

LOS ARRECIFES DE CORAL

HOY:

CASO ARRECIFES ISLAS DEL ROSARIO



Presentado por Elvira M. Alvarado Ch

Equipo de trabajo:

Henao, Alejandro

Marrugo, Milena

Gomez, Matias

Olarte, Carlos.

Rojas, Laura

Zarza, Esteban

Duque, Diego

Vargas, Ameth

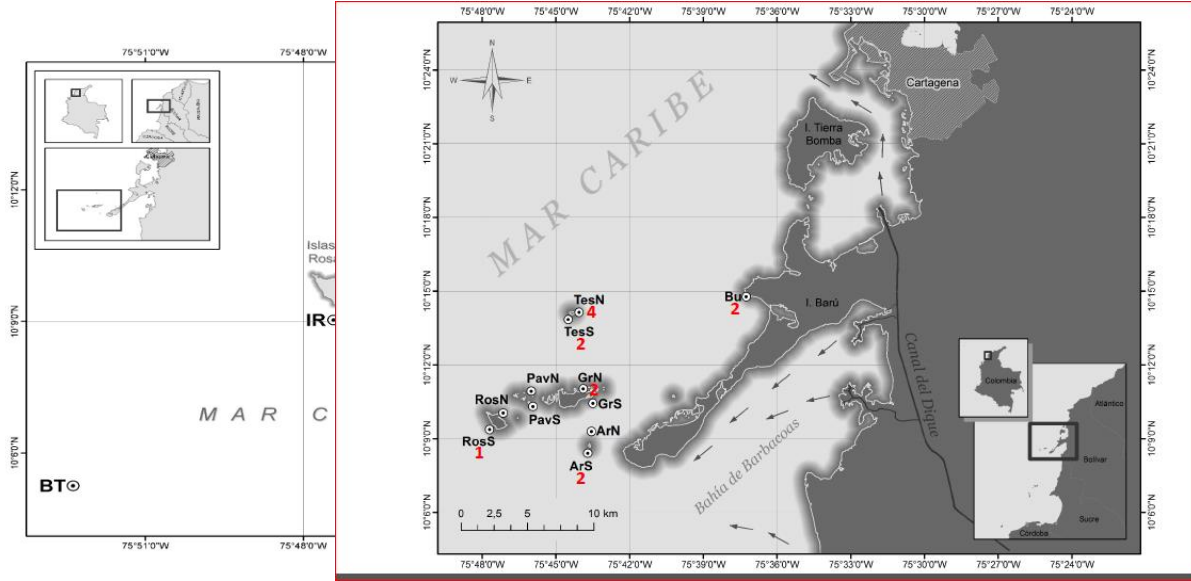
Zabala, Nireth

Bello, Shirley

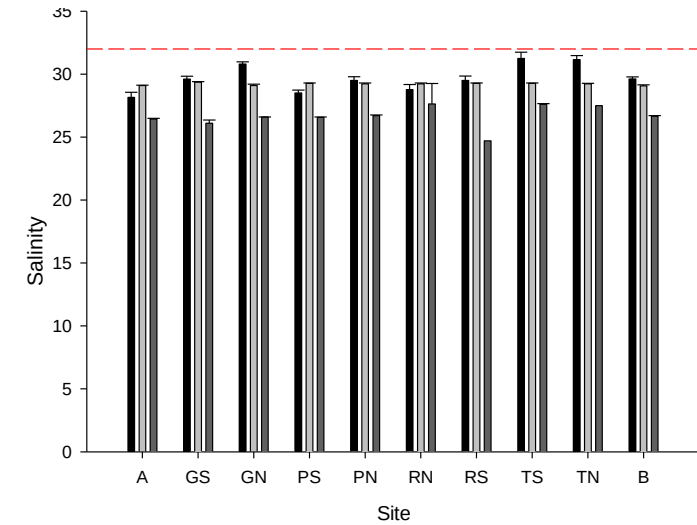
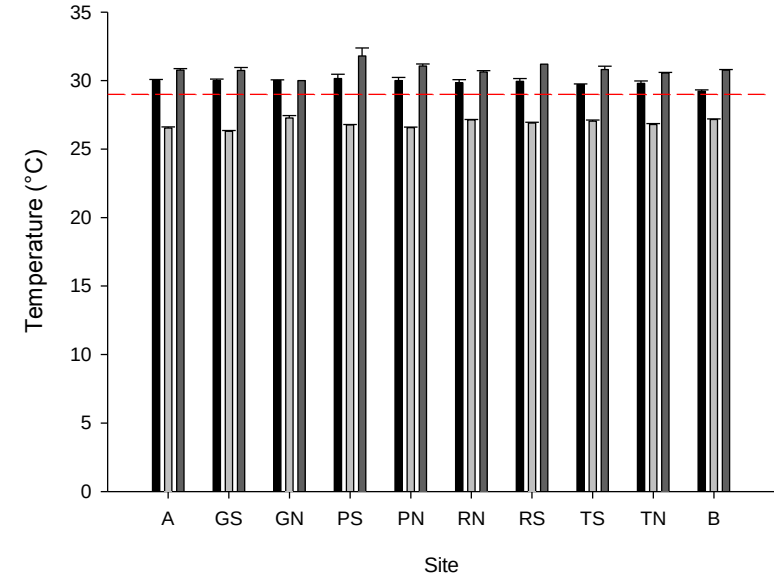
Pizarro, Valeria



Área de estudio Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo . 2011-2012 y 2014

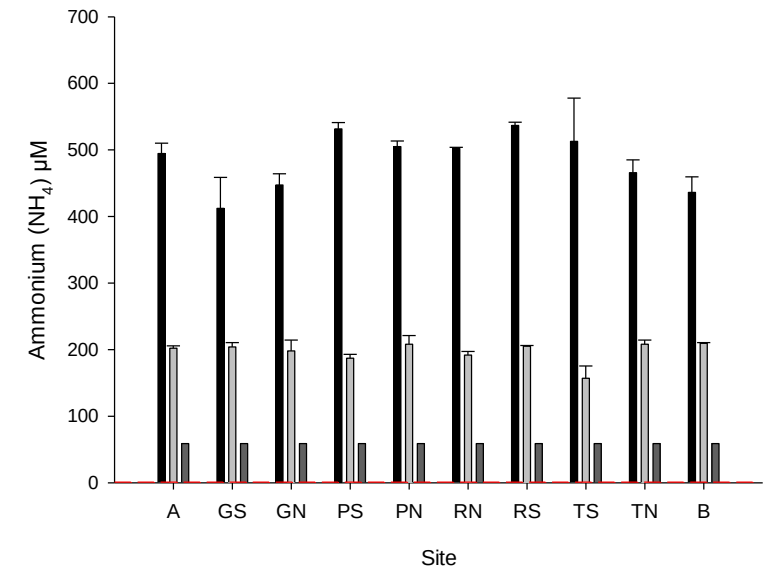
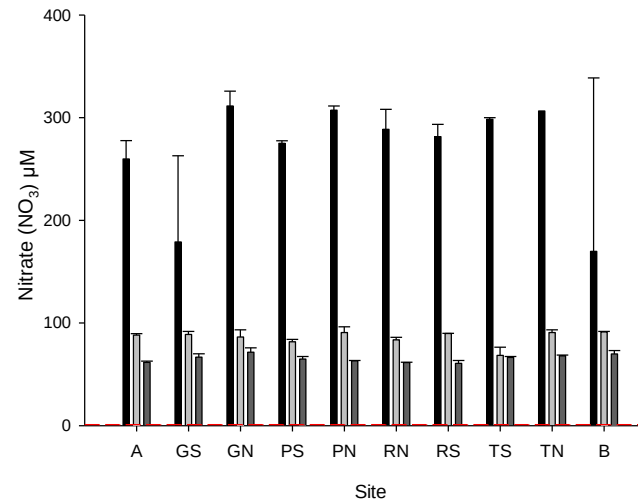
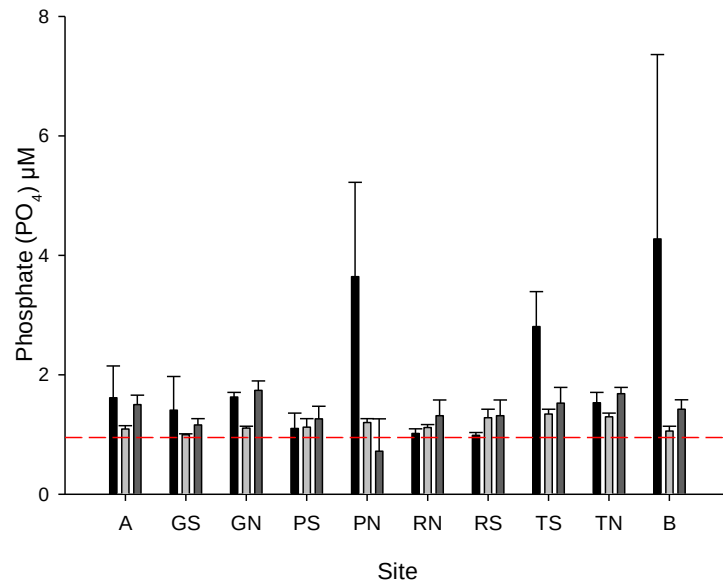


Salinidad por debajo del óptimo y temperatura casi en el crítico. Indica mala calidad de agua.



