



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

La surgencia del Caribe centro-norte colombiano: dinámica oceanográfica y flujos de materia y energía en el plancton marino

Andrés Franco Herrera, Ph.D.

Profesor Titular

Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería

Programa de Biología Marina



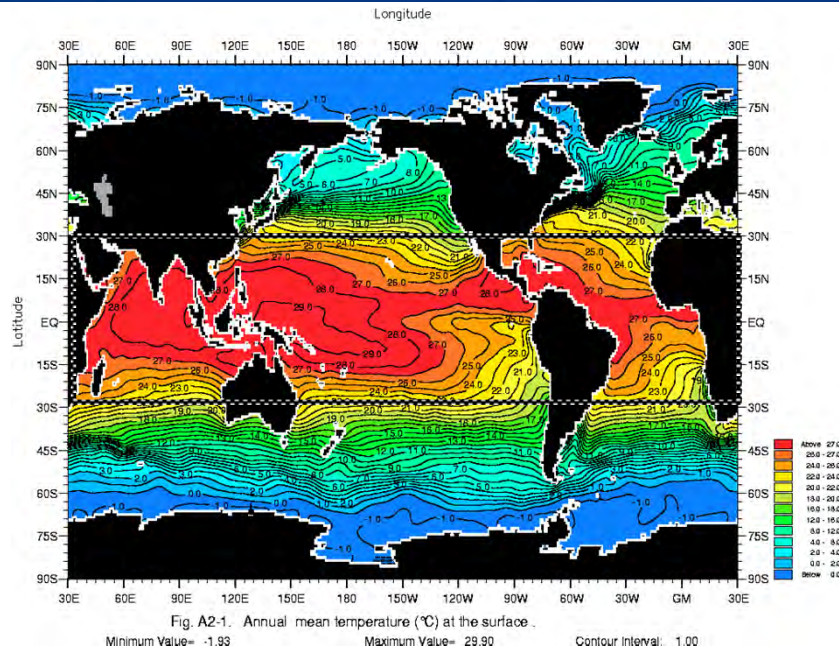
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

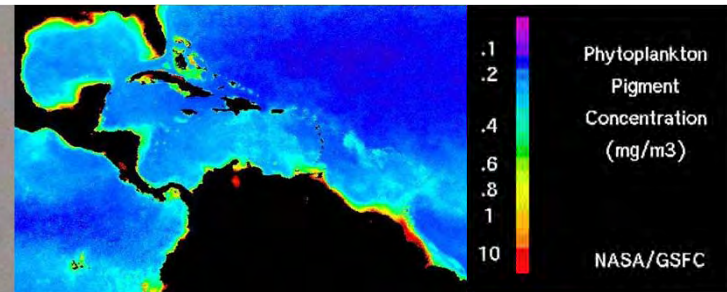
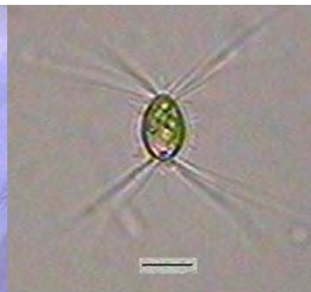


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



↔ Baja variabilidad ambiental

(Andersen *et al.* 1997, Burford *et al.* 1995).



Variabilidad estacional

Características fisicoquímicas del agua.

Fitoplancton.

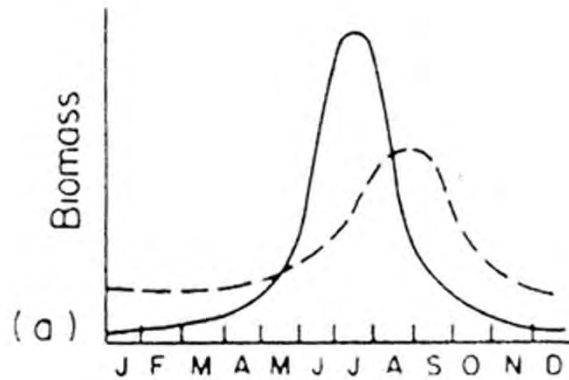
Zooplancton.

<http://www-sioadm.ucsd.edu/plankton/>

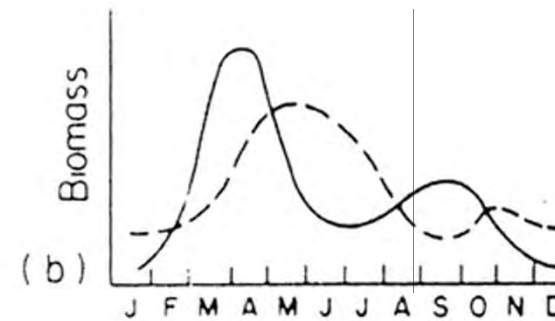


Seasonal Cycle of Phytoplankton

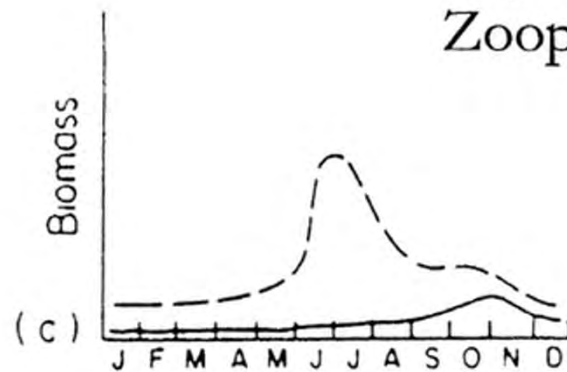
Polar, e.g. Siberian Seas



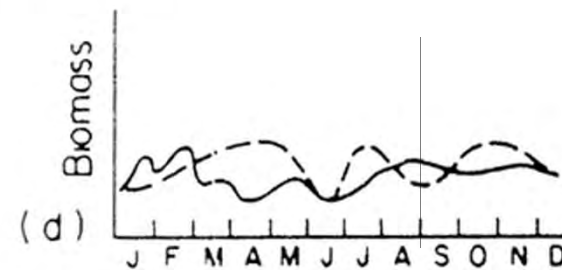
North Atlantic, e.g. Norwegian Coast



Phytoplankton ———
Zooplankton - - - - -



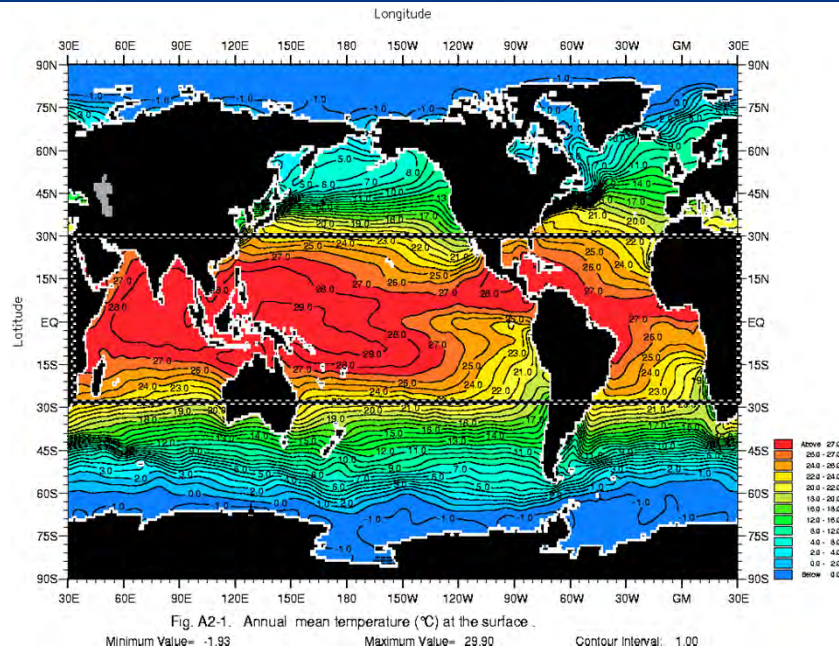
North Pacific, e.g. Bering Sea



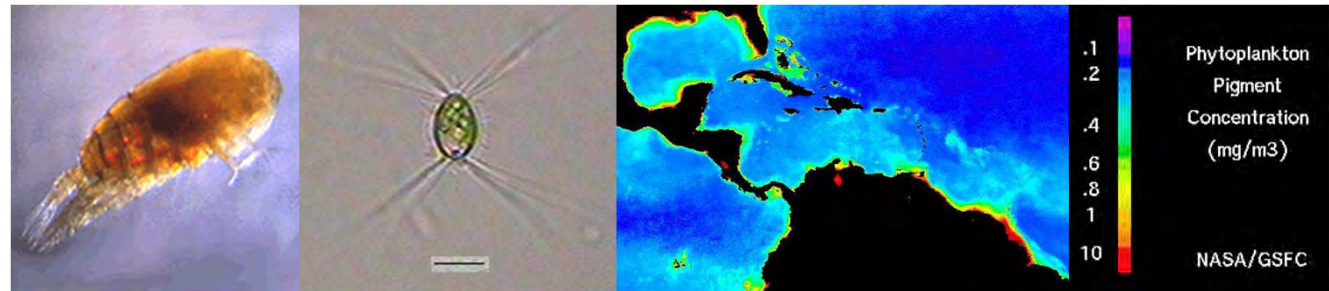
Generalized tropical ocean



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



↔ Baja variabilidad ambiental
(Andersen *et al.* 1997, Burford *et al.* 1995).



<http://www.sioadm.ucsd.edu/plankton/>

Variabilidad estacional

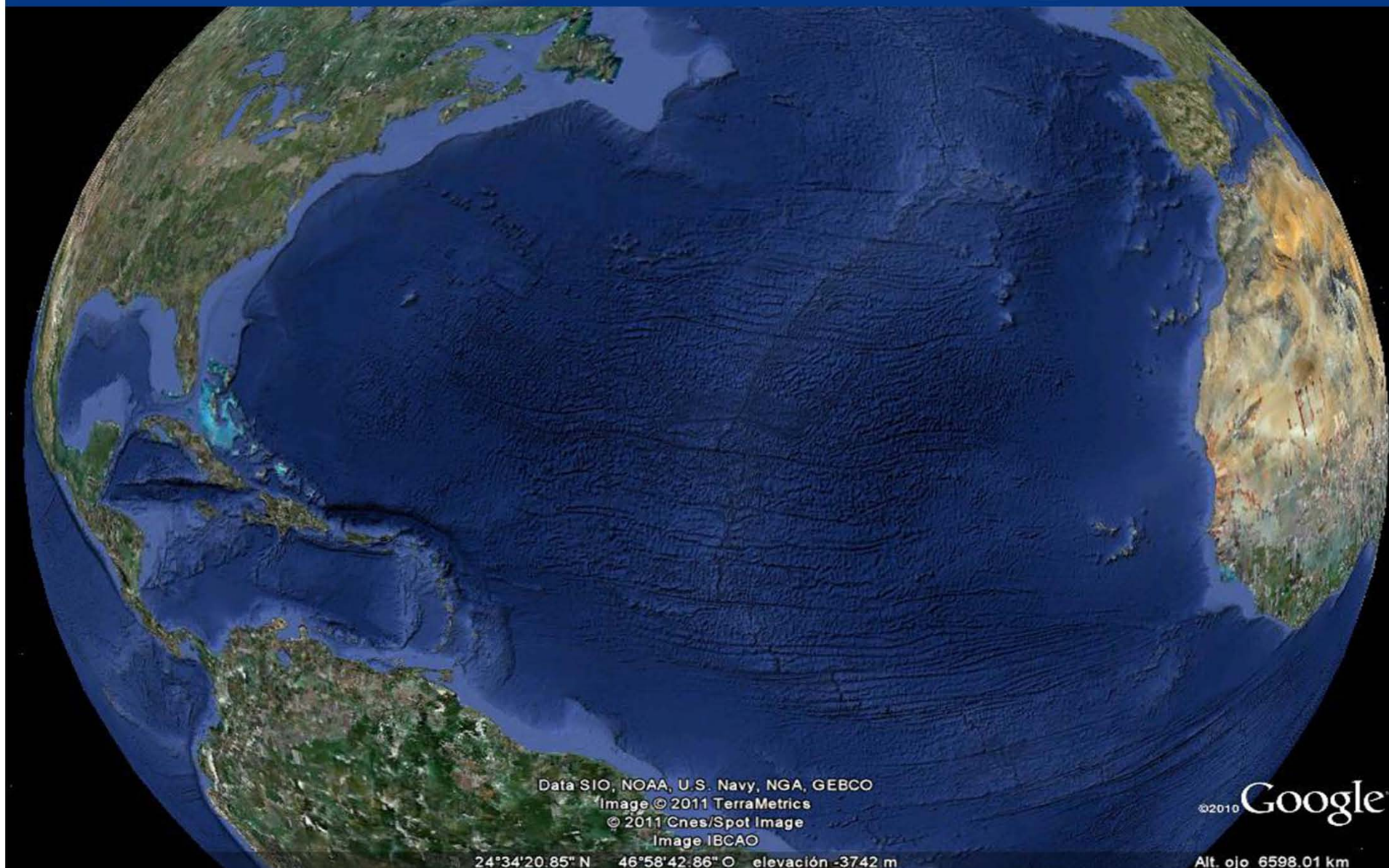
Surgencia ??

Aguas continentales ??

→ (Webber & Roff 1996, Arias & Durán 1982).



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2011 TerraMetrics
© 2011 Cnes/Spot Image
Image IBCAO

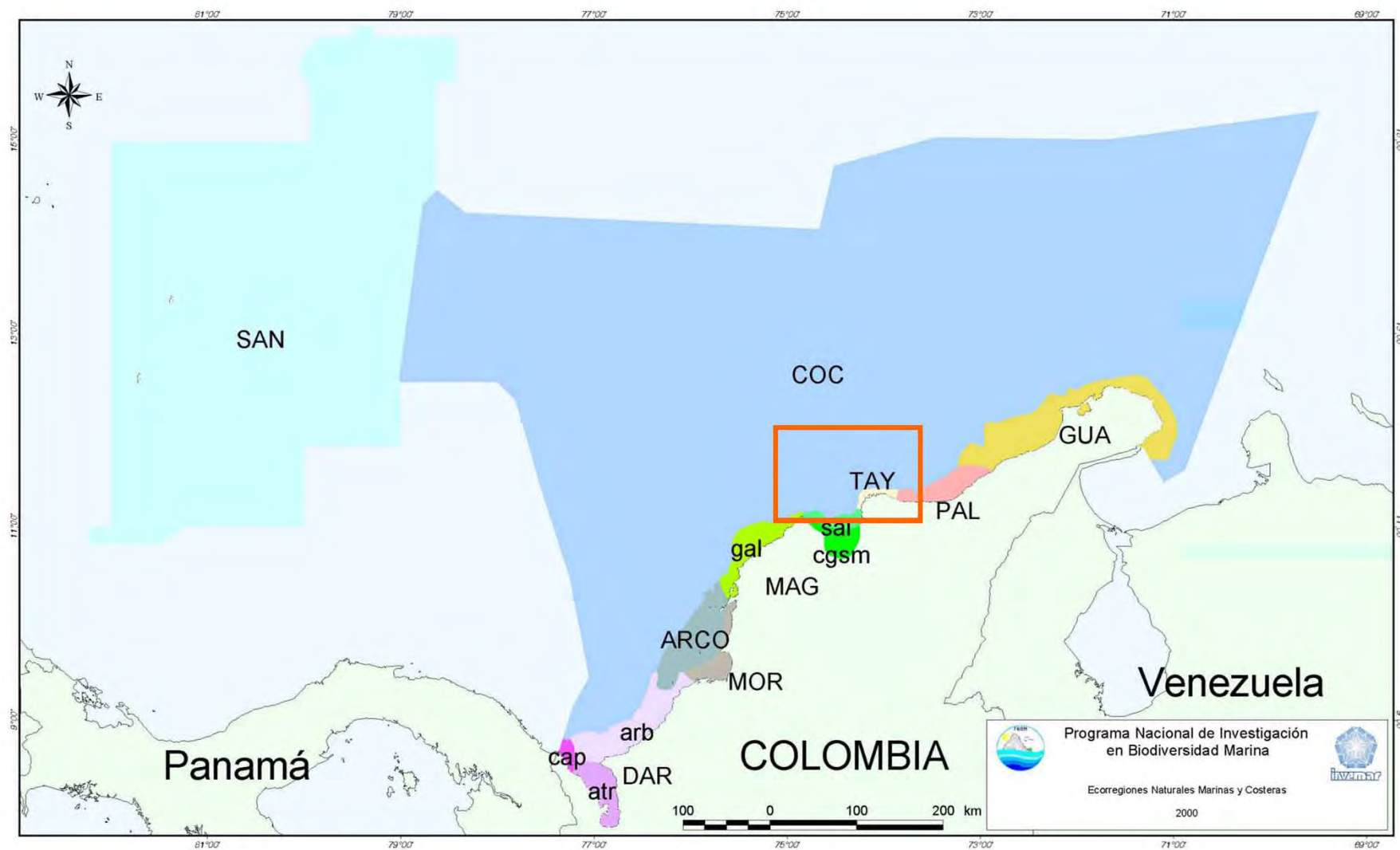
24°34'20.85" N 46°58'42.86" O elevación -3742 m

