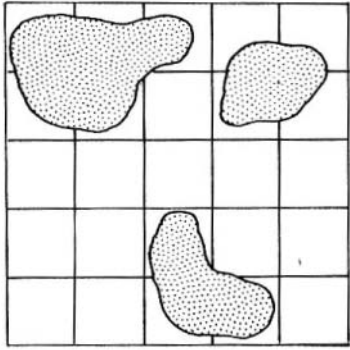
Fig. 1. Mapa de Costa Rica mostrando la localización de los arrecifes coralinos de Cahuita y Puerto Vargas.

PC: distribución espacial *Diadema antillarum* en el arrecife de Puerto Vargas, Costa Rica

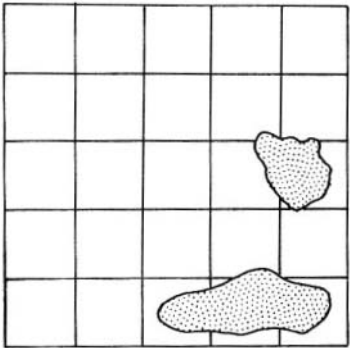


- Fig. 2. Modelo de distribución espacial de *D. antillarum* para las horas de la mañana. Febrero de 1977. Puerto Vargas.
- Fig. 3. Modelo de distribución espacial de *D. antillarum* para las horas de la tarde. Febrero de 1977. Puerto Vargas.
- Fig. 4. Modelo de distribución espacial de *D. antillarum* para las horas de la mañana. Mayo de 1977. Puerto Vargas.
- Fig. 5. Modelo de distribución espacial de *D. antillarum* para las horas de la tarde. Mayo de 1977. Puerto Vargas.
- Fig. 6. Modelo de distribución espacial de *D. antillarum* para las horas de la mañana. Setiembre de 1977. Puerto Vargas.
- Fig. 7. Modelo de distribución espacial de *D. antillarum* para las horas de la tarde. Setiembre de 1977. Puerto Vargas.

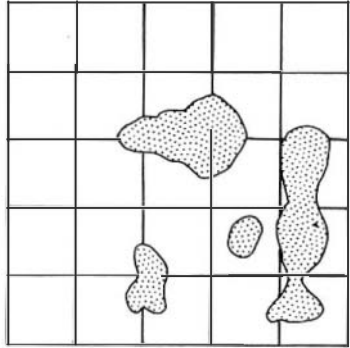




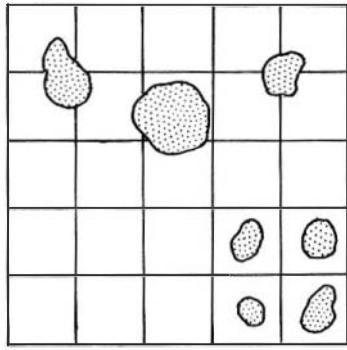
2



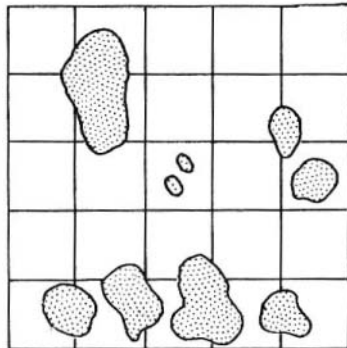
4



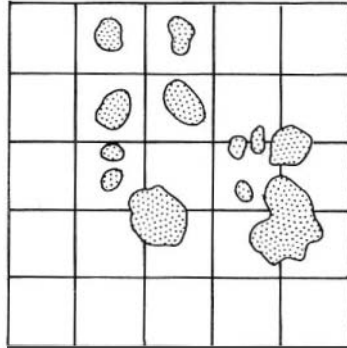
6



3



5



7