Barras negras: septiembre de 2011), grises claras: marzo de 2012; grises oscuro: septiembre de 2012. Línea punteada horizontal (rojo) muestra el umbral para el parámetro.

Fosfatos(PO_4), Nitratos (NO_3) y Amonio (NH_4), μM

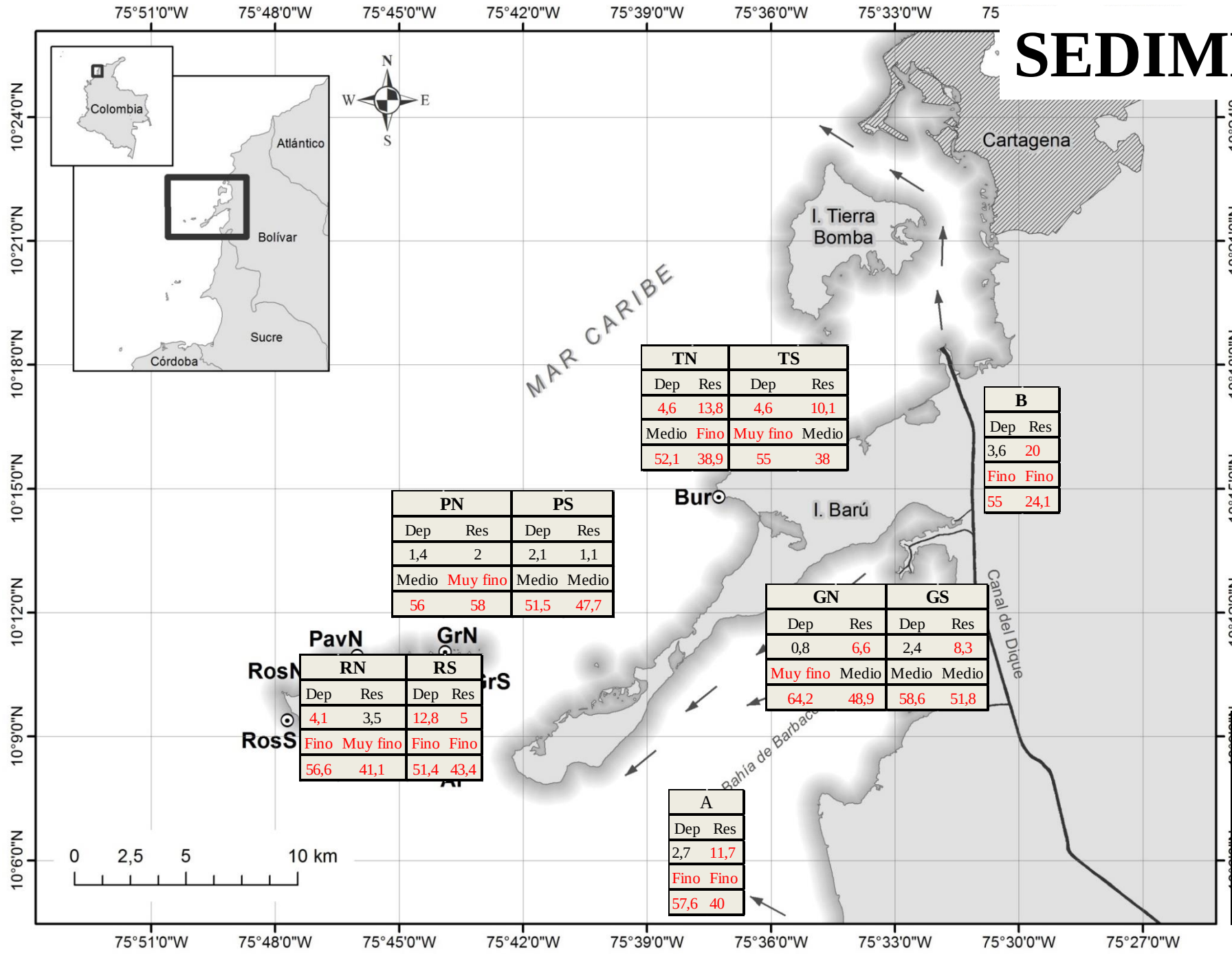


Barras negras (septiembre de 2011), barras grises claras (marzo de 2012) y barras grises oscuro (septiembre de 2012). Línea horizontal roja: umbral para el parámetro.

Parámetros	Díaz et al. (1978)	Barón et al. (1984)		Alvarado y Corchuelo (1992)	
		ND	D	ND	D
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	< 30	N.A.	N.A.	29,4	28,9
Salinidad (UPS)	> 36	N.A.	N.A.	35,6	35
Fosfatos (μM)	1,05	3,26	44,33	2,74	4,74
Nitritos (μM)	2,17	2,61	2,83	1,09	6,09
Nitratos (μM)	1,61	8,23	9,03	10,81	19,68
Amonio (μM)	N. A.	N.A.	N.A.	N.A	N.A

Valores TODOS por FUERA DEL UMBRAL, indica mala calidad del agua. Aguas enriquecidas.

SEDIMENTOS



Indicadores de estrés en arrecifes de coral: caso PNNCRySB

H. Alejandro Henao Castro, M. Sc.
Elvira M. Alvarado Chacón, Dr. Sc.
Esteban Zarza González, M. Sc

RN		RS	
Dep	Res	Dep	Res
4,1	3,5	12,8	5
Fino	Muy fino	Fino	Fino
56,6	41,1	51,4	43,4

PN		PS	
Dep	Res	Dep	Res
1,4	2	2,1	1,1
Medio	Muy fino	Medio	Medio
56	58	51,5	47,7

TN		TS	
Dep	Res	Dep	Res
4,6	13,8	4,6	10,1
Medio	Fino	Muy fino	Medio
52,1	38,9	55	38

A	
Dep	Res
2,7	11,7
Fino	Fino
57,6	40

GN		GS	
Dep	Res	Dep	Res
0,8	6,6	2,4	8,3
Muy fino	Medio	Medio	Medio
64,2	48,9	58,6	51,8

B	
Dep	Res
3,6	20
Fino	Fino
55	24,1

Variable	Umbral
Tasa ($\text{mg cm}^2 \text{ dia}^{-1}$)	≥ 4
Grano	Medio
%CaCO ₃	>85

Cobertura de coral vivo- Escala de condición del arrecife (Gomez & Yap 1988)

- >75% excelente condición
- 50-75% buena condición
- 25-50% regular condición
- <25% pobre condición