©2010 Google™

Alt. ojo 6598.01 km

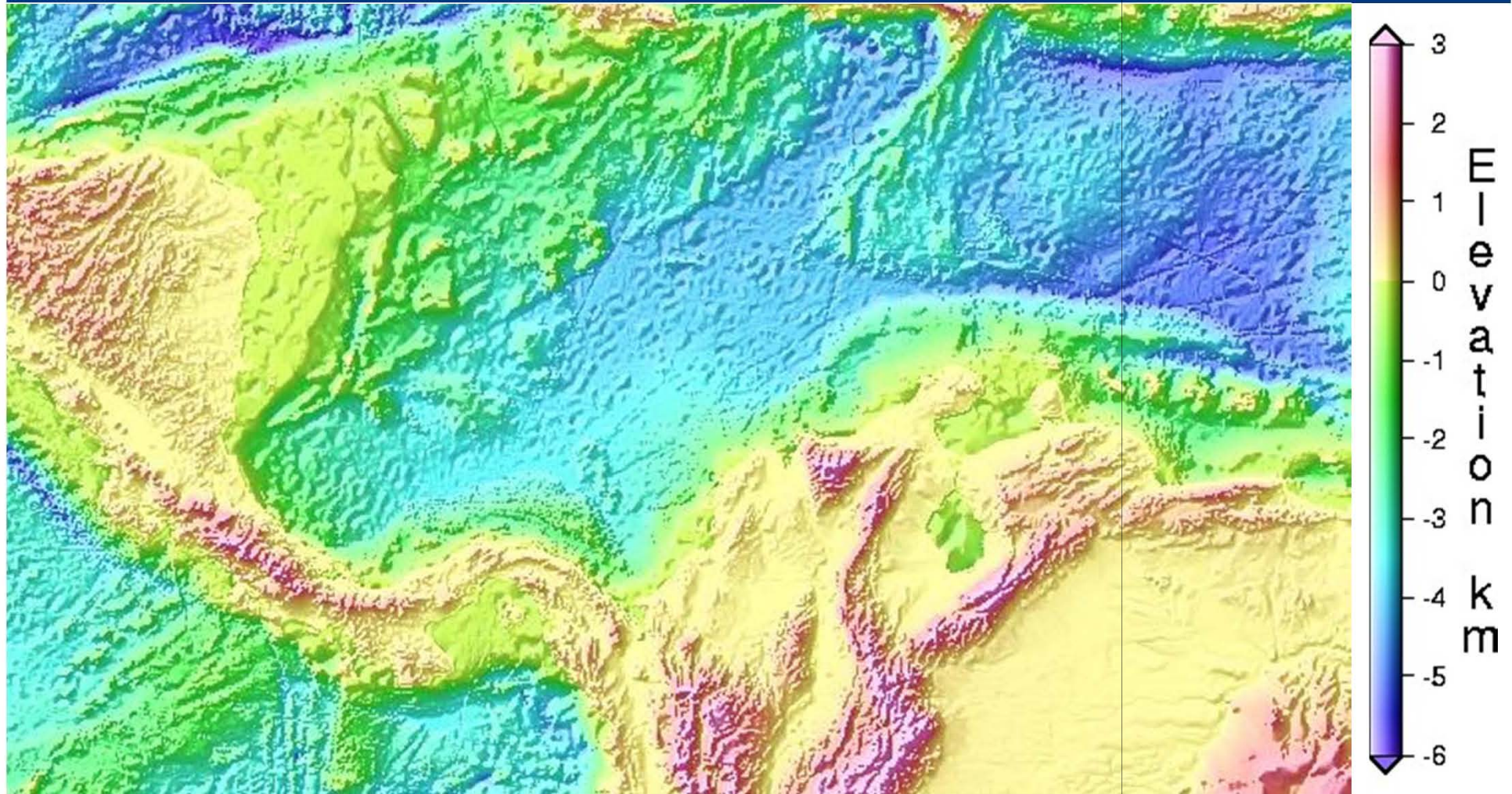


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



Modified by NOAA, ibis.grdl.noaa.gov/cgi-bin/bathy7bathD.pl

Smith, W. and D.T. Sandwell. Global sea floor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. Science. 1997. 277: 1956-1962.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2010 TerraMetrics

Image © 2010 DigitalGlobe

©2010 Google

Fechas de imágenes: Dic. 12, 2002 - Dic. 13, 2009

11°16'18.12" N 74°06'47.19" O elevación 63 m

Alt. ojo 33.14 km

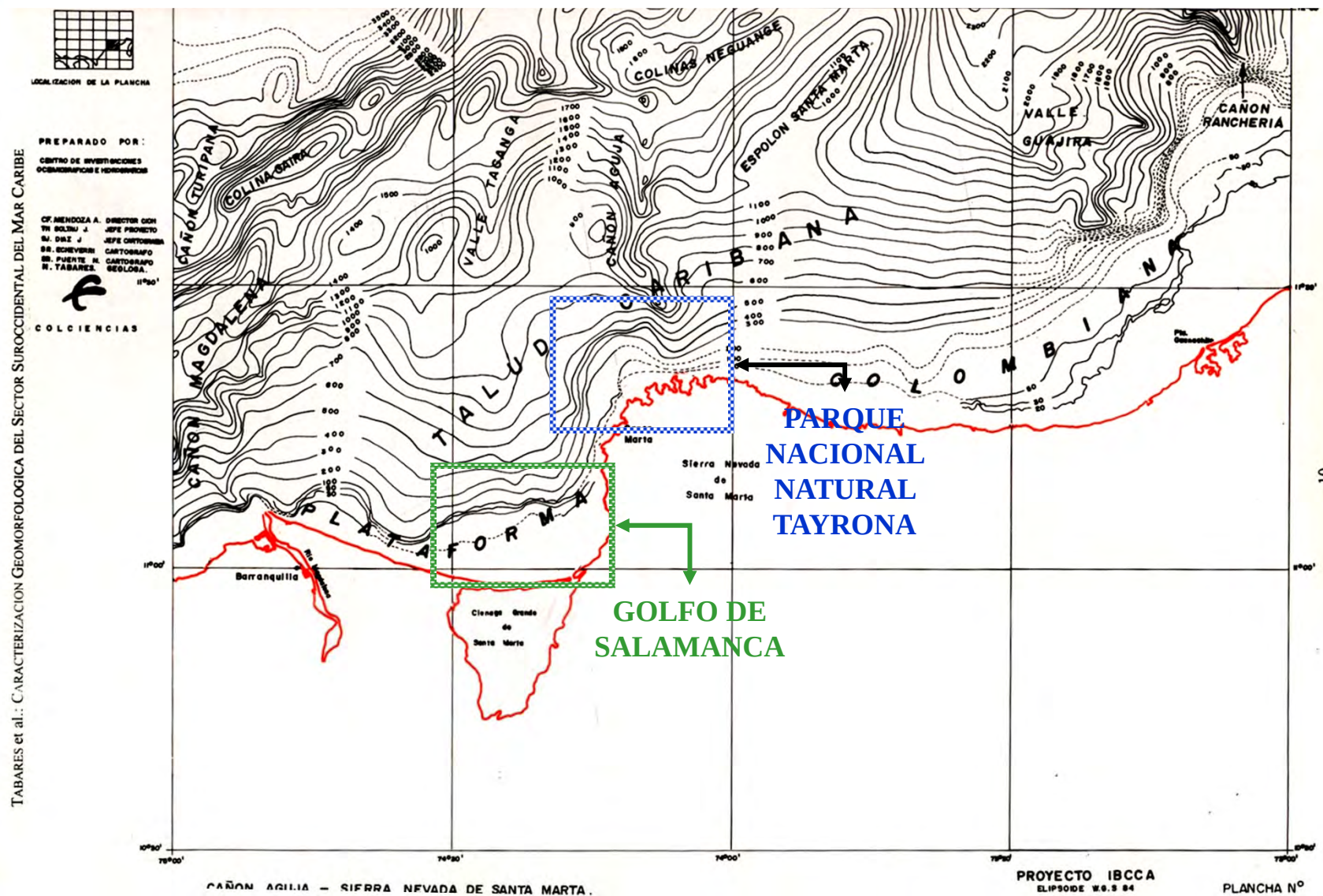


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Objetivo: Determinar el efecto de los cambios estacionales en la entrada de aguas dulces y salobres y los eventos de surgencia costera sobre la estructura del fitoplancton y mesozooplancton en el mar Caribe central de Colombia.



Hipótesis: El mar Caribe centro-sur de Colombia mantiene una baja variación estacional en las características oceanográficas y del plancton marino.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



<http://life.bio.sunysb.edu/marinebio/plankton.html>



<http://microscopy-uk.org.uk/mag/artjan00/chaet.html>

Altas latitudes:

Desarrollo – destrucción de termoclinas.

Variación estacional del fitoplancton.

Calidad nutricional del fitoplancton.

Talla del fitoplancton.

(Boyd *et al.* 1980, Dagg 1983, Dagg & Grill 1980, Dam & Peterson 1988, Kiørboe & Nielsen 1994)

Sistemas tropicales :

Conocimiento escaso.

Salinidad ?

Concentraciones fitoplanctónicas ?

Calidad nutricional ?

Talla del fitoplancton ?

(Arinardi *et al.* 1990, Burford *et al.* 1995, Kingsford & Suthers 1994) .



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Copépodos > 60 % comunidad mesozooplancónica - Caribe centro-norte colombiano

Eucalanidae – hábitos “herbívoros”

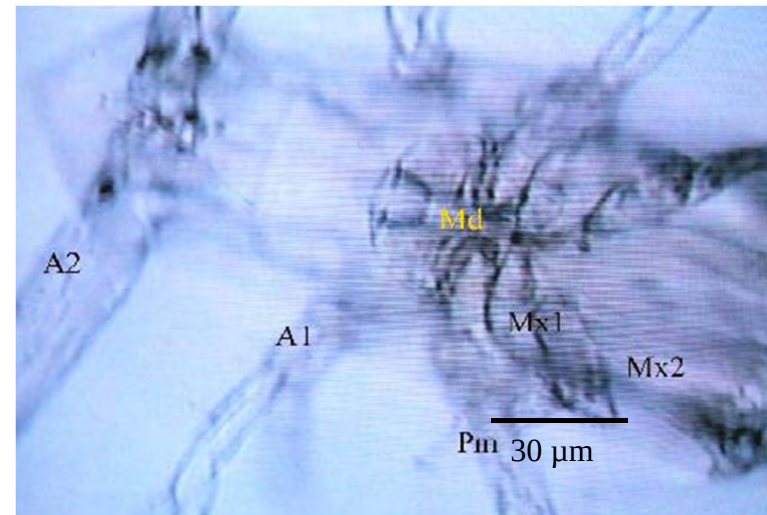
Subeucalanus trassus

S. monachus

S. pileatus

Eucalanus subtenuis 

(Bernal 2000, Bernal & Zea 2000, Mauchline 1998, Price *et al.* 1983)





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Objetivo: Evaluar el efecto de los cambios en la abundancia fitoplanctónica y la calidad bioquímica de la materia orgánica particulada sobre las variaciones en el pastoreo del copépodo dominante en el mesozooplankton *Eucalanus subtenius*.



Hipótesis: El copépodo dominante *Eucalanus subtenius* ejerce un impacto de pastoreo alto ($> 20\%$) sobre la biomasa fitoplanctónica.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

CENTRO DE OBSERVACIÓN MARINA TADEISTA COMARTA



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Un Espacio de Formación
Académica e Investigativa



CENTRO DE OBSERVACIÓN MARINA TADEISTA



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

CENTRO DE OBSERVACIÓN MARINA TADEISTA (COMARTA) - VARIABLES OCEANOGRÁFICAS Y METEOROLÓGICAS

Fuente	Tipo	Variable	Unidad de medida	Escala temporal	Hora de colecta	Origen
1	SERVIDORES ON-LINE IMAGEN SATELITAL	Agua precipitable	mm	3 días compuesta	N.A.	Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMMS) - University of Wisconsin-Madison
2		Nubosidad	Vapor de agua-IR3 (%)	Diaria	16:30 Hora local	National Environmental Satellite, Data and Information Services (NESDIS)
3		Viento	Dirección 100-500 mb	Diaria	16:30 Hora local	Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMMS) - University of Wisconsin-Madison
4		Viento	Velocidad (nudos) 100-500 mt	Diaria	16:30 Hora local	Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMMS) - University of Wisconsin-Madison
5		Viento	Dirección 400-950 mb	Diaria	16:30 Hora local	Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMMS) - University of Wisconsin-Madison
6		Viento	Velocidad (nudos) 400-950 mt	Diaria	16:30 Hora local	Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies (CIMMS) - University of Wisconsin-Madison
7		Corrientes superficiales	Dirección y velocidad	Diaria	N.A.	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) - Armada Nacional de Colombia
8		Corrientes superficiales	Dirección y velocidad	5 días compuesta	N.A.	Ocean Surface Current Analyses - Real Time (OSCAR) - NOAA Satellite and Information Service
9		Capas de mezcla	m	Diaria	N.A.	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) - Armada Nacional de Colombia
10		Temperatura superficial del agu	°C	Diaria	06:00 - 08:00 UTC	Institute for Marine Remote Sensing (IMaRS) - University of South Florida
11		Temperatura superficial del agu	°C	Diaria	N.A.	Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) - Armada Nacional de Colombia
12		Clorofila a	mg/m3	Diaria	06:00 - 08:00 UTC	MODIS Institute for Marine Remote Sensing (IMaRS) - University of South Florida - USF
13	BASE DE DATOS	Temperatura superficial del agu	°C	5 días	06:00 - 08:00 UTC	MODIS Institute for Marine Remote Sensing (IMaRS) - University of South Florida - USF
14		Clorofila a	mg/m3		06:00 - 08:00 UTC	MODIS Institute for Marine Remote Sensing (IMaRS) - University of South Florida - USF
15	ESTACIÓN METEOROLÓGICA IN SITU BASE DE DATOS	Velocidad del viento	m/s	Diaria	08:00	Estación Vantage Pro 2 Davis - UJTL
16		Dirección del viento	°	Diaria	08:00	
17		Precipitación	mm	Diaria	08:00	
18		Presión barométrica	mb	Diaria	08:00	
19		Temperatura del aire	°C	Diaria	08:00	
20		Humedad relativa	%	Diaria	08:00	
21		Radiación solar	watts	Diaria	08:00	



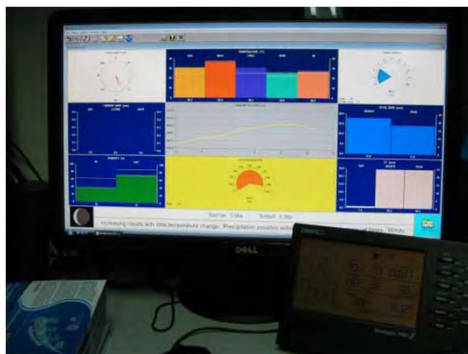


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

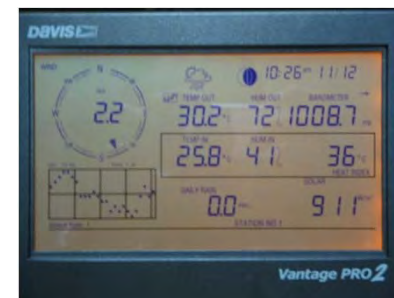


Los Sensores meteorológicos se ubican a 10 msnm, en la azotea de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta, anclado en un trípode (flecha verde) y alimentados permanentemente por un panel solar (flecha roja).

INICIAMOS REGISTRO DE DATOS EL 06 DE NOVIEMBRE DE 2009, A LAS 16:00.



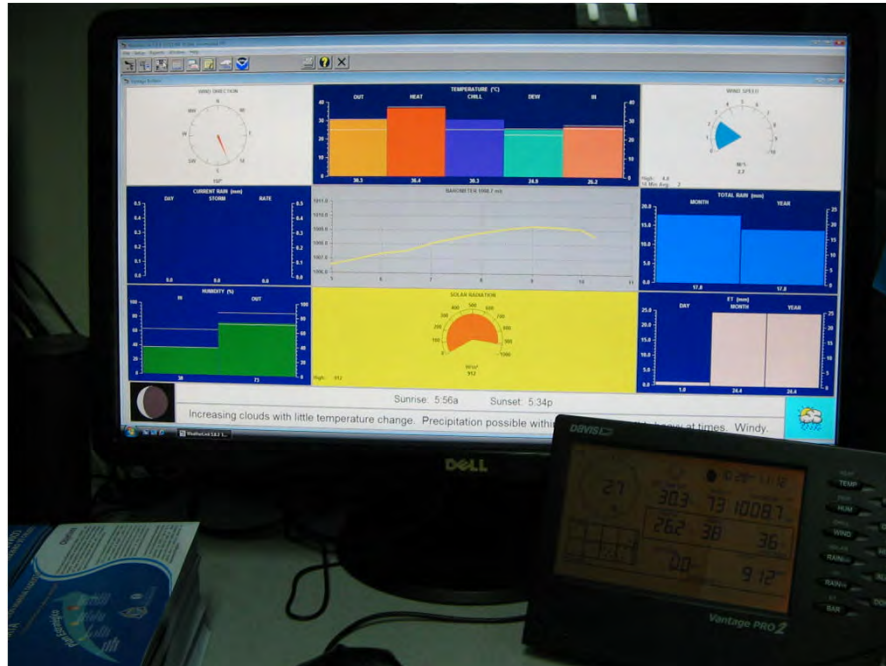
Esta a su vez, la graba en un *data logger* que almacena información cada **30 minutos** y es pasada al computador



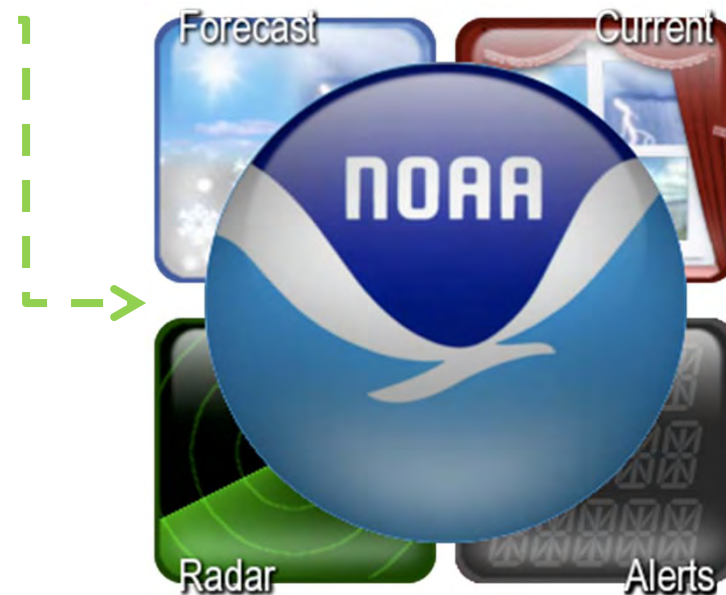
Las información se transmite vía inalámbrica hasta la consola de recepción.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



La información es permanentemente almacenada y visualizada en un software, que permite verificar la información, graficarla y, exportarla a software de bases de datos. Algunos ejemplos de aplicación se pueden observar en las imágenes.



Igualmente la información será enviada permanentemente a la NOAA, Estados Unidos, para registrar información de este sector del Caribe colombiano.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Los servidores satelitales de servicio público y aquellos de instituciones con Convenio de cooperación técnica, académica y científica vigente con la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, apoyan el centro COMARTA, como:

 University of South Florida.

 University of Wisconsin at Madison.

 NOAA.

 IDEAM.

 CIOH.

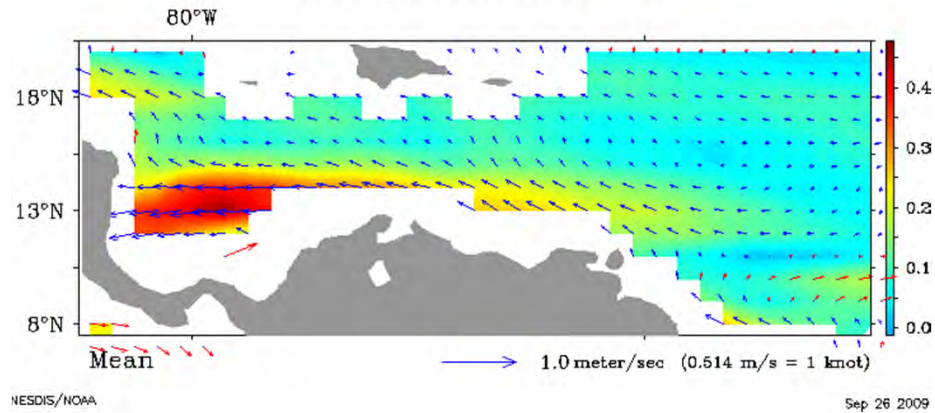


NOAA NATIONAL OCEANIC AND
ATMOSPHERIC ADMINISTRATION
UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

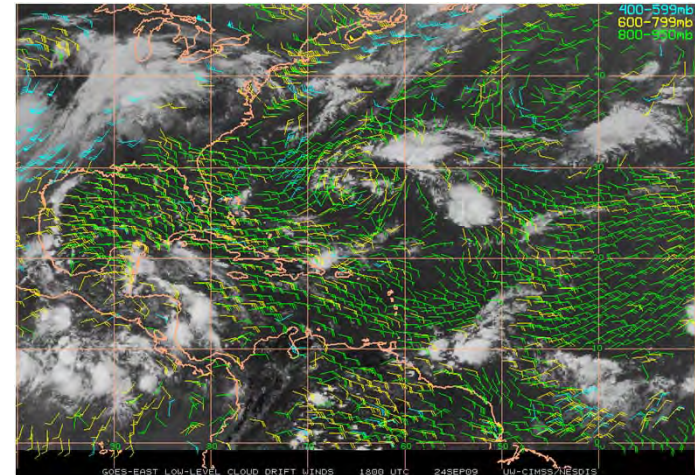


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

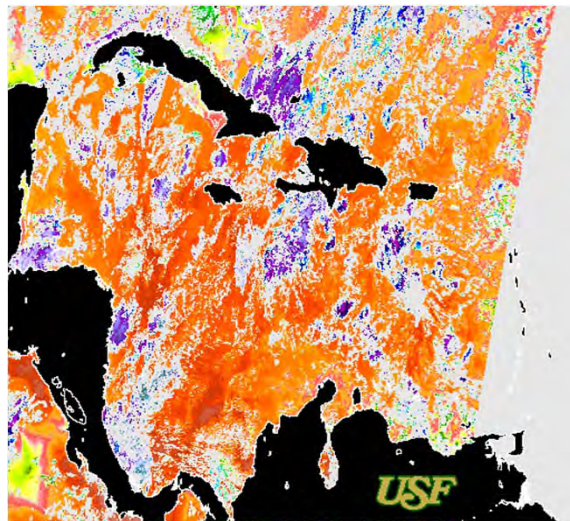
5-Day Interval Ocean Surface Currents (meter/sec)
Centered on September 21 2009



Corrientes superficiales; on-line: <http://www.oscar.noaa.gov/>

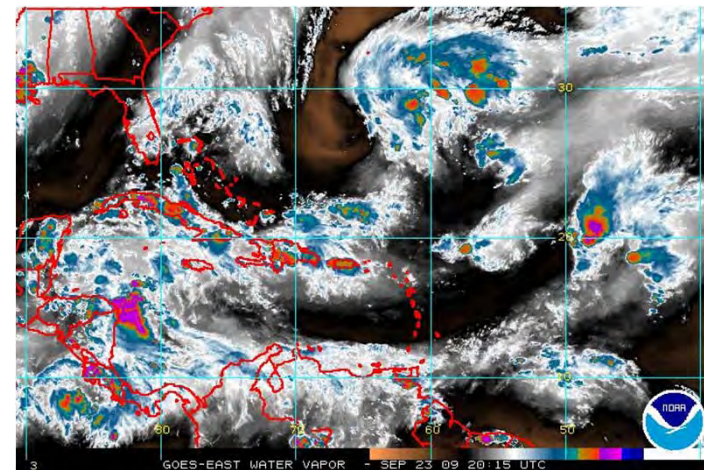


Campos de viento 400-500 mb; on-line: <http://cimss.ssec.wisc.edu/>



25-012009; 06:46 GMT

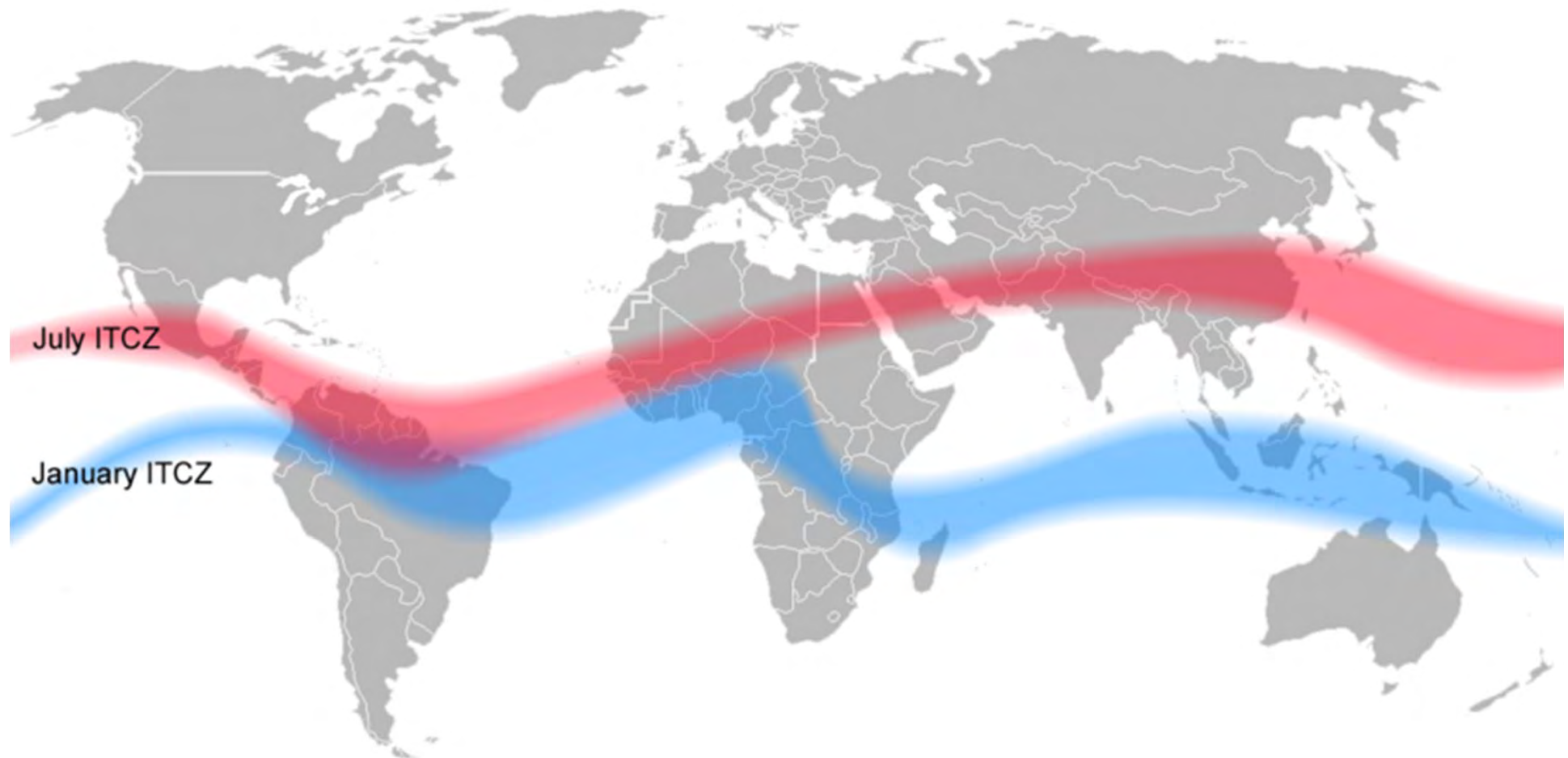
Temperatura superficial del mar; on-line: <http://imars.usf.edu/sst/index.html>