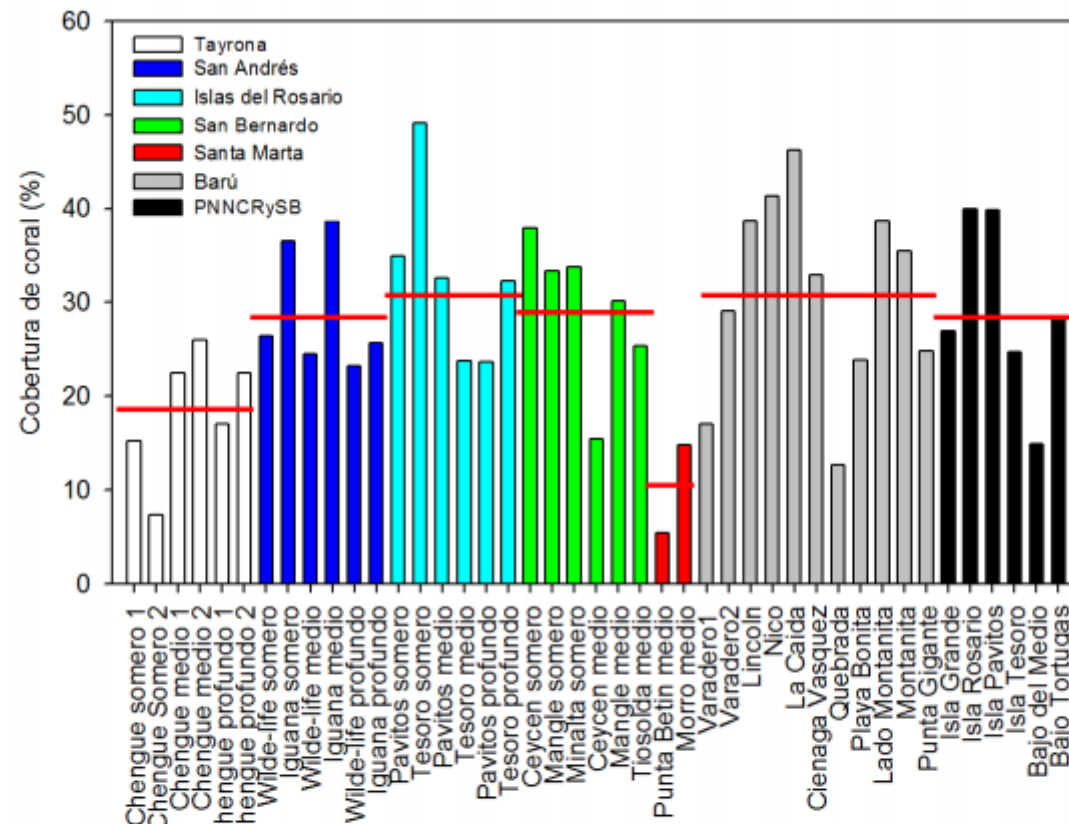
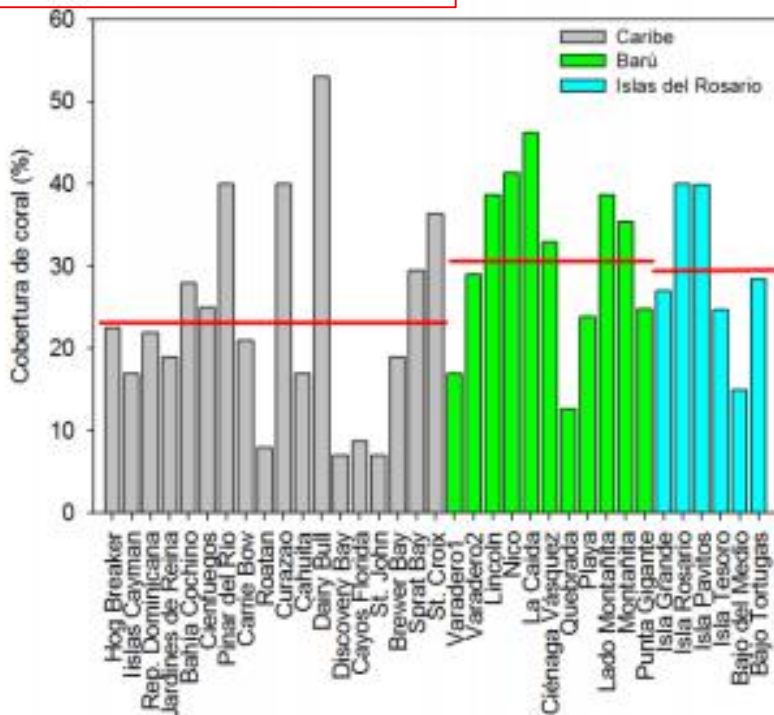


Figura 2. Cobertura de coral vivo en arrecifes del Caribe colombiano. Líneas rojas indican promedio por zona. Los datos de Tayrona, San Andrés, Islas del Rosario, San Bernardo y Santa Marta (lado izquierdo) se extrajeron de Rodríguez-Ramírez *et al.* (2010). Los datos de Barú y Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo (lado derecho), son del presente estudio.

En general: arrecifes en regular condición

Pero...cobertura no es el mejor indicador porque ignora diversidad, procesos ecológicos (competencia, predación), efectos (disturbio), complejidad.

Ejemplo: sitios con >75% cobertura viva con baja complejidad, con parches mono- específicos no tienen diversidad, hábitats para especies y potencial pesquero.

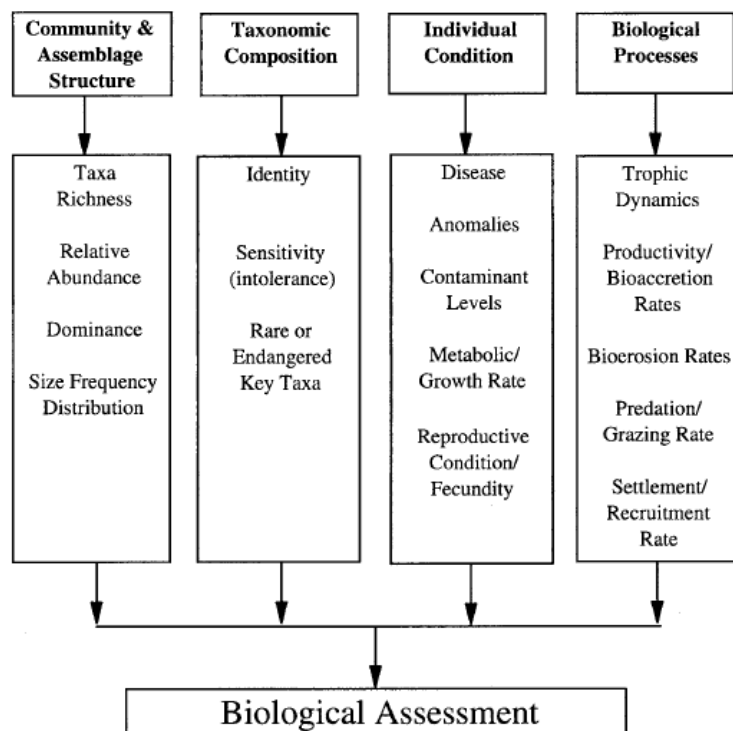


Figure 1. Framework showing the types of attributes that should be incorporated into coral reef biological assessment (adapted from Barbour et al., 1995).

Table 5. Community and assemblage structure: An analysis of existing research in relation to the types of attributes that should be incorporated into coral reef indexes of biotic integrity.

Types of attributes	Taxonomic group or specific attributes	Representative references
Taxa richness ¹	Scleractinian corals	Aronson et al., 1994, English et al., 1994, Reese, 1981 and 1994, Crosby and Reese, 1996, Ohman et al., 1998
	Chaetodonts	Doherty, 1991
	Larval fish assemblages	Alcolado et al., 1994
	<u>Sessile reef assemblage</u>	Choi, 1982
	Coelobites	Erdmann and Caldwell, 1997
	Stomatopod crustaceans	Steger and Caldwell, 1993
	Amphipods	Thomas, 1993
	Soft-bottom benthic assemblage structure	Bilyard, 1987
		Gray and Mirza, 1979
		Reef Check, 2000
Relative abundance ² and dominance ³	Commercial fish/invertebrate species	McManus et al., 1997
	Macrophytic algal blooms	Dustan and Halas, 1987; Risk et al., 1994
	Heterotrophic macroinvertebrates	Risk et al., 1995; Holmes, 1997; Holmes et al., 2000
	Internal bioeroders	Birkeland and Lucas, 1990
	Corallivores	Hallock, 1996; Cockey et al., 1996; Hallock, 2000
	Foraminifera	Pearson and Rosenberg, 1978
	Soft-bottom benthic assemblage structure	Edinger and Risk, 1999
	<u>Coral morphology triangles</u>	Bak and Meesters, 1998
	<u>Coral population colony size structure</u>	Erdmann and Sisovann, 1999
	Stomatopod population size frequency	
Size frequency distribution ⁴		

Table 8. Biological Processes: An analysis of existing research in relation to the types of attributes that should be incorporated into coral reef indexes of biotic integrity.

Types of Attributes	Attributes	Representative references
Trophic dynamics	<u>Benthic shift to heterotrophic macroinvertebrates</u>	Birkeland, 1987; Hallock, 1988; Risk et al., 1994; Tomasick et al., 1994
	<u>Foraminifera shift to taxa lacking algal symbionts</u>	Cockey et al., 1996; Hirschfield et al., 1968; Hallock, 2000
Productivity/bioaccretion rates	Whole reef productivity/calcification profiles	Barnes, 1983; Chalker et al. 1985
	Predation/grazing rate	Smith-Vaniz et al., 1995
	Changes in sea urchin predation rates	McClanahan, 1988; McClanahan and Muthiga 1989; McClanahan and Mutere, 1994
Settlement/recruitment rate	Coral recruitment	Tomasick, 1991; Hunte and Wittenberg, 1992; Richmond, 1994; 1996; Ward and Harrison, 1997
	Crustacean recruitment (stomatopods, lobster)	Herrnkind et al., 1988; Erdmann and Caldwell, 1997; Steger and Caldwell, 1993; ENCORE team, in review
	Gastropod recruitment	Garrity and Levings, 1990

Table 6. Taxonomic Composition: An analysis of existing research in relation to the types of attributes that should be incorporated into coral reef indexes of biotic integrity.

Types of attributes	Taxonomic group or specific attributes	Representative references
Identity ¹	Reef Check key taxa of regional ecological importance	Hodgson, 1999
Sensitivity ² (intolerance)	Larval fish assemblages	Doherty, 1991
	Amphipods	Thomas, 1993
	Foraminifera	Hirschfield et al., 1968
		Hallock, 1996
	Stomatopod crustaceans	Cockey et al., 1996
Rare or endangered key taxa ³		Hallock, 2000
	Commercially valuable fish/invertebrate species	Erdmann and Caldwell, 1997
		Reef Check, 2000
		McManus et al., 1997

¹ Identity is knowledge of individual taxa and associated ecological patterns and environmental requirements. Key taxa (i.e., those that are of special interest or ecologically important) provide information that is important to the condition of the target assemblage. The presence of alien or nuisance species may be an important aspect of biotic interactions that relates to both identity and sensitivity.

² Sensitivity refers to numbers of pollutant-tolerant and -intolerant species in the sample.

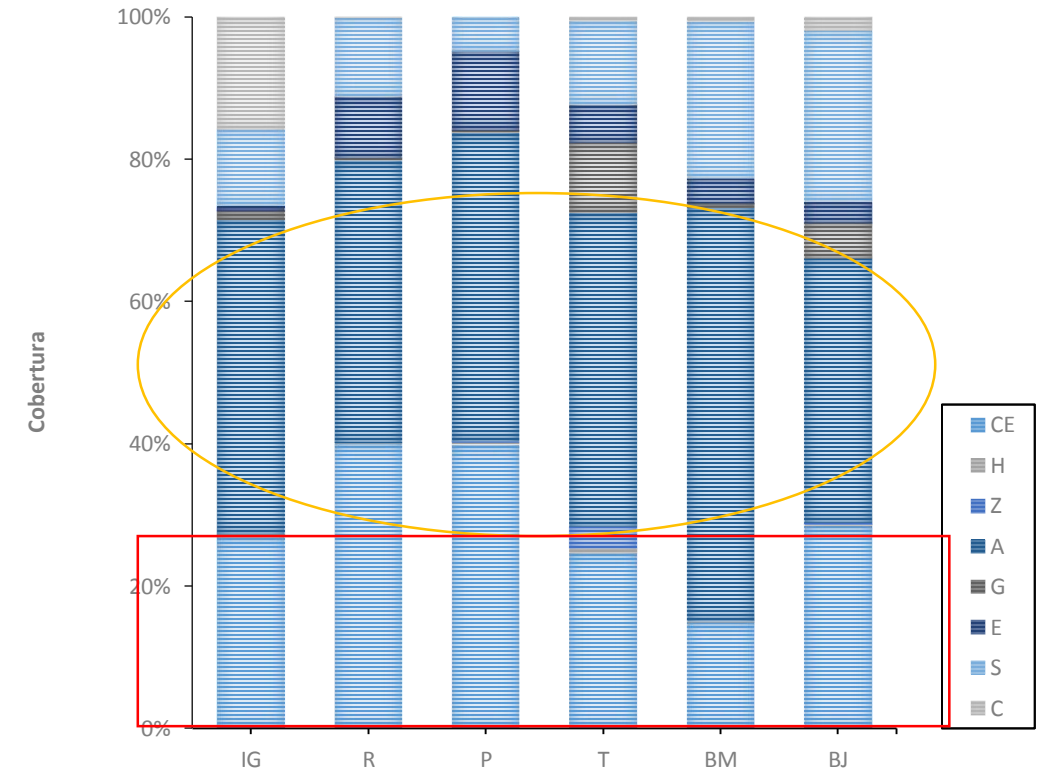
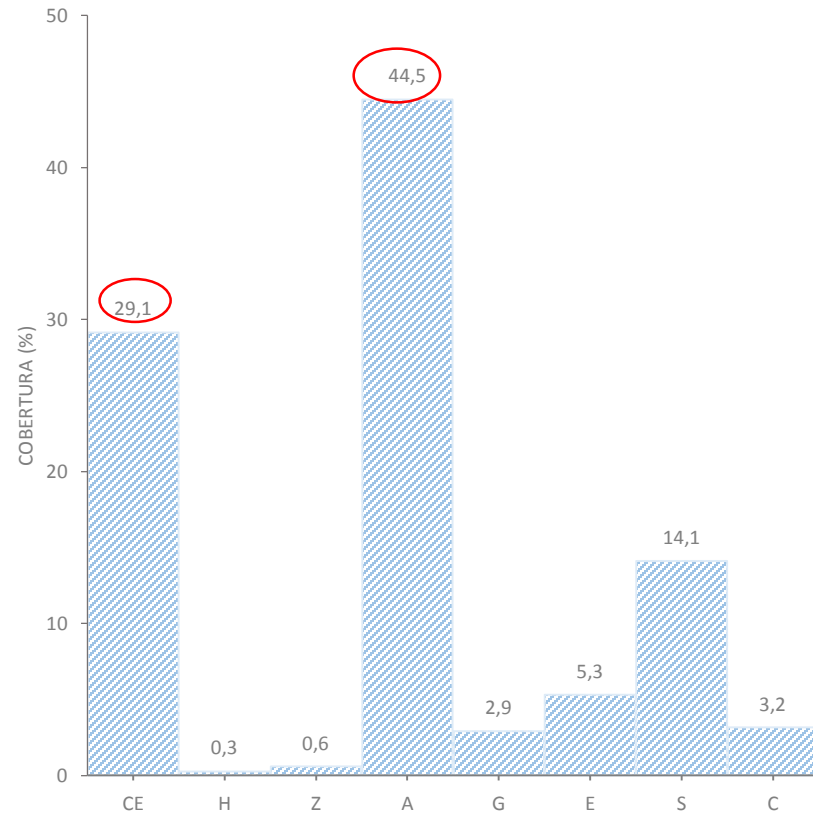
³ Recognition of those taxa considered to be threatened or endangered provides additional legal support for remediation activities or recommendations.

Table 7. Individual Condition: An analysis of existing research in relation to the types of attributes that should be incorporated into coral reef indexes of biotic integrity.

Types of Attributes	Attributes	Representative References
Disease	<u>Coral vitality/mortality indices</u>	Dustan, 1994; Gomez et al., 1994; Ginsburg et al., 1996
	<u>Zooxanthellae loss in corals</u>	Jones, 1997
	<u>Coral diseases</u>	Richardson, 1996; Santavy and Peters, 1997; Rosenberg and Loya, 1999
Anomalies	Physical damage to corals	Dixon et al., 1993; Chadwick-Furman, 1996; Hawkins and Roberts, 1997; Jameson et al., 1999
	Ectoparasites on reef fishes	Evans et al., 1995
	Developmental defects in reef fishes	Lisa Kerr, University of Maryland, Baltimore, USA, pers. comm.
	Gastropod imposex	Ellis and Pattisina, 1990; Gibbs and Bryan, 1994
Contaminant Levels	<u>Coral fertilization rate</u>	Harrison and Ward, in review
	Expression of stress-induced genes in corals	Snell, in progress
	Molecular biomarkers in corals	Downs et al., in press
	Depth charge chemicals in damselfish	Jameson, 1975
	Amphipod burrowing behavior	Oakden et al., 1984
Metabolic/growth rate	Bioaccumulation of metals, phosphorus in coral skeletons	Dodge et al., 1984; Hanna and Muir, 1990
	Metal bioaccumulation in macrophytes	Brown and Holly, 1982
	Bioaccumulation in molluscs	Goldberg et al., 1978
	Bioaccumulation in sponges	D. L. Santavy, U.S. EPA Office of Research and Development, Gulf Ecology Division, pers. comm.
Reproductive condition/fecundity	Nitrogen isotope ratios in coral skeletons, stomatopod tissues	Risk et al., 1994; Heikoop et al., 2000; Risk and Erdmann, 2000
	Coral growth rate	Brown, 1988; Edinger et al., 2000
	Chaetodont territory size, antagonistic encounter rate	Hourigan et al., 1988; Crosby and Reese, 1996
	Giant clam shell growth rate	Ambariyanto and Hoegh-Guldberg, 1997; Belda et al., 1993a
	<u>Coral fecundity and fertilization rates</u>	Richmond, 1994; 1996; Ward and Harrison, 2000; Harrison and Ward, in review