Nubosidad – vapor de agua; on-line: <http://www.ssd.noaa.gov/imagery/carb.html>

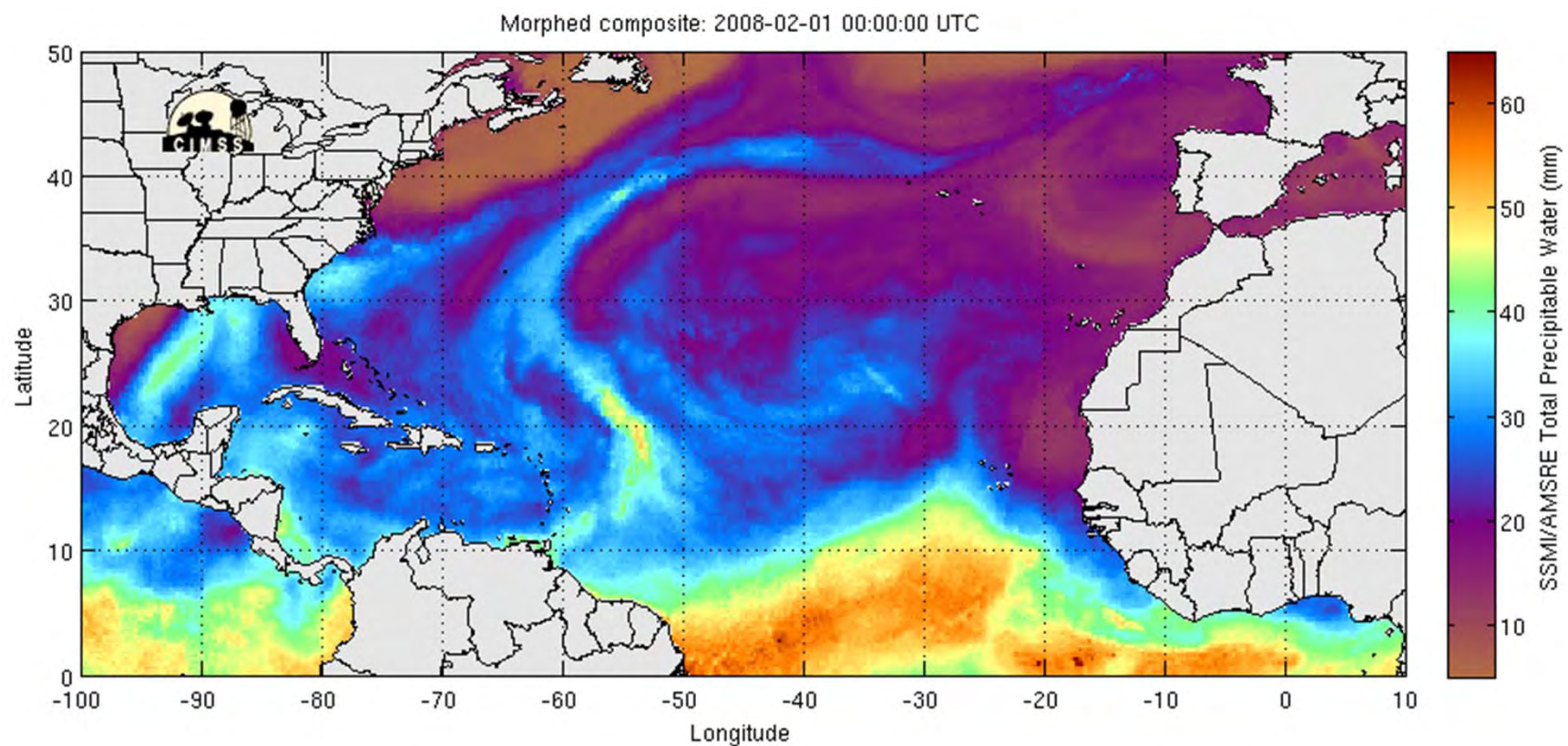


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



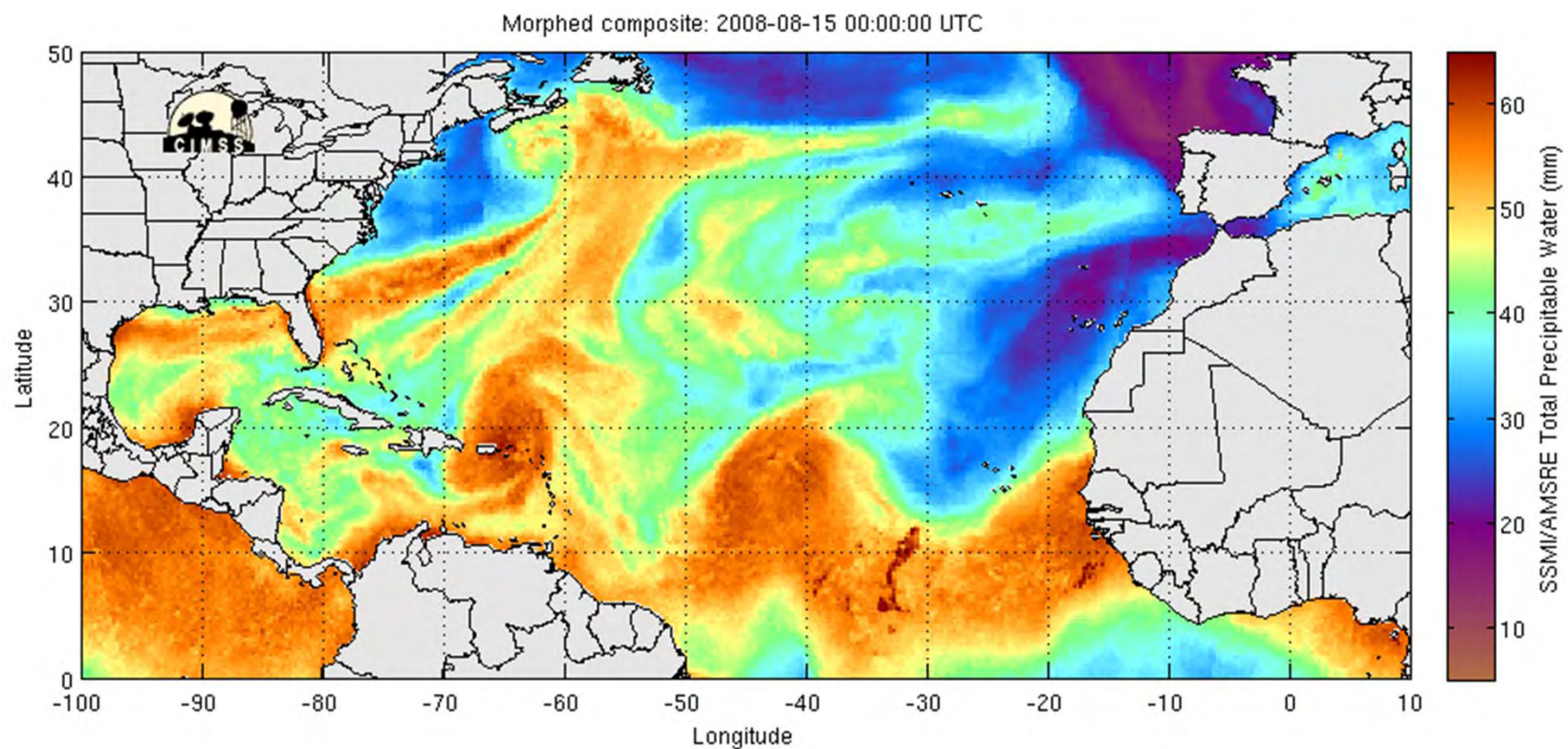


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

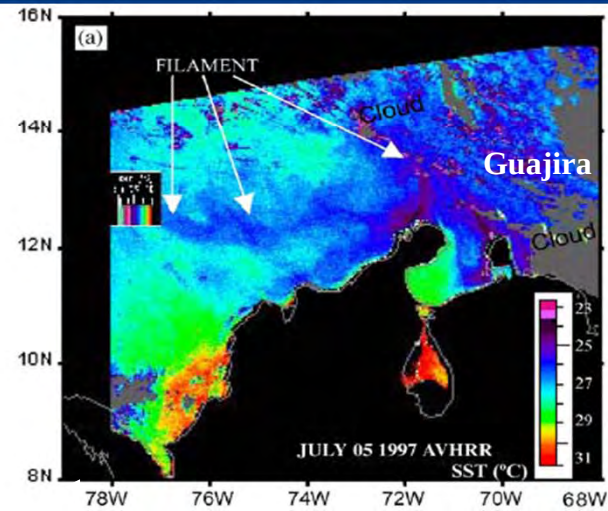
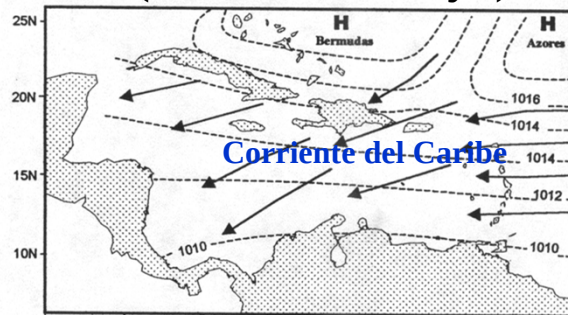




UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

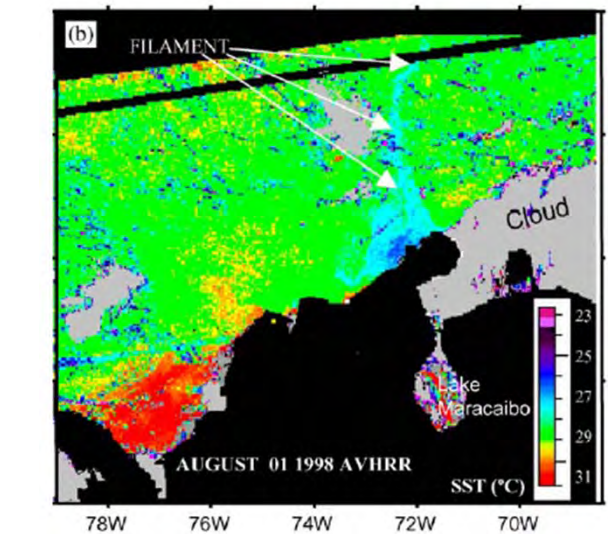
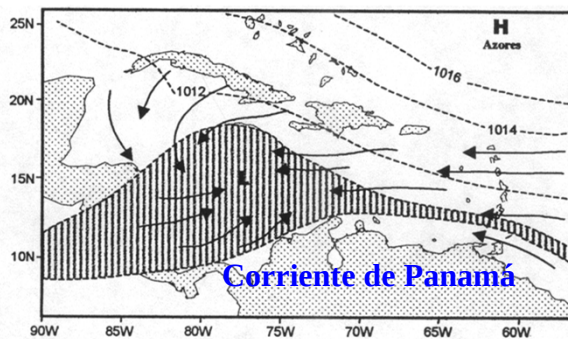
SECA

(Diciembre-Mayo)



LLUVIAS

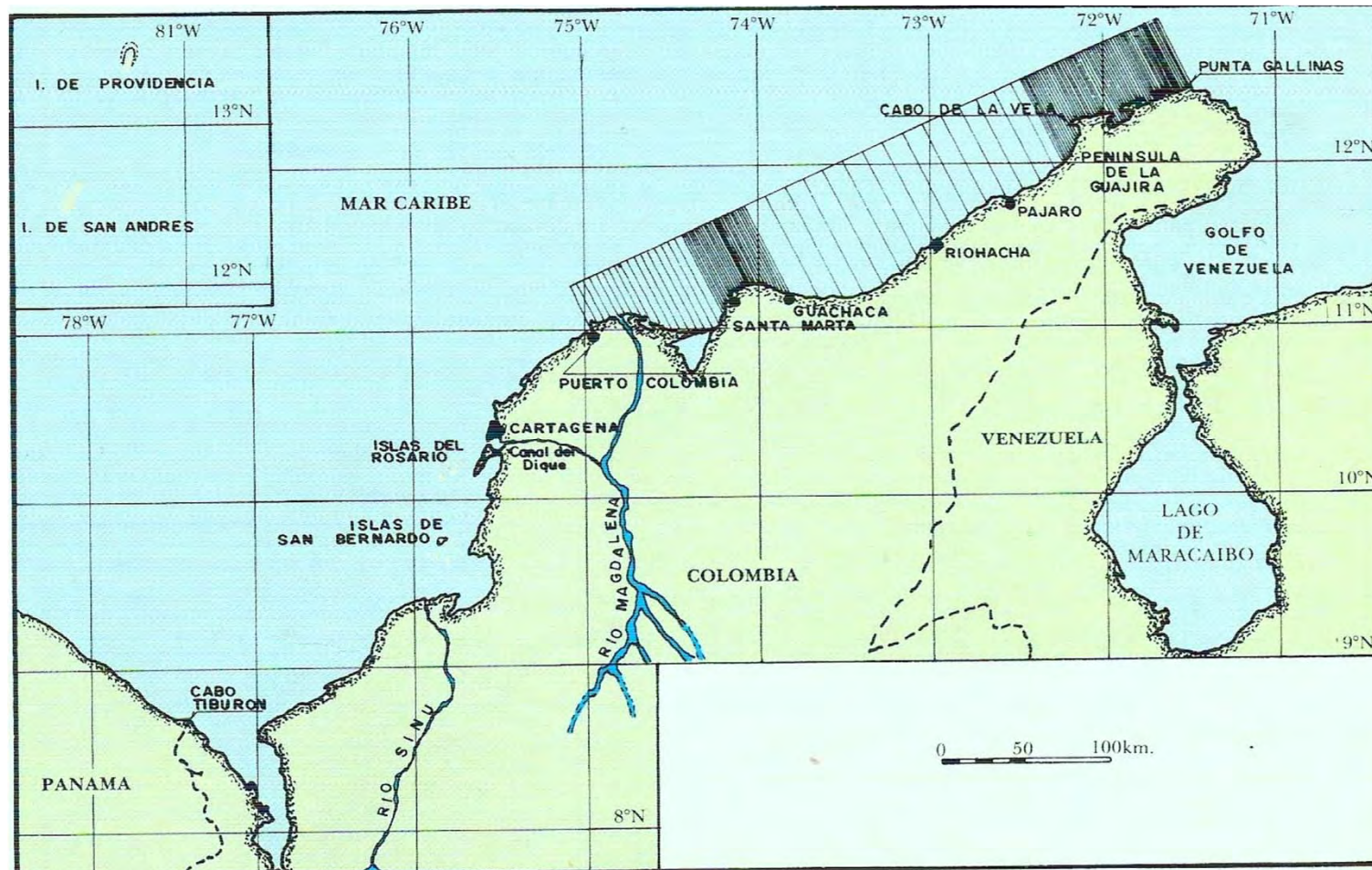
(Junio-Noviembre)



(Andrade 2001, Andrade
& Barton 2005)



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



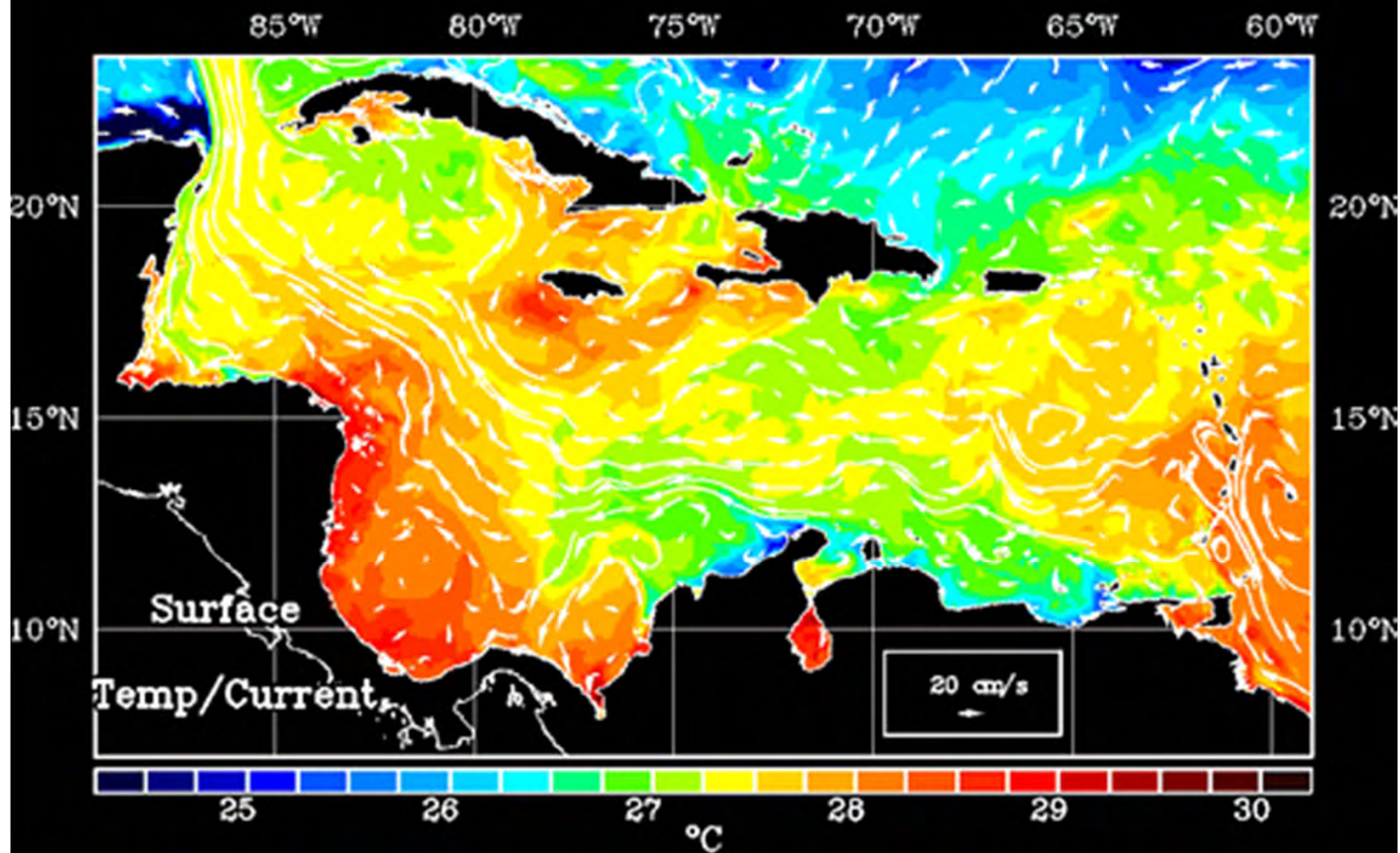
Tomado de Bula-Meyer (1990)



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

NRL IASNFS

Nowcast valid at 2011/04/24 00Z

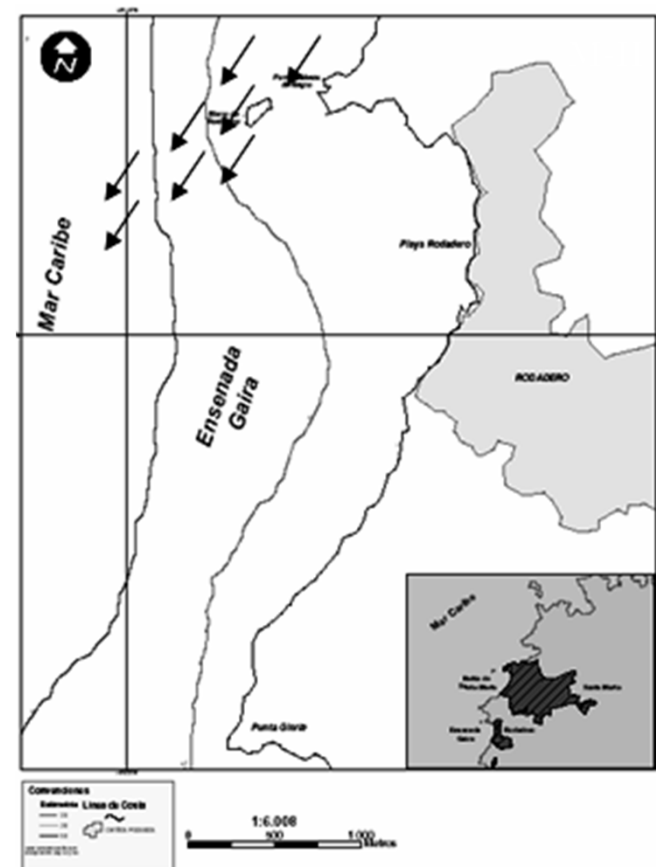
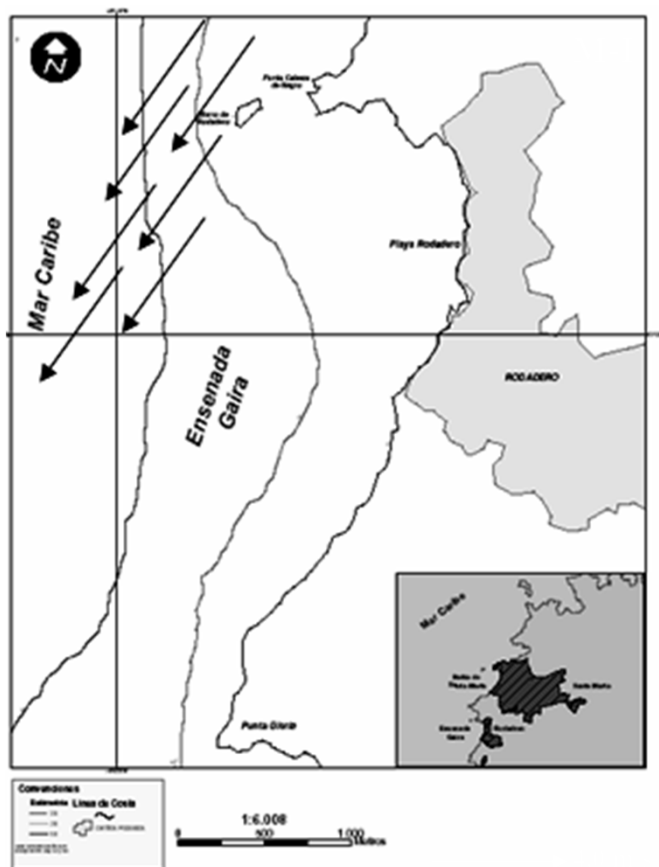




UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

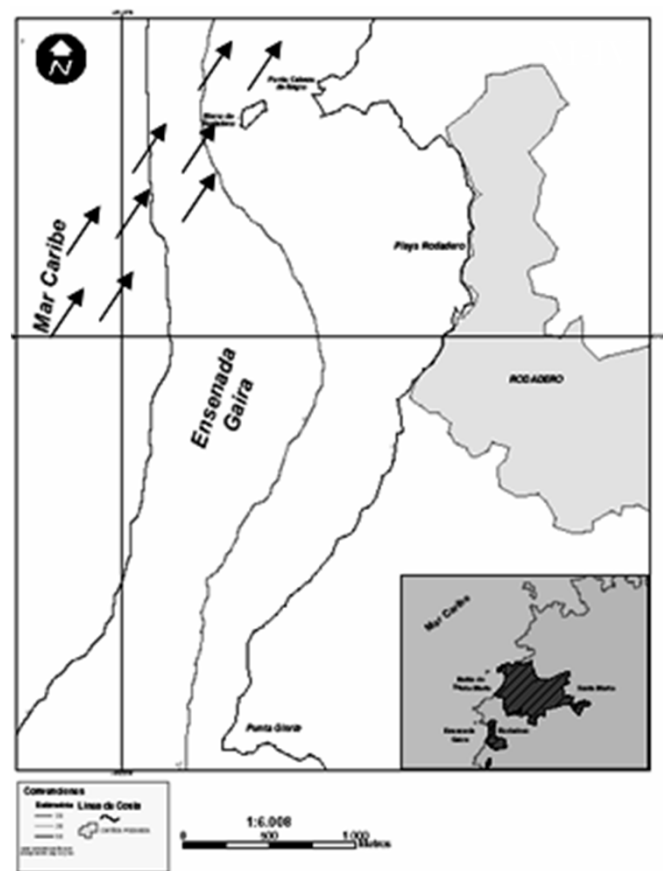
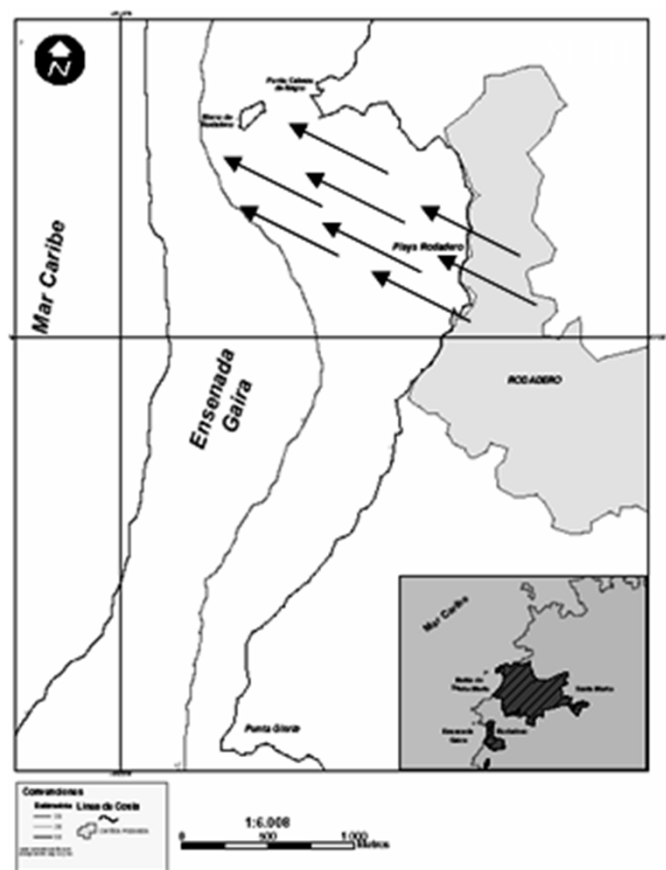
VARIABLES ATMOSFÉRICAS

Velocidad, dirección y *stress* del viento





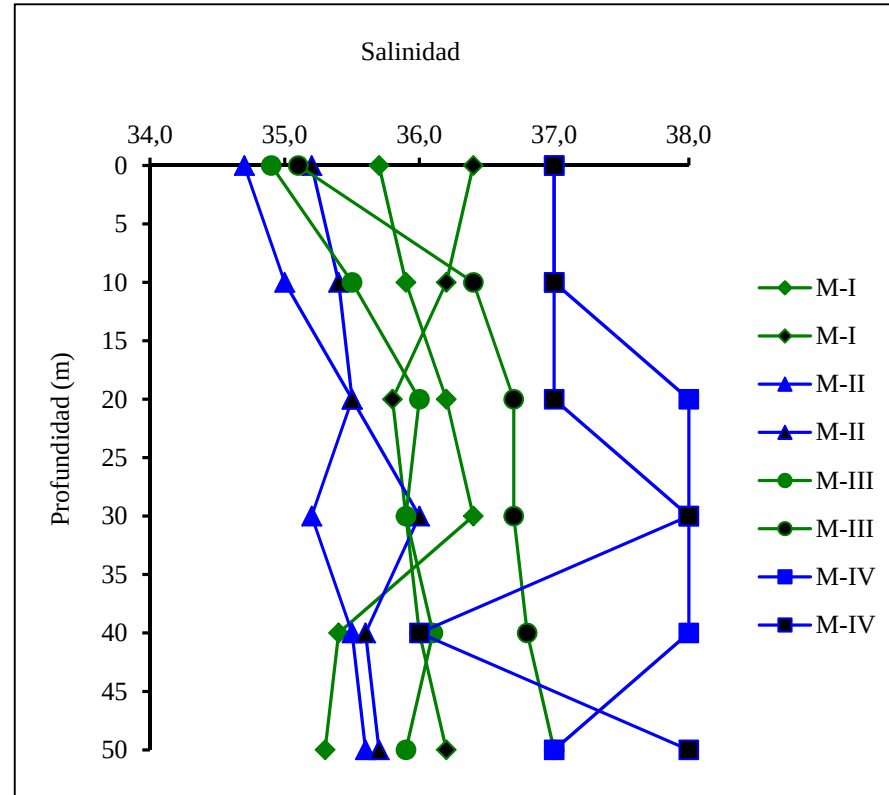
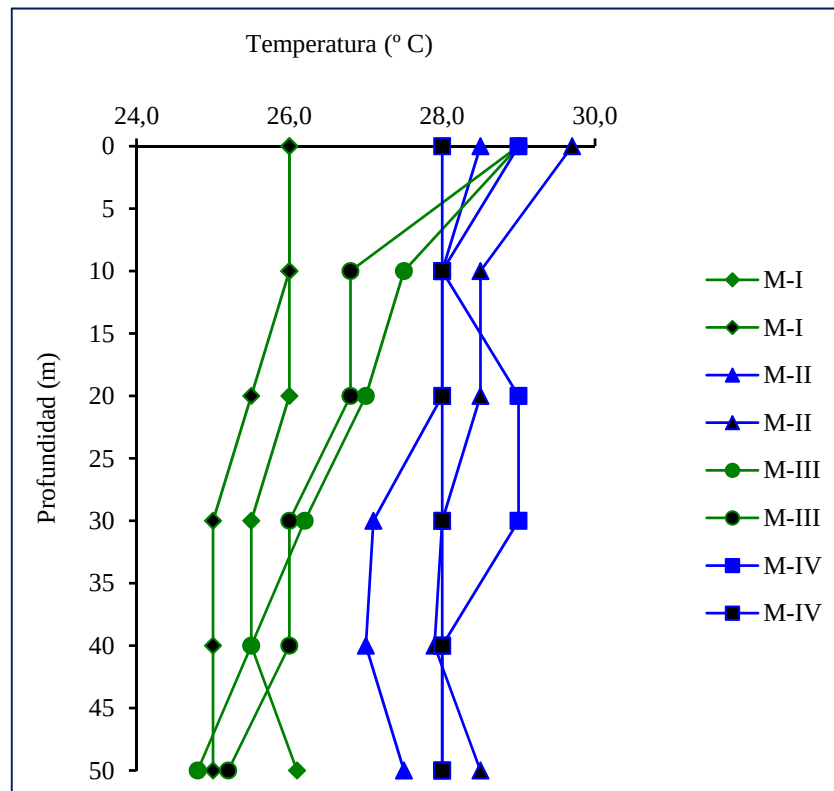
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

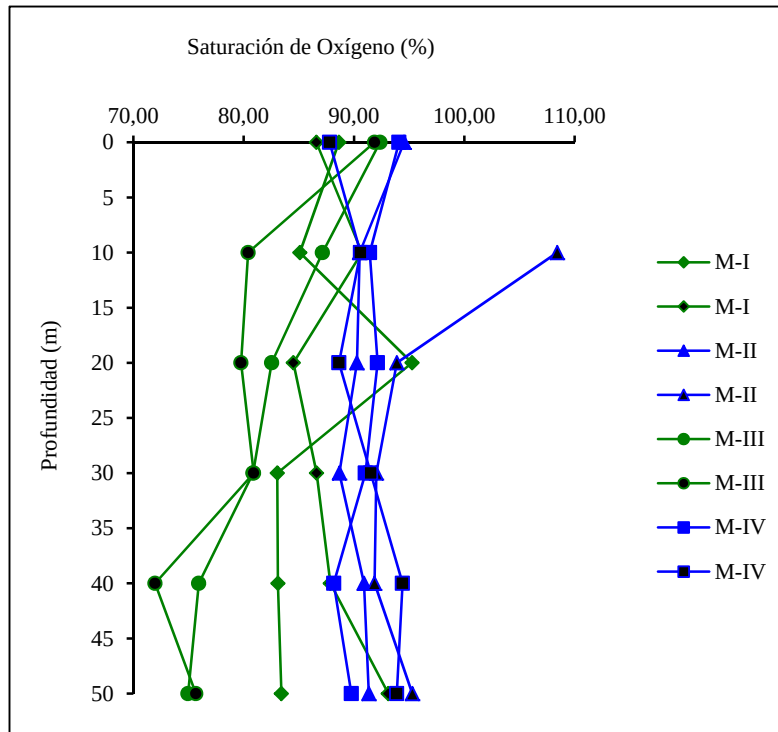
MUESTREO	V (m/s)	d (°)	τ (Pa)	δ_E (m)
M-I	$7,2 \pm 0,9$	$27,5 \pm 6,9$	$0,12 \pm 0,02$	$71,3 \pm 9,2$
M-II	$2,8 \pm 0,6$	$40,0 \pm 0,0$	$0,03 \pm 0,01$	$27,0 \pm 6,8$
M-III	$5,8 \pm 1,5$	$125,0 \pm 5,0$	$0,12 \pm 0,05$	$57,2 \pm 15,3$
M-IV	$3,8 \pm 1,0$	$13,3 \pm 26,6$	$0,05 \pm 0,02$	$37,9 \pm 10,3$



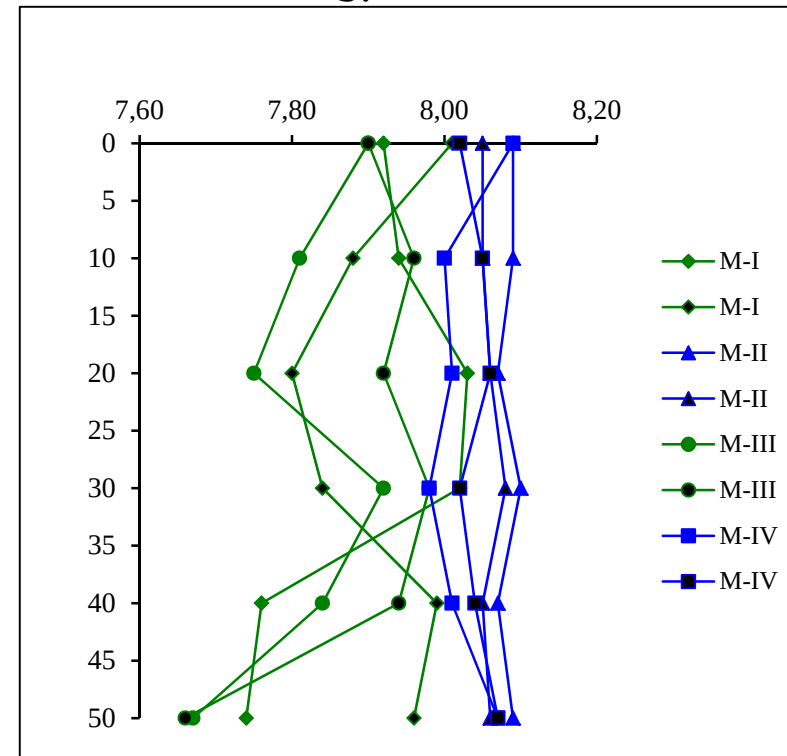
Perfil de temperatura entre 0 y 50 m de profundidad frente a la Ensenada de Gaira, durante eventos de surgencia (M-I y M-III) y no surgencia (M-II y M-IV), entre Julio y Septiembre de 2006 (original $\blacklozenge$ y réplica $\diamond$).



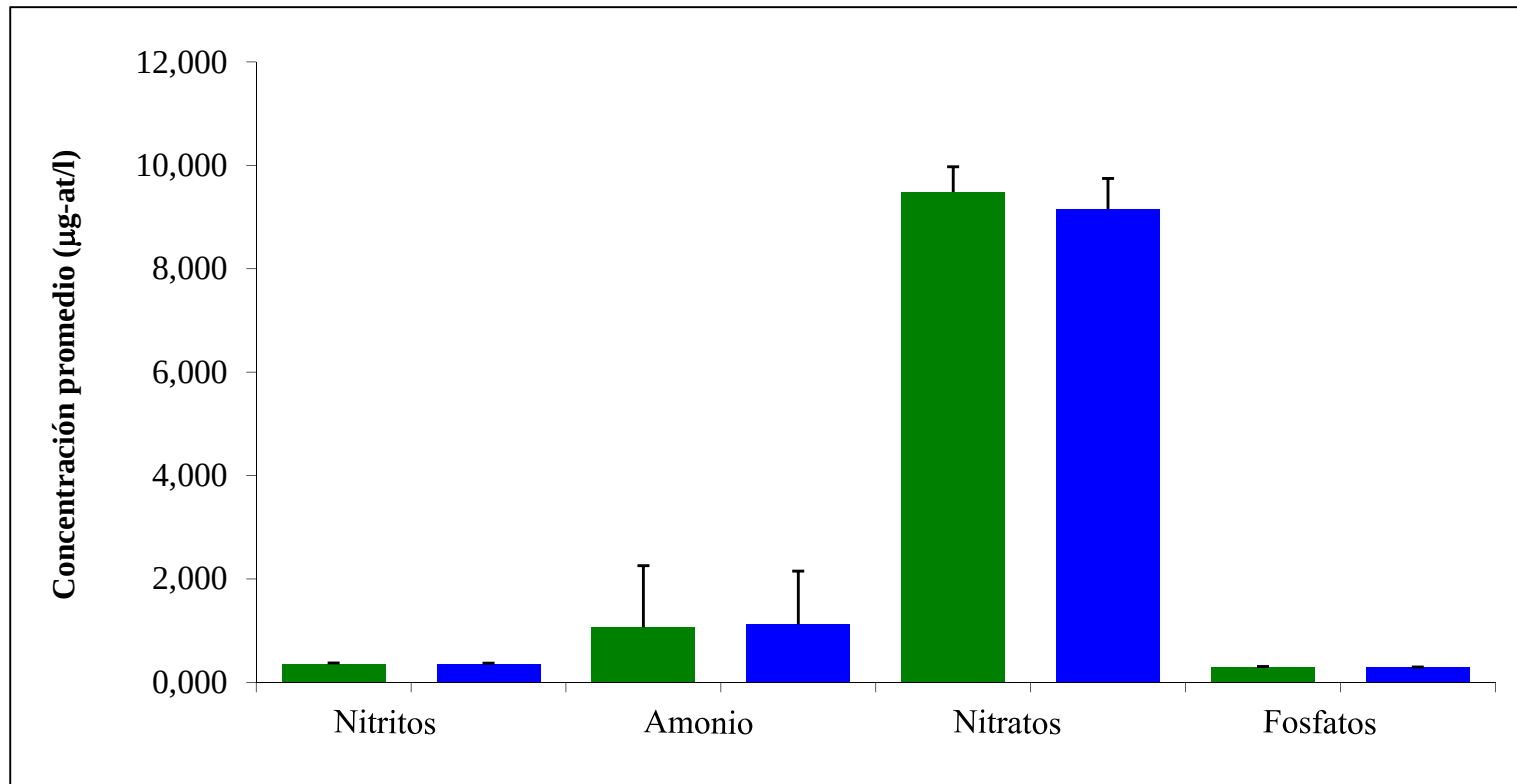
a.