Cobertura de los grupos funcionales de la comunidad bentónica

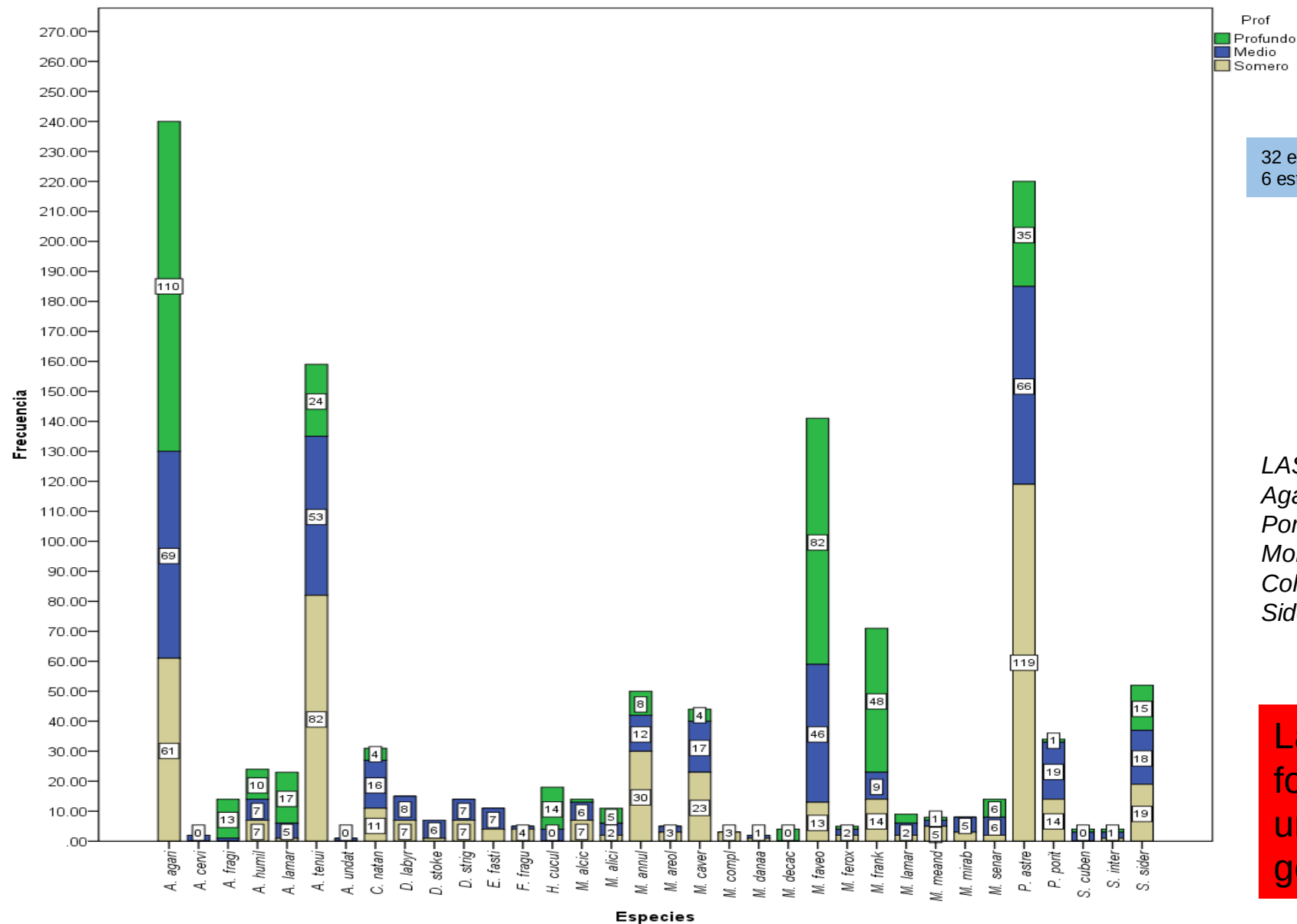
Milena Marrugo Pascuales y Elvira M. Alvarado Ch



Porcentaje de cobertura de los grupos funcionales de la comunidad bentónica general (izquierda) y particular (diferentes estaciones, dererecha) del PNNCRSB.
 (CE) Corales escleractínios; (H) hidrocorales; (Z) zoantídeos; (A) algas; (G) gorgonáceos; (E) esponjas; (S) sustratos; (C) cianobacterias; (IG) Isla Grande; (R) Rosario; (P) Pavitos; (T) Tesoro; (BM) Bajo del Medio; (BJ) Bajo Tortugas.

Estructura de tallas de las poblaciones de especies de corales escleractínios del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo

Elvira M. Alvarado Chacón, Carlos Olarte, Matías Gómez y Laura Rojas. Mayo-junio 2014



32 especies de corales y 2 hidrocorales en las 6 estaciones y sus diferentes profundidades.

LAS MAS ABUNDANTES:
Agaricia spp
Porites astreoides
Montastraea (Orbicella) spp
Colpophyllia natans
Siderastrea siderea

La dominancia de foliosas confirma un arrecife, en general, plano

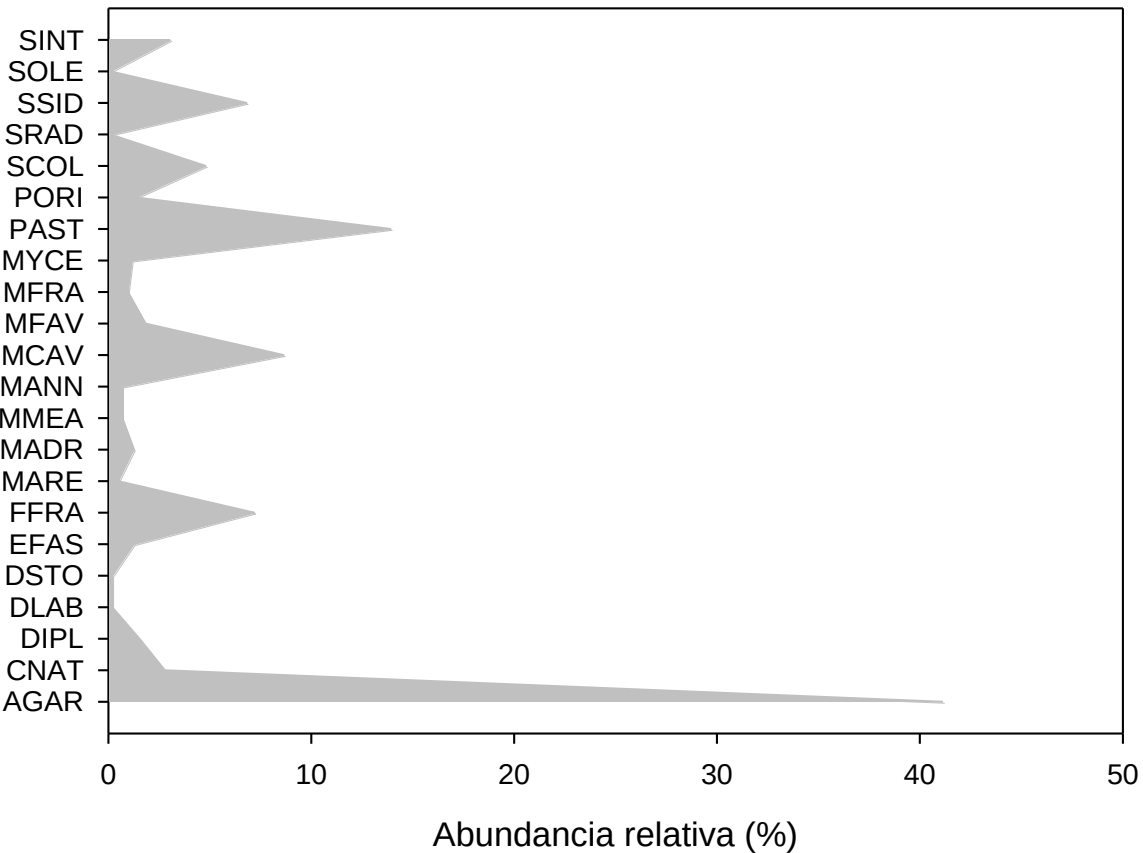
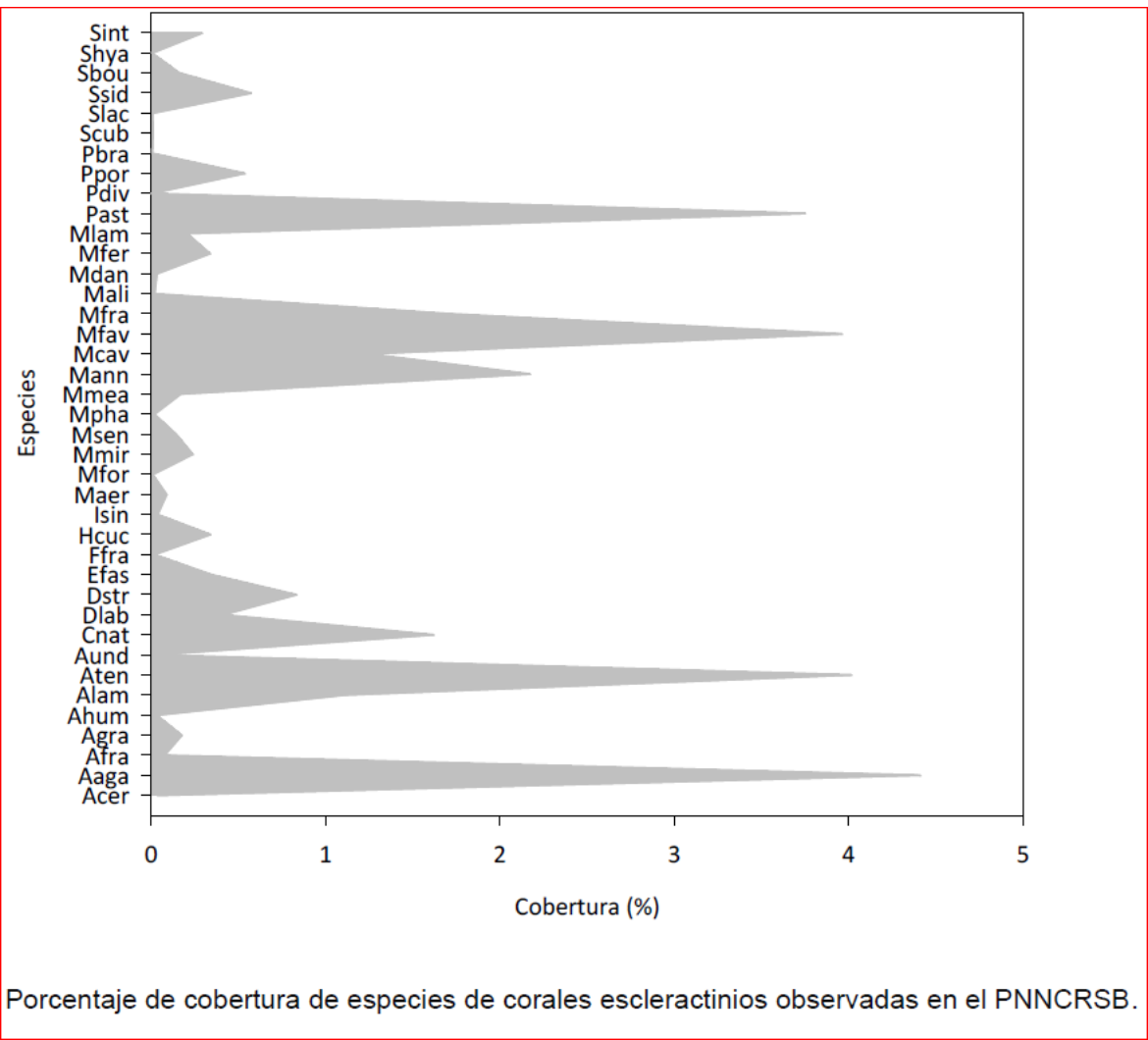
Abundancia de las especies de corales duros e hidrocorales encontradas en las estaciones según la profundidad.

somero (0-8 m), medio (9-15 m) y profundo (16-22 m).

Cobertura de corales escleractínios adultos y juveniles en zonas arrecifales del Archipiélago Nuestra Señora del Rosario

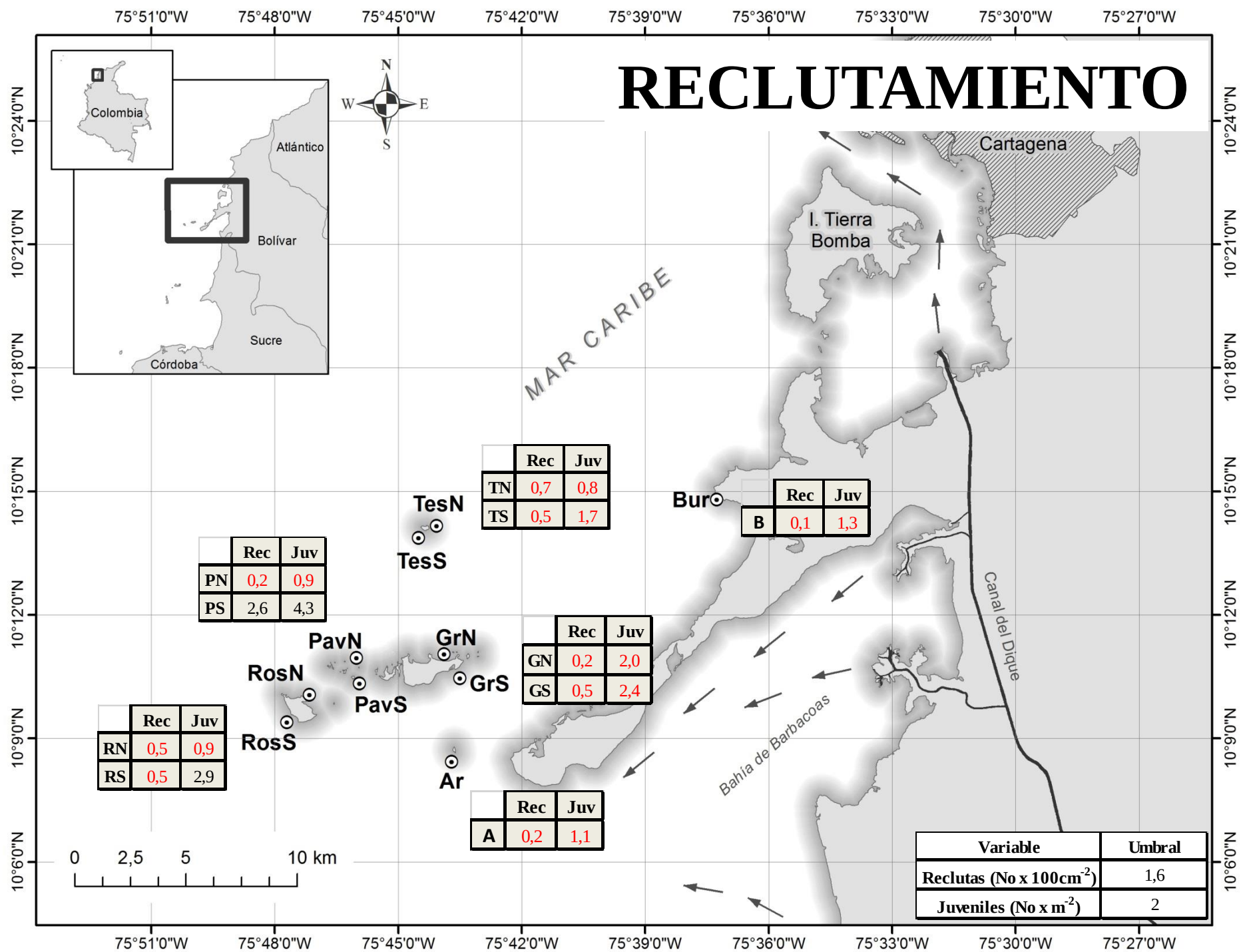


M. Marrugo, A. Henao y E. M. Alvarado. Mayo-junio 2014

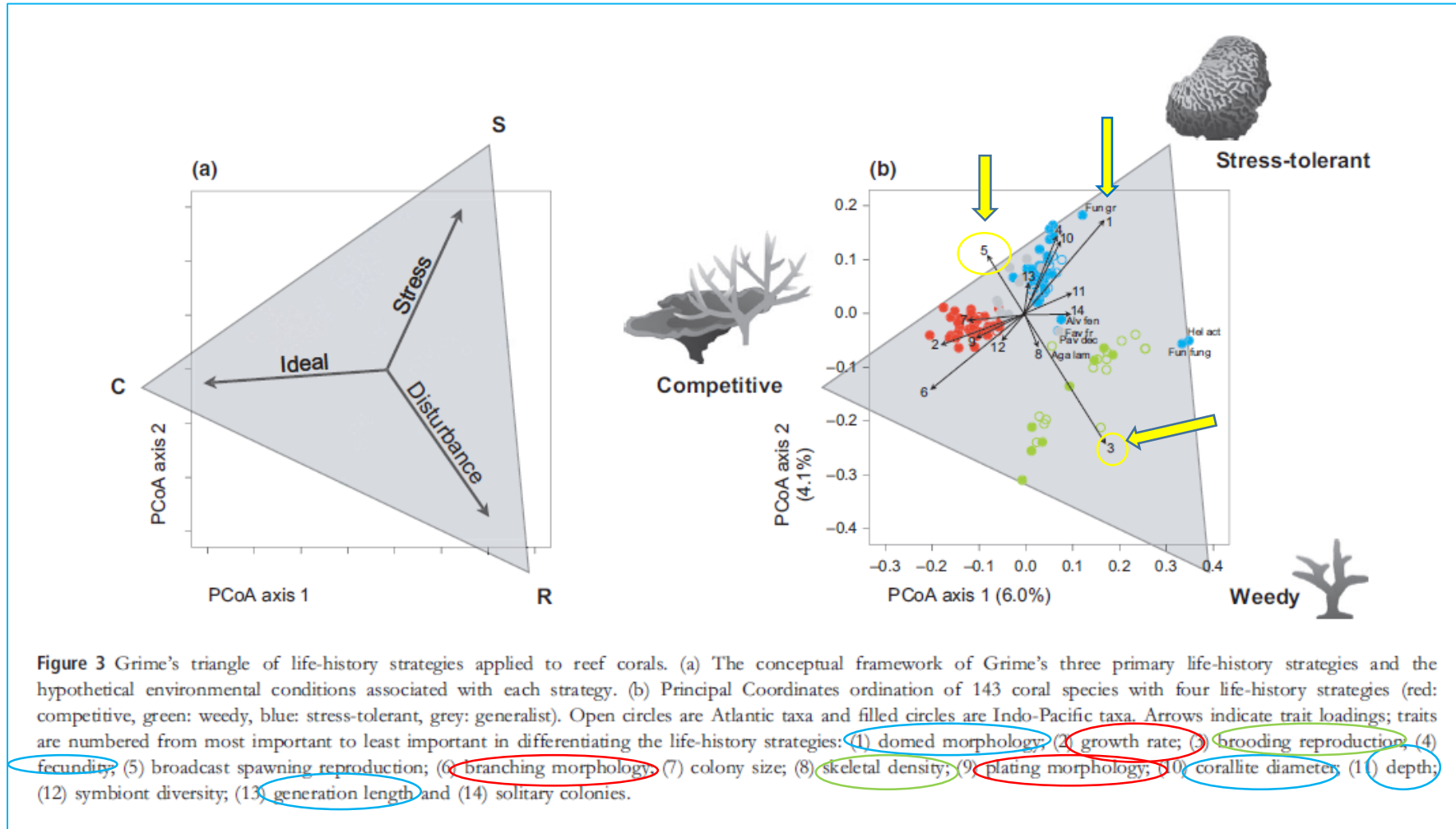


Densidad de reclutamiento (juv m⁻²): 2.04 ± 0.25
(0.47 - 4.53)
Agaricia sp. dominó en la comunidad (41.13%)
Porites astreoides (13.90)
Montastraea cavernosa (8.63%),
Favia fragum (7.19%)
Siderastrea siderea (6.81%)

Past, Aten, Aaga, Alam
Mfra,Mfav, Cnat, Mcav, Mann, Ssid



AGRUPACION DE ESPECIES SEGÚN CARACTERÍSTICAS DE ESTRATEGIAS DE HISTORIA DE VIDA