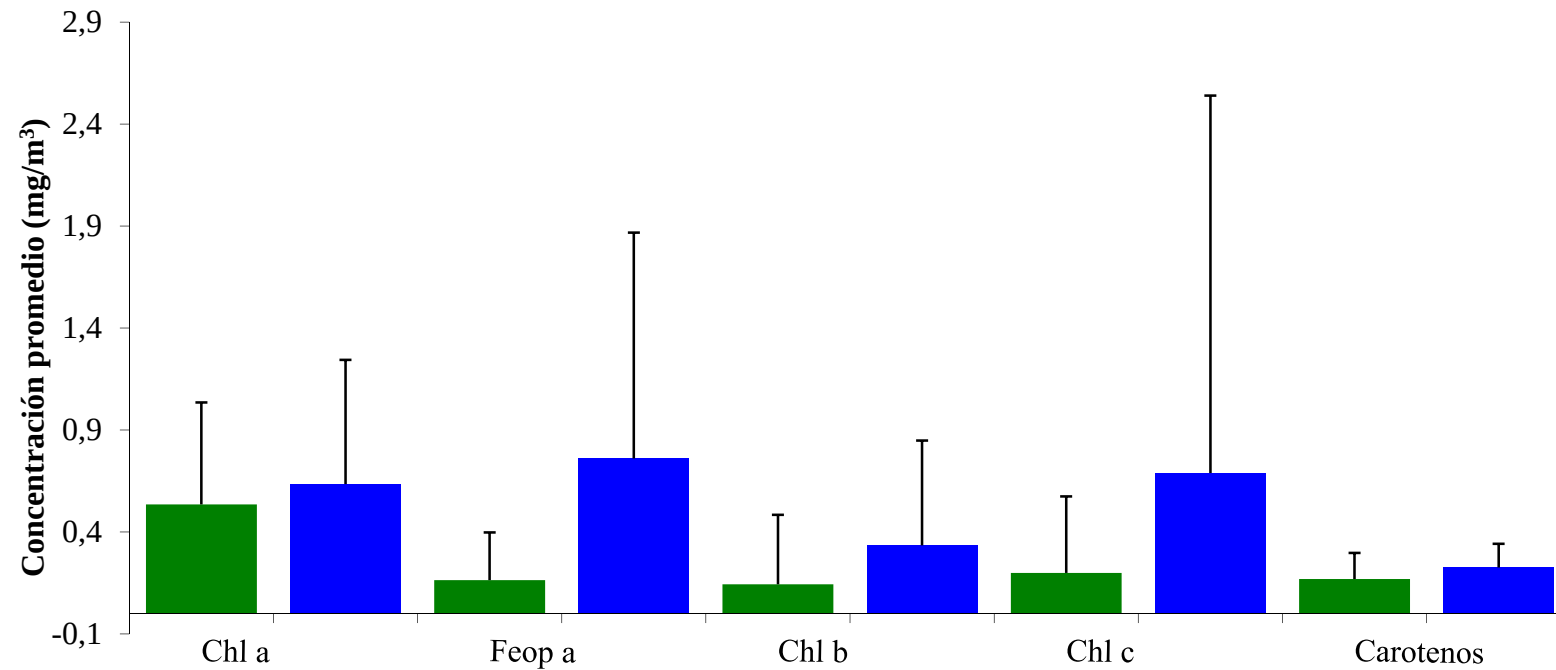
b.



Perfiles de saturación de oxígeno (a) y pH (b) entre 0 y 50 m de profundidad frente a la Ensenada de Gaira, durante eventos de surgencia (M-I y M-III) y no surgencia (M-II y M-IV), entre Julio y Septiembre de 2006 (original $\blacklozenge$ y réplica $\diamond$).



Concentración promedio de nutrientes inorgánicos entre 0 y 50 m de profundidad para los cuatro muestreos realizados durante eventos de surgencia (M-I y M-III, barras verdes) y no surgencia (M-II y M-IV, barras azules), entre Julio y Septiembre de 2006.

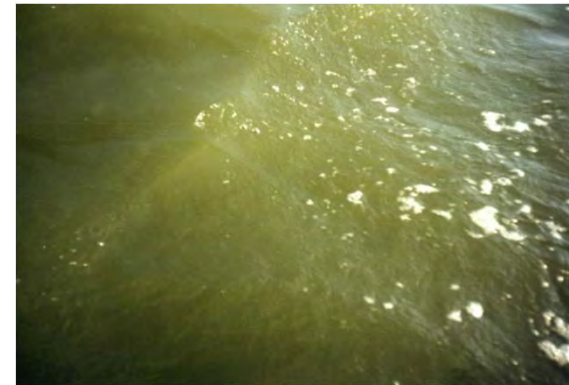
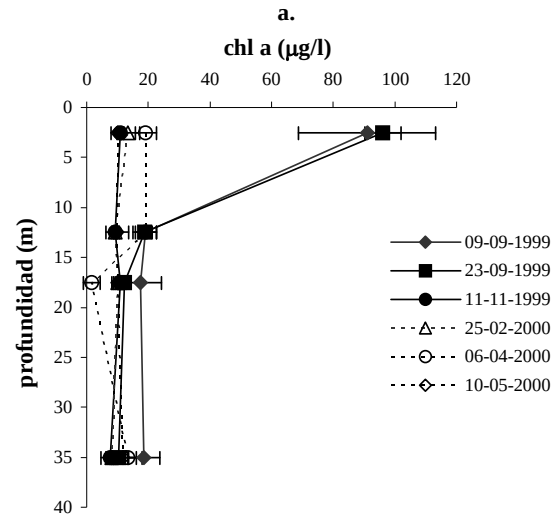


Concentración promedio de pigmentos fotosintéticos entre 0 y 50 m de profundidad para los cuatro muestreos realizados durante eventos de surgencia (M-I y M-III, barras verdes) y no surgencia (M-II y M-IV, barras azules), entre Julio y Septiembre de 2006.

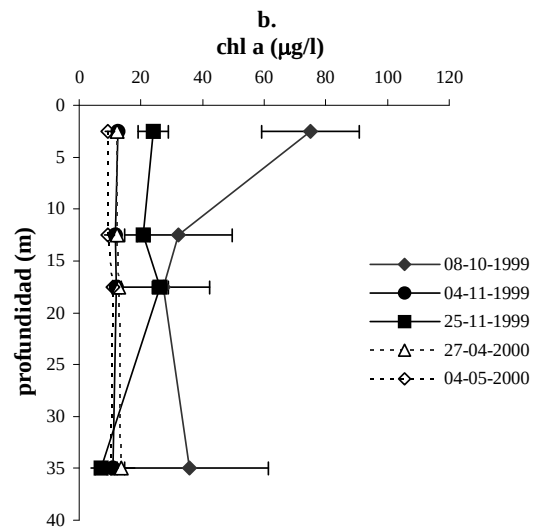


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

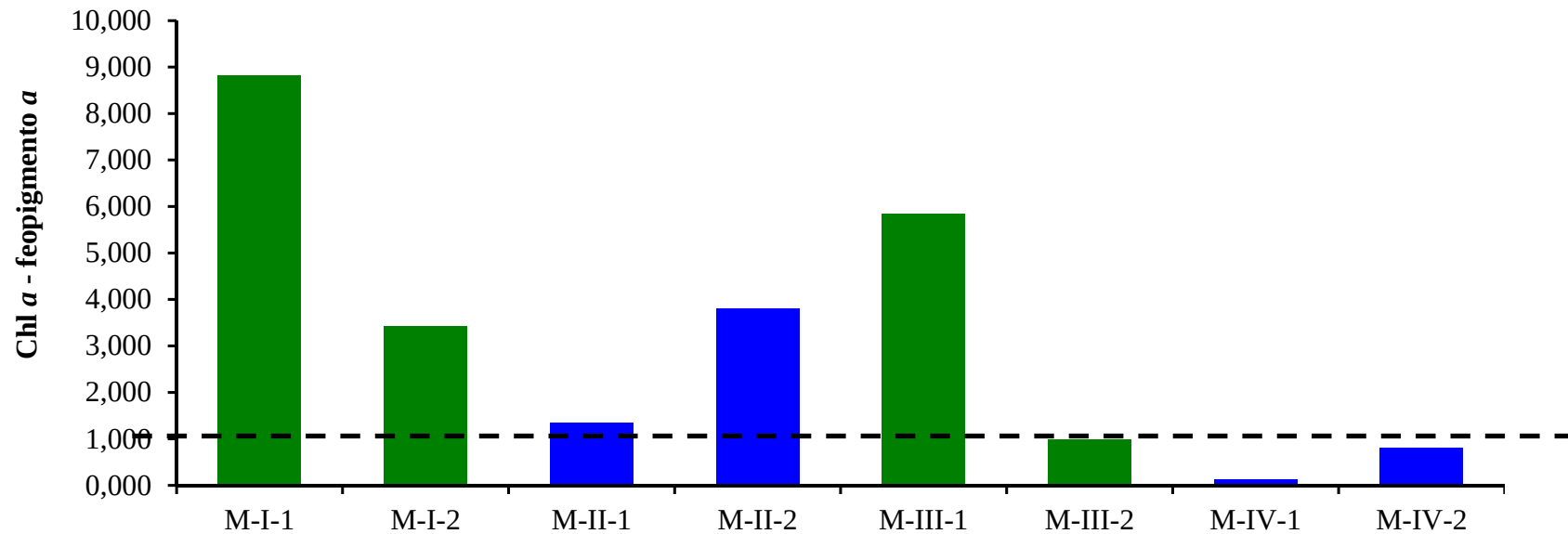
Golfo de
Salamanca



Parque
Nacional
Natural
Tayrona



———— Lluvia
- - - - - Secca



Relación clorofila *a* / feopigmento *a* en la columna de agua entre 0 y 50 m de profundidad para los cuatro muestreos realizados durante eventos de surgencia (M-I y M-III, barras verdes) y no surgencia (M-II y M-IV, barras azules), entre Julio y Septiembre de 2006. La línea punteada indica el valor de 1 para el cociente entre los dos pigmentos.



Concentraciones mínimas y máximas de clorofila *a* reportadas para algunas regiones del Caribe colombiano. * Referencias tomadas de Franco-Herrera (2005a). + Áreas con desarrollo de surgencias estacionales.

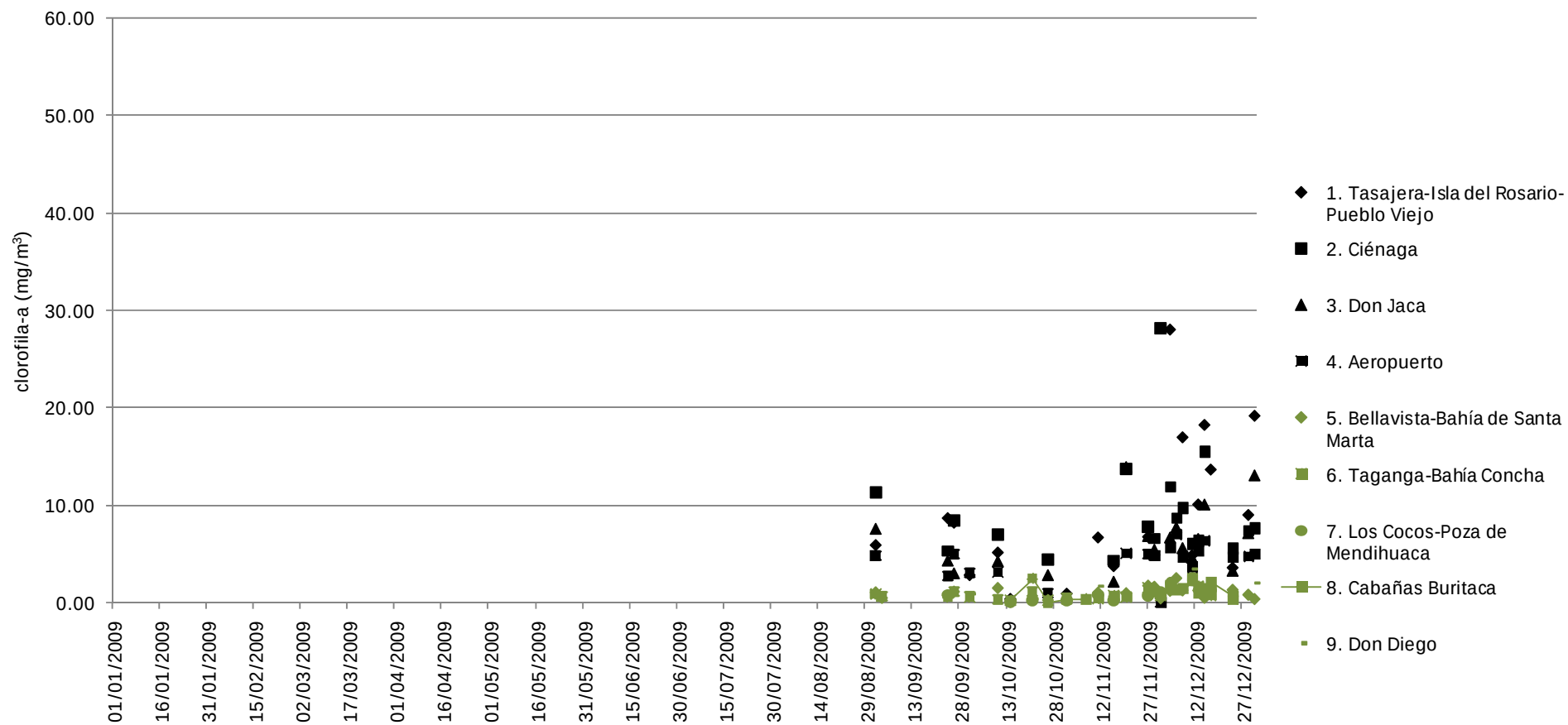
AUTOR (ES)	UBICACIÓN	TIPO DE AGUA	CHL <i>a</i> (µg/l) Min-Máx
Duarte (1996)* +	Guajira continental	Oceánica	0,76-1,52
Corredor (1979) +	Península de la Guajira	Surgencia costera	0,6-3,5
Rodriguez y Varela (1987) +	Noreste de Venezuela	Surgencia costera	0,1-5,2
Franco-Herrera (2001) +	Golfo de Salamanca PNN Tayrona	Costera Costera	0,76-9,61 0,72-7,5
Arias y Durán (1996)*	Bahía de Cartagena	Costera	0,20-19,25
Gualteros <i>et al.</i> (1992)*	PNN Corales del Rosario	Laguna insular	0,1-0,8
Castro <i>et al.</i> (2002) +	Caribe centro colombiano	Costera Surgencia	0-0,003
Gutiérrez <i>et al.</i> (2005) +	Caribe centro colombiano	Costera Surgencia	0,08-0,975
Presente estudio	Caribe centro colombiano	Costera Surgencia	0,09-0,56 0,09-1,29



Autores	Región (Longitud/Latitud)	Tipo de agua	min. – max.
Cuenca del Gran Caribe			
Bianchi <i>et al.</i> (1995)	Golfo de México (90°W / 28°N)	Costeras y oceánicas	0.15 – 2.85
Phlips & Badylak (1996)	Bahía de Florida (80°W / 25°N)	Costera	0.2 – 39.9
Webber & Roff (1996)	Costa de Hellshire, sureste de Jamaica (76°W / 17°N)	Costera	0.70 – 2.64
Rodríguez & Varela (1987)	Plataforma continental, noroeste de Venezuela (70°W / 12°N)	Costera y oceánica, zona de surgencia	0.1 – 5.2
Costa Caribe colombiana			
Duarte (1996)	Guajira continental (71°W / 13°N)	Oceánicas, zona de surgencia	0.76 – 1.52
Arias & Durán (1982)	Bahía de Cartagena (75°W / 12°N)	Costera	0.20 – 19.25
Gualteros <i>et al.</i> (1992) Franco-Herrera <i>et al.</i> (1992)	Parque Nacional Natural Corales del Rosario (75°W / 10°N)	Laguna costera Oceánica	0.1 – 0.8 0.01 – 0.08
Presente estudio	Golfo de Salamanca Parque Nacional Natural Tayrona (74°W / 11°N)	Oceánico Oceánico	7.6 – 96.1 7.2 – 75.0

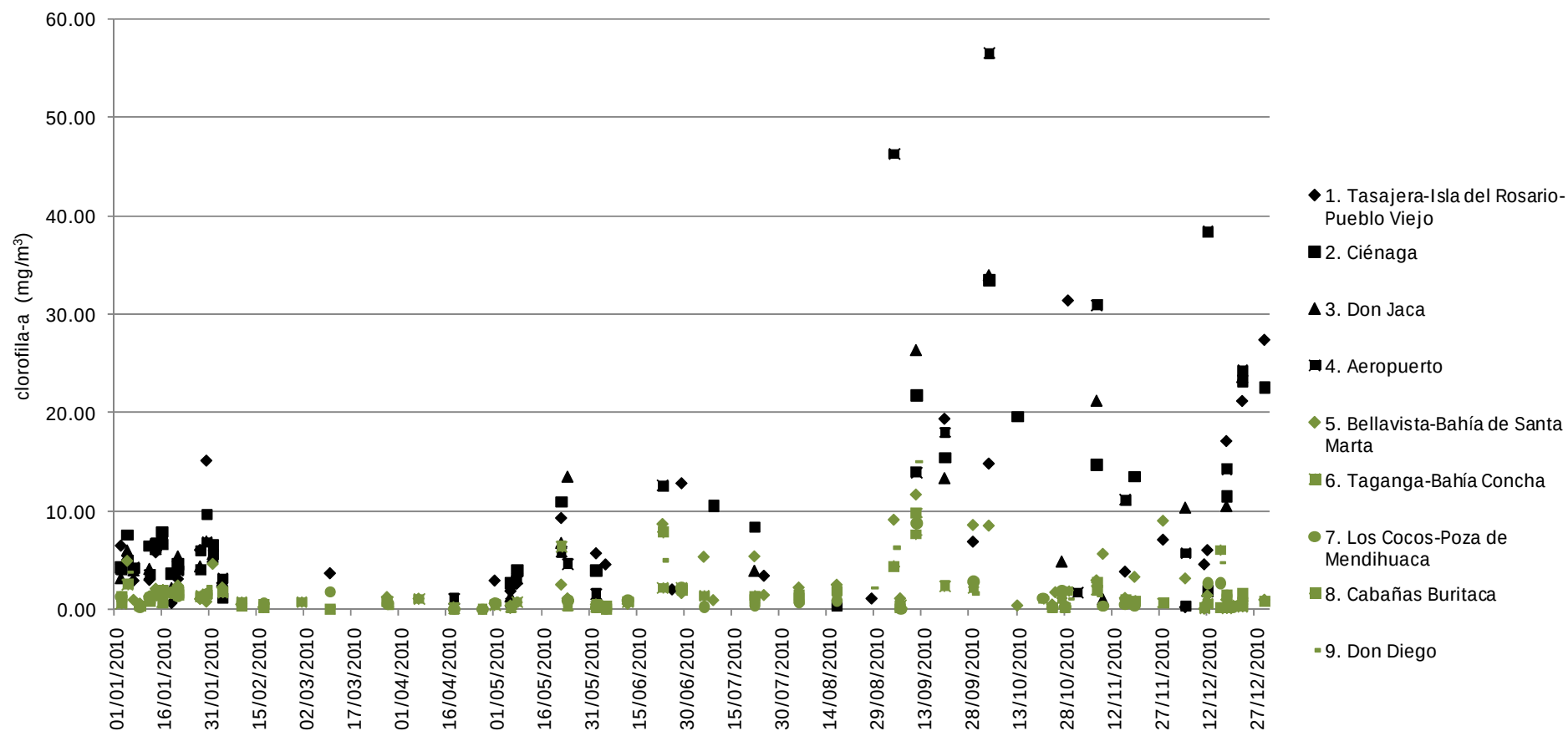


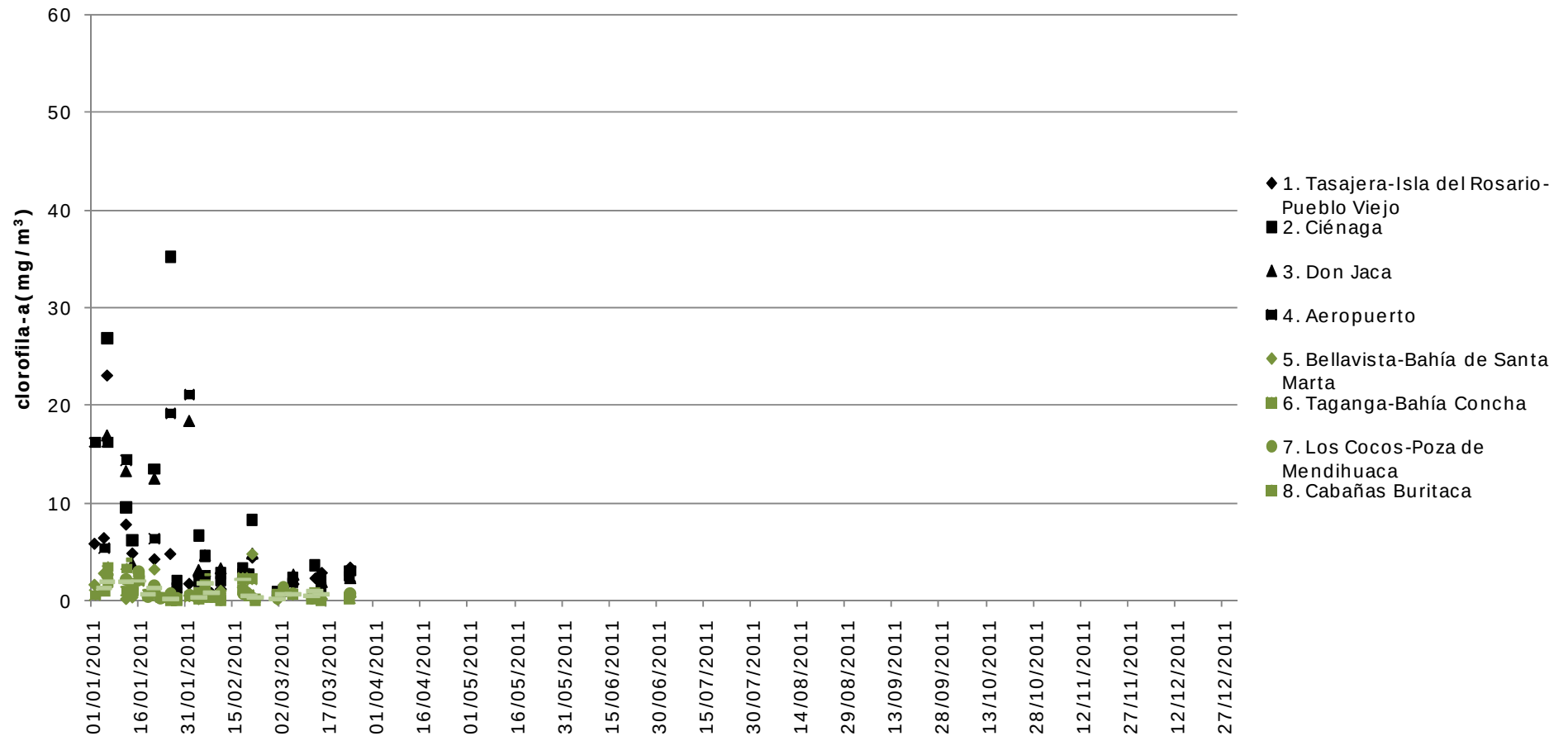
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

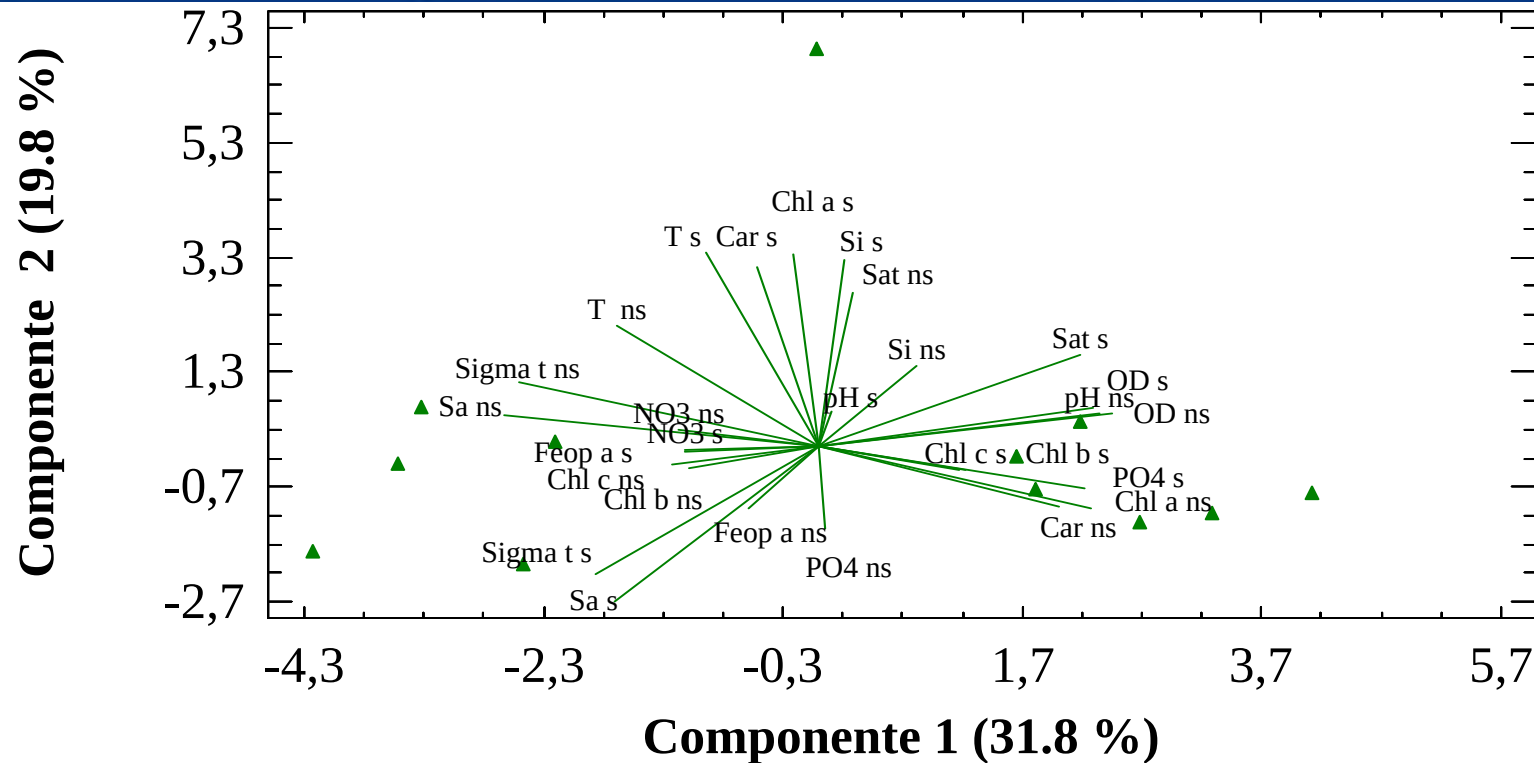




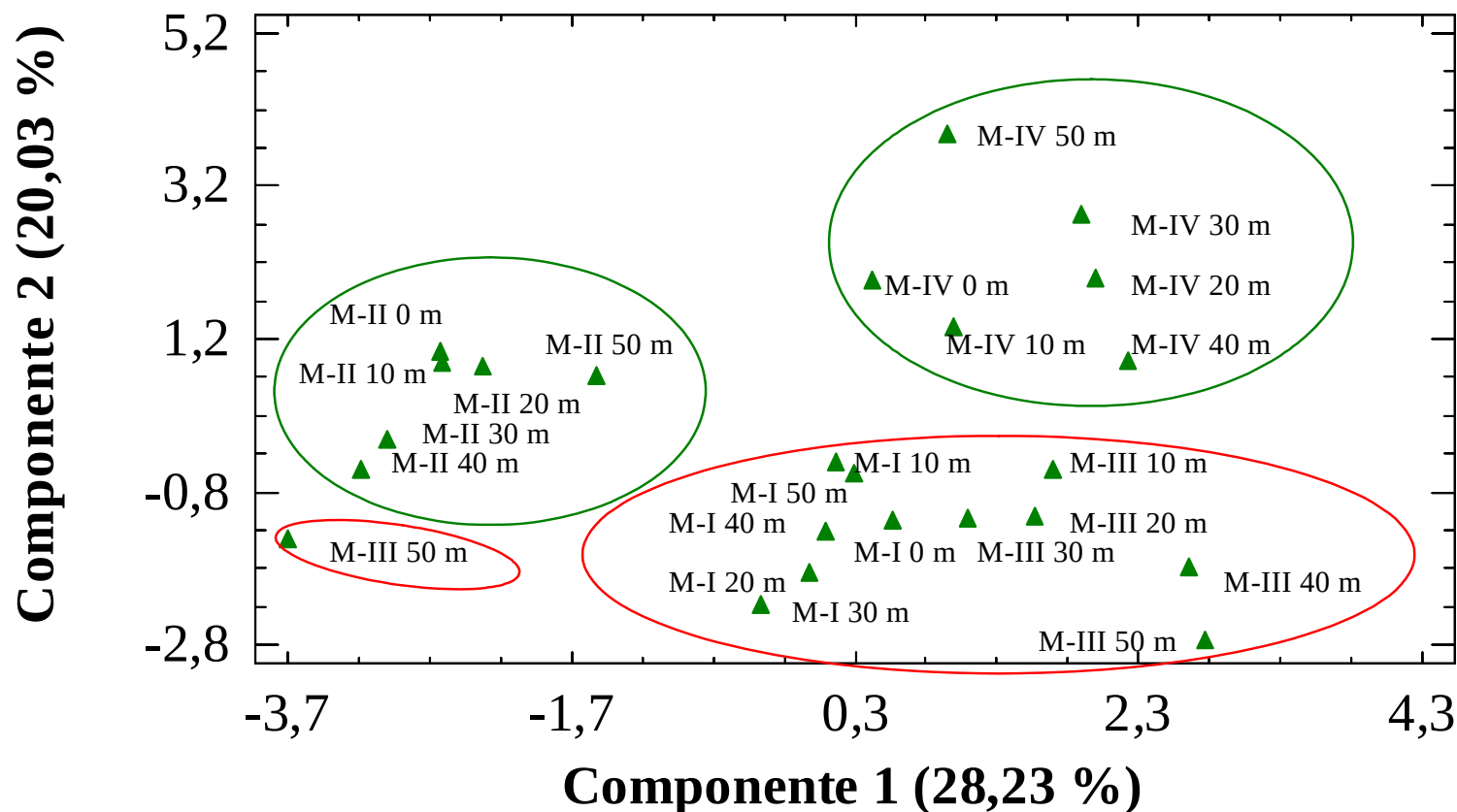
UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO







Distribución de las variables oceanográficas y biológicas en los dos primeros componentes principales. Las letras s y ns corresponden a condiciones de surgencia y no surgencia, respectivamente. T = temperatura, Sa = salinidad, pH = pH, Sigma t = densidad, OD = oxígeno disuelto, Sat = porcentaje de saturación de oxígeno, NO₃ = nitratos, PO₄ = fosfatos, Si = silicatos, Chl a = concentración de Clorofila a, Feop a = concentración de feopigmentos, Chl b = concentración de clorofila b, Chl c = concentración de clorofila c y Car = concentración de carotenoides.



Distribución de las sesiones de muestreo realizadas entre julio y septiembre, frente a la Ensenada de Gaira, en los dos primeros componentes principales. Las líneas rojas incluyen a los muestreos que corresponden a mediciones posteriores a eventos de surgencia (M-I y M-III) y las líneas verdes encierran a aquellas que se efectuaron en días posteriores a precipitaciones (M-II y M-IV).