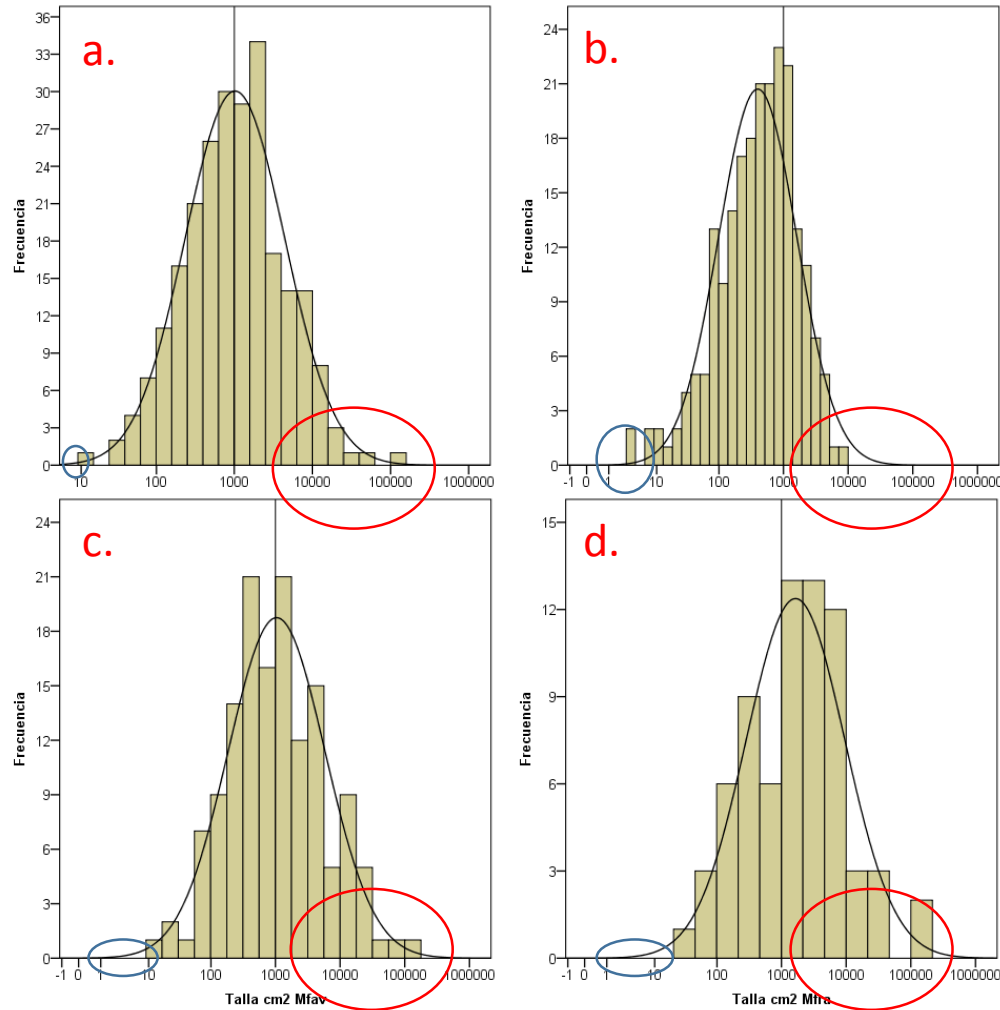


S: forma de domo, pólipos grandes, fecundas, longevas

r: incubadoras, baja densidad esquelética

C: alta tasa de crecimiento, formas ramificadas o foliosas, tamaños grandes

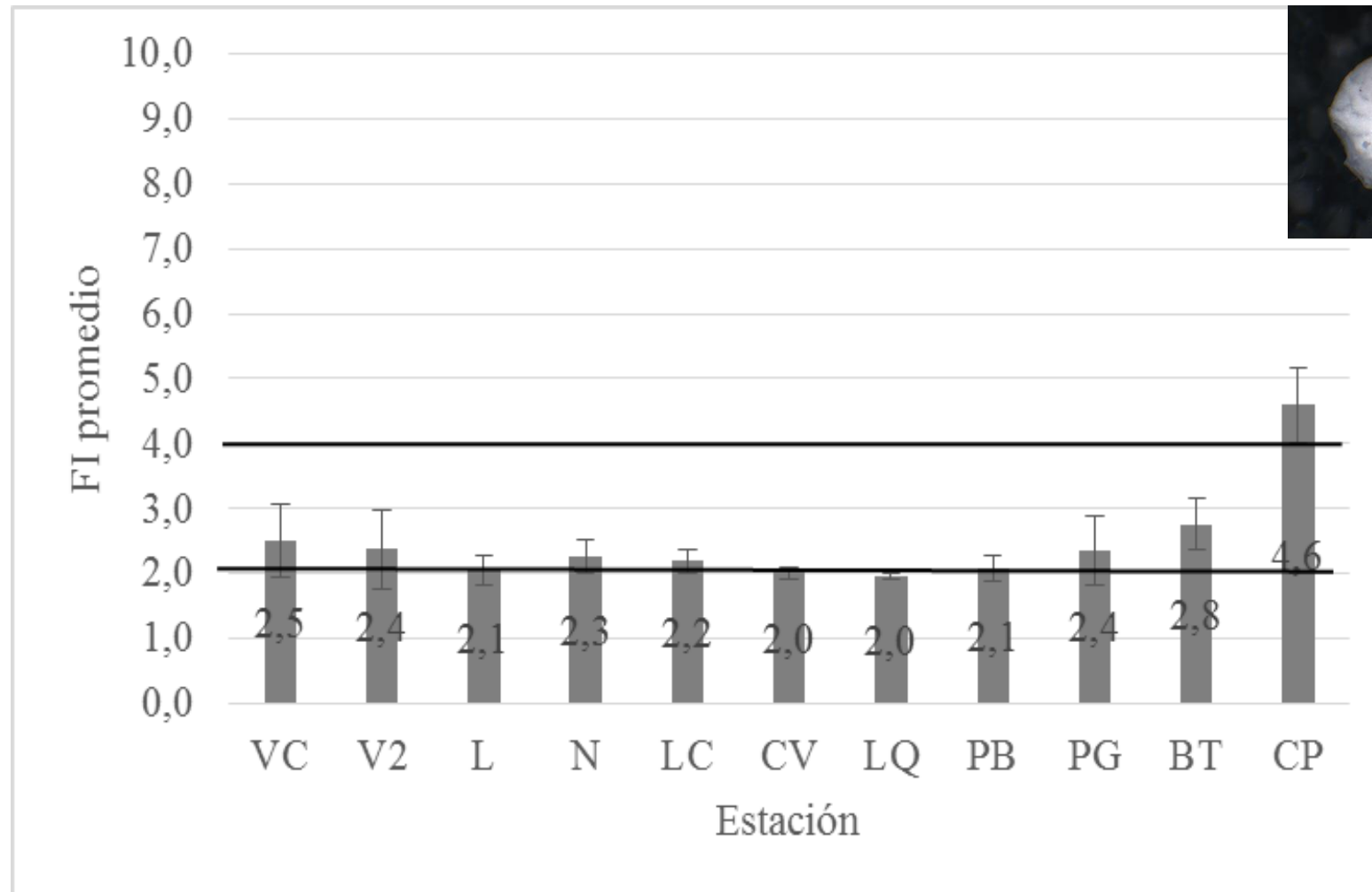
Diagramas de frecuencia de tallas de colonias de especies de corales escleractínios en arrecifes del Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo.



a) *Agaricia agaricites*, b) *Porites astreoides*, c) *Orbicella faveolata* y d) *Orbicella franksi*. Círculo rojo indica tallas más grandes; azul, tallas pequeñas (juveniles)

FORAM INDEX COMO BIOINDICADOR DE CALIDAD DEL AGUA MARINA BARÚ-I- CORALES DE PROFUNDIDAD (CARIBE COLOMBIANO).

Matias Gomez***, Juan A. Sánchez, Elvira M. Alvarado Ch



% foraminíferos calcificantes simbióticos.
Especialmente *Amphistegina*

Mala calidad del
agua. Pocos
calcificantes

Como están los arrecifes de las islas?

- Baja calidad de agua para los corales (especialmente reclutas y juveniles). Umbrales sobrepasados en todas las variables.
- Mayor proporción de grupos de algas que de corales lo que indica condiciones favorables para otros grupos bénticos sésiles
- Cobertura de coral viva por debajo de 30% (condición REGULAR)
- Dominio de grupos de corales de estrategias “oportunistas” .
- Dominancia de tallas medias en poblaciones de especies masivas: no reclutamiento, mortalidad parcial de colonias grandes, con poca variación de tallas .

ES OBRA DEL CANAL DEL DIQUE?

- No todo...pero con la mortalidad de las especies que murieron por enfermedad, la sobrepesca de épocas anteriores a 1980 y con las sinergias de TODO lo que viene por el canal a partir de 1984 y los impactos naturales EL ARRECIFE ESTA RECIBIENDO EFECTOS DE DISTURBIOS TANTO CRONICOS COMO AGUDOS.
- Las altas concentraciones de nutrientes (NO_3 , PO_4 y MO), los efectos del sedimento fino y muy fino , la sobrepesca interfieren en la respuesta de las especies y por lo tanto afectan la resiliencia del sistema.

LO QUE NO VEMOS ES QUE LO QUE APORTA EL CANAL HOY, NO ES LO QUE ERA ANTES DEL 84!!! Y ESO TAMPOCO ERA LA NATURAL PARA EL ARRECIFE.

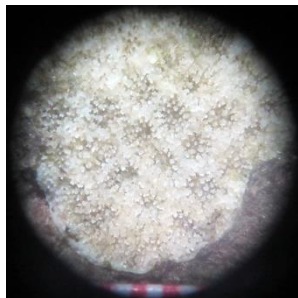
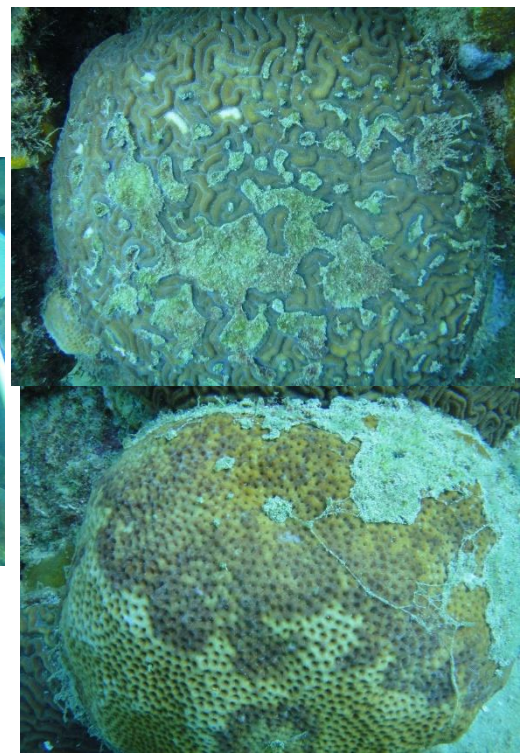
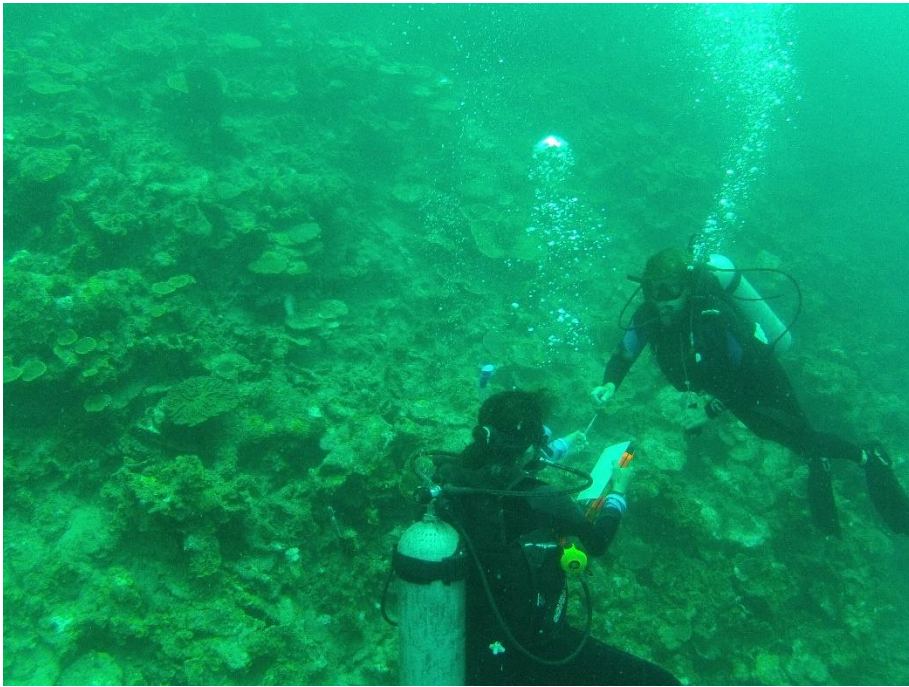
TODOS LOS ARRECIFES ESTAN AFECTADOS POR EL CALENTAMIENTO GLOBAL.

TODOS LOS ARRECIFES DEL CARIBE SUFRIERON LA MORTALIDAD DE LAS ACROPORA

NO TODOS LOS ARRECIFES RECIBEN TODO LO QUE NOS LLEGA A TRAVES DEL CANAL DEL DIQUE (CADA VEZ MAYOR). HAY PERDIDA DE RESILIENCIA.

HOY →

MAÑANA



GRACIAS



UMBRALES AGUA Y AFECCIONES EN CORALES

	Rangos para Adultos	Valores críticos para Reproducción/Reclutamiento	Observaciones
Temperatura (°C)	25-29 y < 35	29 y 31,5; 30 a 31,5 (<i>A. palmata</i>)	Estrés oxidativo y apoptosis, en larvas de <i>M. faveolata</i> ; 8 veces menor sobrevivencia de larvas <i>A. palmata</i>
Salinidad (UPS)	> 34	28 (no hay fertilización) y 30	< fertilización 50 % y > deformidades embrionarias de 100 %
Fosfatos (μM)	2 a 4	≥ 1	< fertilización (deterioro calidad esperma) y > incremento de malformación embrionaria

	Rangos para Adultos	Valores críticos para Reproducción/Reclutamiento	Observaciones
Amonio (μM)	0,4 y 5	≥ 1	Disminución fertilización A. palmata
Nitritos (μM)	0,075-0,1	0,095	No es muy claro el efecto, pero aparentemente incrementa la cantidad de oocitos, no obstante, son de tamaños pequeños y no viables (Loya et al. (2004)
Nitratos (μM)	0,05-0,25 y 5	> 5 y 9,96 a 24,18 de nitrógeno total ()	mortalidad en 24 h. Combinados con sedimentos finos, afectan con mayor intensidad la sobrevivencia reclutas

	Rangos para Adultos	Valores críticos para Reproducción/Reclutamiento	Observaciones
Materia Orgánica (mg/L)	1 a 32	$2,7 \pm 0,6$ y $4,1 \pm 0,5 \text{ mg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	< fertilización porque < tamaño oocitos; no aptos para fecundarse
Sedimentación/resuspensión ($\text{mg cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$)	≤ 10	1 a 11,7	Ahogamiento y disminución sobrevivencia de reclutas
Tamaño de partículas sedimentos	depende de la especie	< 125 μm	> absorción de luz (Kirk, 1985) y nutrientes (Wolanski et al., 2003); forman nieve marina lodosa con efectos más nocivos para los reclutas (Fabricius y Wolanski, 2000; Fabricius et al., 2003)
Carbonato de calcio (%)	> 90	-----	-----