	ÁREA				
CARACTERÍSTICA	California	Perú	Canarias	Benguela	Ensenada Gaira
Escala temporal	Estacional	Anual	Anual	Anual	Estacional
Escala espacial	45 ° N	5 ° S – 25 ° S	22 ° N	15 ° S	11 ° N 74 ° W
Stress viento (dinas/cm ²)	(-) 1,10 -3,48	(+) 0,00 -1,74	(-) 1,55 -3,44	(+)	(-) 1,20
Profundidad termoclina (m)	100 – 200	50 - 75	100 - 200	100 - 200	40 – 50
Plataforma	Estrecha e inclinada				
Capa de mezcla (m)	< 20	100 – 200	10 – 20		
Temperatura del agua (° C)	8,0 – 10,0	15,5 -16,5	< 16,5		26,1
Salinidad	33,6				36,0
Nitratos (µg-at-N-NO ₃ ⁻ /l)	15,0-48,3	24,5 – 24,8	7,3	6,9	8,5 – 10,2
Silicatos (µg-at-Si- Si ₂ O ₃ /l)	15,0 – 29,0	14 - 30	14 - 30		21,2 – 367,3
Biomasa fitoplanctónica (mg/m ³) Biomasa fitoplanctónica (mg/m ²)	39–49,1– 57	18,30 (43)	(64 - 200)	7,88	2,13 (17 -40)



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Referencias bibliográficas



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

CG.
C-219
Ej.1

Oceanografía de la ensenada de Gaira

– El Rodadero, más que un centro turístico en el Caribe Colombiano –

ANDRÉS FRANCO HERRERA

Facultad de Biología Marina



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

www.utadeo.edu.co



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Serie de Publicaciones Periódicas

Año 2009 - Volumen 38 (1)



Santa Marta - Colombia

ISSN: 0122-9761

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés"
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

BOLETÍN DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS

(Bulletin of Marine and Coastal Research)



Bolet. Invest. Mar. Cost. 39 (2) 293-320 ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia, 2010

DINÁMICA OCEANO-ATMÓSFERA Y SU INFLUENCIA EN LA BIOMASA FITOPLANCTÓNICA, EN LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, CARIBE COLOMBIANO

Lorena Marcela García-Hoyos, Andrés Franco-Morera, Jeimy Samanta Ramírez-Barón y Diego
Alejandro López-Carón

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Biología
Marina, Carrera 3 No. 11-60, 87 Rodadero, Santa Marta, Magdalena, Colombia. lorenagarcia2002@
hotmail.com (L.G.H.), andresfranco@utadeo.edu.co (A.F.M.).

RESUMEN

Durante los meses de febrero a junio de 2008, en las aguas costeras del departamento del Magdalena, específicamente en las bocanadas de Guina y Granate y bahía Taganga, se realizaron seis muestreos que correspondieron a las épocas climáticas seca mayor y lluviosa menor, con el fin de determinar la influencia del acoplamiento océano-atmósfera sobre la intensidad de los eventos de surgencia, considerando la variabilidad físico-química en la columna del agua comprendida entre los 0 y 60 m de profundidad y la respuesta de la comunidad fitoplanctónica medida en términos de clorofila *a*. Se evaluaron variables atmosféricas, oceanográficas y biológicas siguiendo el método estándar. De acuerdo a las condiciones océano-atmosféricas durante el periodo de estudio, se presentaron eventos de surgencia por transporte de Ekman y acción de vientos continentales durante los meses de febrero y abril, en respuesta a condiciones adecuadas para su desarrollo: velocidad promedio ($>4.0 \text{ m/s}$) y dirección del viento (variable y perpendicular a la costa). Se observaron alteraciones en las condiciones físico-químicas de la masa de agua, presentándose bajas temperaturas ($23.34 \pm 0.82 \text{ }^{\circ}\text{C}$), altas salinidades (35.3 ± 0.10) y saturación de oxígeno ($70.6 \pm 7.8 \%$). El aporte de nutrientes biogénicos fue mayor durante eventos de surgencia definiendo al sistema de carácter mesotrófico, lo que favoreció la magnitud de la biomasa fitoplanctónica con mayores concentraciones de hasta $1.80 \mu\text{g/L}$. El evento La Niña 2007/2008, que cubrió los periodos en los que se realizó la investigación, no desencadenó ninguna alteración importante sobre las condiciones típicas de eventos de surgencia.

PALABRAS CLAVES: Surgencia, Vientos alisios, Nutrientes, Mesotrófico, Clorofila *a*.

ABSTRACT

Ocean-atmosphere dynamic and their influence over the phytoplankton biomass off Magdalena department coastal zone, Colombian Caribbean. Between February and June of 2008 at inshore sites of Magdalena department, specifically in Guina and Granate inlets and Taganga Bay, six (6) field trips were done comparing the main dry and short rainy seasons. The main aim was to determine the coupled ocean-atmosphere influence on the upwelling intensity, considering the physical and



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR

293



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Serie de Publicaciones Periódicas
Año 2009 - Volumen 38 (1)



Santa Marta - Colombia
ISSN: 0122-9761

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés"
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

BOLETÍN DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS

(Bulletin of Marine and Coastal Research)



Bol. Invest. Mar. Cost. 37 (2) 131-162 ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia, 2008

CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS DE LA SURGENCIA FRENTE A LA ENSENADA DE GAIRA, DEPARTAMENTO DE MAGDALENA, ÉPOCA SECA MENOR DE 2006

Damián Leonardo Arévalo-Martínez y Andrés Franco-Herrera

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Biología Marina,
Carrera 2 No. 11-68, El Rodadero, Santa Marta, Magdalena, Colombia. damian_arevalo84@yahoo.com
(D.L.A.M.); andres.franco@utadeo.edu.co (A.F.H.)

RESUMEN

Con el propósito de determinar la influencia de la dinámica del acoplamiento océano-atmósfera sobre la presencia de eventos de surgencia por transporte de Ekman y por acción de vientos continentales, así como el posible efecto de fertilización mediante el aporte de nutrientes inorgánicos de dicho proceso sobre las aguas costeras de la ensenada de Gaira, departamento de Magdalena, durante el período climático seco menor de 2006, se realizaron mediciones de variables atmosféricas, oceanográficas y biológicas, mediante la implementación del método Eurliano. En total se efectuaron cuatro muestreos, entre los cuales dos presentaron condiciones océano-atmosféricas que evidencian la ocurrencia de eventos de surgencia en las 48 horas previas, ante la presencia de fuertes vientos provenientes del noreste (Alisios) y del continente, mientras que los otros dos presentaron características similares a aquellas que se han registrado durante la época lluviosa. Durante el estudio, tanto la velocidad como la dirección del viento presentaron valores adecuados para que se presentaran afloramientos de aguas profundas, causados por transporte de Ekman y acción de vientos continentales ($> 4.5 \text{ m/s}$, 26° y 120° , respectivamente), generando sobre las capas superficiales del océano, niveles de stress suficientes para desplazar las masas de agua costera hacia mar adentro (1.2 dinas/cm^2). En días posteriores a eventos de afloramiento se observaron anomalías en las características físicas y químicas del agua, que presentó bajas temperaturas ($26.1 \pm 1.1^\circ\text{C}$), alta salinidad (36.0 ± 0.5) y en consecuencia alta densidad ($\sigma_t 26.31 \pm 0.50$), así como bajos niveles de oxígeno disuelto ($4.04 \pm 0.29 \text{ mL/L}$) y subsaturación predominante ($84.3 \pm 6.1\%$). La concentración de nutrientes inorgánicos presentó un comportamiento relativamente homogéneo, siendo bajos durante todos los muestreos los niveles de nitratos ($0.35 \pm 0.02 \mu\text{M}$) y fosfatos ($0.30 \pm 0.01 \mu\text{M}$), mientras que la concentración media de amonio fue relativamente alta ($1.08 \pm 0.11 \mu\text{M}$). Por el contrario, los niveles de nitratos fueron altos durante todos los muestreos, correspondiendo los mayores valores a aquellos bajo el influjo de la surgencia ($9.48 \pm 0.49 \mu\text{M}$), aunque la variación no fue estadísticamente significativa. La biomasa fitoplanctónica respondió moderadamente a la fertilización, con concentraciones de clorofila *a* cercanas a $0.54 \pm 0.50 \text{ mg/m}^3$, siendo menores a las registradas durante muestreos en los cuales se presentó influencia fluvial. No obstante, al examinar la relación clorofila *a* / feopigmento *a*, se encontró que es predominantemente superior a 1, indicando la presencia de comunidades





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO

XII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar - XII COLACMAR
Puntarenas, 15 a 19 de abril de 2007

LA SURGENCIA COSTERA DEL CARIBE SURORIENTAL: ¿UN SISTEMA OLIGOTRÓFICO O MESOTRÓFICO?

Franco-Herrera¹, A.; Arevalo-Martínez¹, D.; Cepeda-Mercado¹, A.; Torres-Sierra¹, E.; Sanjuan-Muñoz¹, A.

¹Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta, Facultad de Ciencias Naturales, Programa de Biología Marina, Dirección de Investigaciones, Dirección postal: Carrera 2 No. 11-58, Edificio Mundo Marino, El Rodadero, Santa Marta, Colombia. Correo electrónico de correspondencia: andres.franco@udelo.edu.co

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la capacidad de fertilización de la surgencia del Caribe sur oriental frente a la costa central de Colombia y su efecto sobre la comunidad fitoplanctónica, base de la red trófica marina, se realizaron cinco muestreos en la capa de mezcla (0-50 m) donde se evaluó el acoplamiento océano-atmósfera (velocidad, dirección y stress del viento), 15 variables físico-químicas en la columna de agua y la composición y abundancia fitoplanctónica en términos de densidad y concentración de clorofila-a. Los resultados indican que el afloramiento de aguas intermedias del Atlántico norte en el área es por transporte de Ekman y acción de vientos continentales, el cual aporta altas concentraciones de NO_3^- que favorecen el crecimiento fitoplanctónico principalmente de diatomeas con densidades entre 47 y 205 cells y niveles de clorofila-a de hasta $5.45 \mu\text{g/L}$. Estas elevadas concentraciones son similares a aquellas encontradas en otras surgencias del océano Atlántico tropical y sur, pero están por debajo de los florecimientos fitoplanctónicos que se registran en las surgencias del océano Pacífico. De esta forma, el afloramiento del Caribe sur oriental presenta características químicas y biológicas de tipo mesotróficas más que de condiciones oligotróficas.

Palabras clave: Caribe, fitoplancton, fertilización.

INTRODUCCIÓN

El ecosistema de surgencia del Caribe sur oriental frente a las costas norte y centro del Caribe colombiano, ha sido considerado como un área de afloramiento oligotrófico, donde las aguas intermedias y profundas del Atlántico norte, no fertilizan con altas concentraciones de nutrientes. Esto es debido a que las masas de aguas de la circulación termohalina propuesta por Broecker, no han presentado un amplio recorrido desde su zona de hundimiento en el mar de Noruega y por lo tanto, la acumulación de compuestos inorgánicos preformados es aún baja (POST et al., 1990). Sin embargo, nueva evidencia obtenida para la zona en la capa de mezcla (0-50 m), sugiere que este sistema puede sostener altas concentraciones de fitoplancton marino (FRANCO-HERRERA, 2005; FRANCO-HERRERA et al., 2006), lo cual estaría fundamentado en una alta oferta de nutrientes en el medio. De esta forma, el objetivo de esta investigación fue evaluar los eventos de acoplamiento océano-atmósfera que influyen en el desarrollo de afloramientos y determinar el impacto en las características físicas, químicas y biológicas de la columna de agua, haciendo especial énfasis en la comunidad fitoplanctónica. Esto con el fin de responder la pregunta: ¿Es la surgencia del Caribe centro colombiano, un sistema oligotrófico/mesotrófico que soporta bajas/altas concentraciones de biomasa fitoplanctónica?

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron cinco campañas oceanográficas entre julio y diciembre de 2006, frente a la plataforma continental del Caribe centro colombiano ($11^{\circ} 12' 30'' \text{ N}$ y $74^{\circ} 15' 00'' \text{ W}$) sobre las isobatas de 100 y 150 m, siguiendo el método Eurléano. Se analizó la velocidad (v), dirección (θ) y stress del viento (τ), obtenida de una estación meteorológica portátil Weather Wizard III, ubicada a 10 m de altura, así como su impacto a lo largo de la columna de agua, a partir del modelo de espiral y profundidad de Ekman (E., POND y PICKARD, 1983). Los campos de vientos locales se corroboraron con los patrones globales para la cuenca del Caribe comparándolos con la información satelital procesada del espectro de luz infrarrojo y visible del GOES-West y GOES-East para las variables humedad relativa y campos de vientos desde 600 a 950 mb (CIMSS, 2006). Paralelamente, se obtuvieron muestras de agua a 0, 10, 20, 30, 40 y 50 m de profundidad, cubriendo la totalidad de la capa de mezcla. Se evaluó para cada profundidad la temperatura, salinidad, pH con una sonda

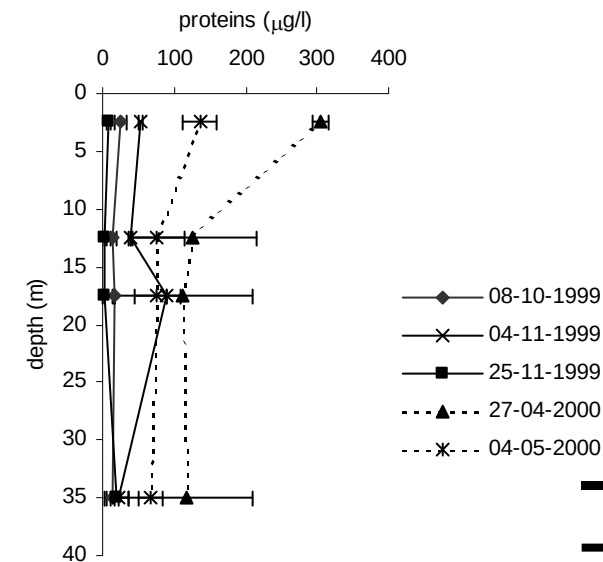
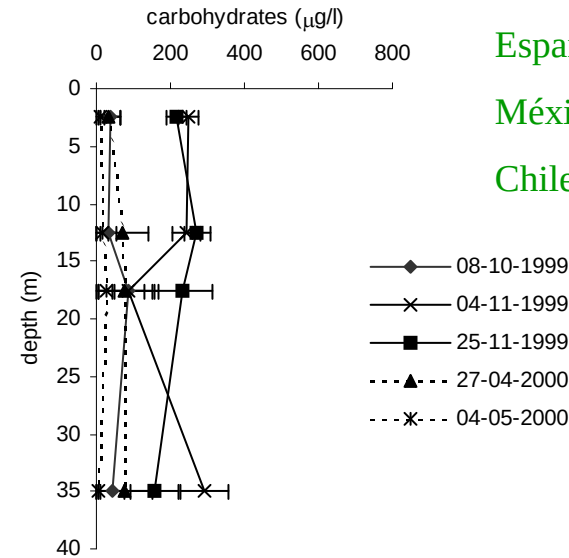
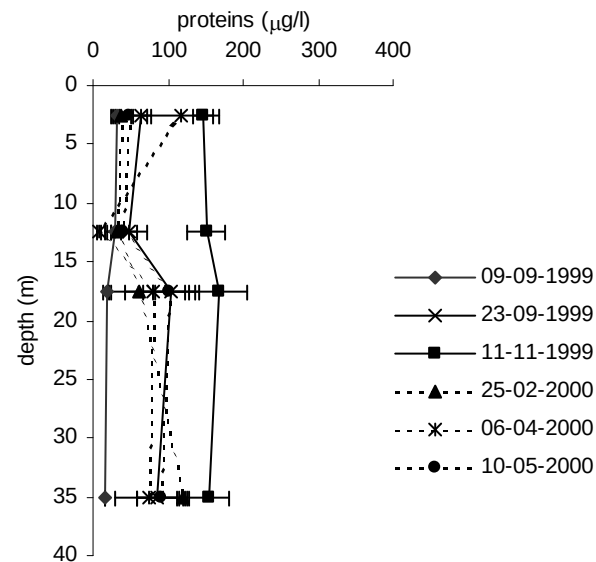
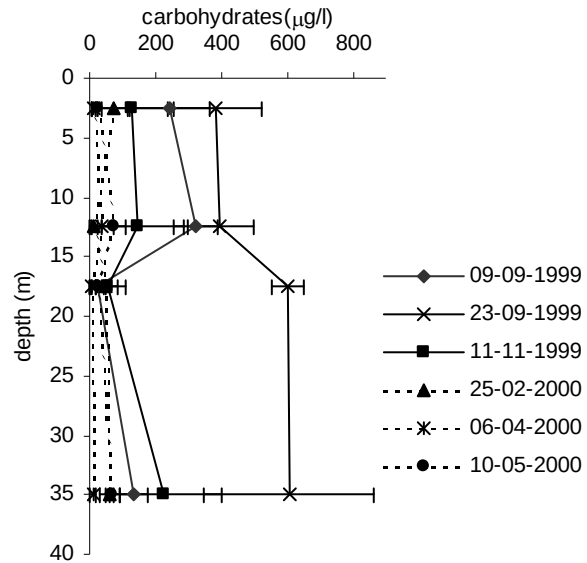


**Hipótesis de
Variabilidad
Estacional en el
Trópico**

VARIABLES	RANGO DE TALLAS
Temperatura	
Salinidad	
Densidad	
Coeficiente de extinción	
Clorofila <i>a</i>	Picofitoplancton Nanofitoplancton Microfitoplancton < 2.0 μm
Carbohidratos (MOP)	2.0 - 20.0 μm > 20.0 μm
Proteínas (MOP)	< 2.0 μm 2.0 - 20.0 μm > 20.0 μm
Fitop. - Composición	> 55 μm
Fitop. - Densidad cél.	
Mesozoop. - Composición	
Mesozoop. - Densidad ind.	> 250 μm
Mesozoop. - Grupos tróficos	



Golfo de Salamanca



España, Camps & Arias 1996

México, Lechuga *et al.* 1989

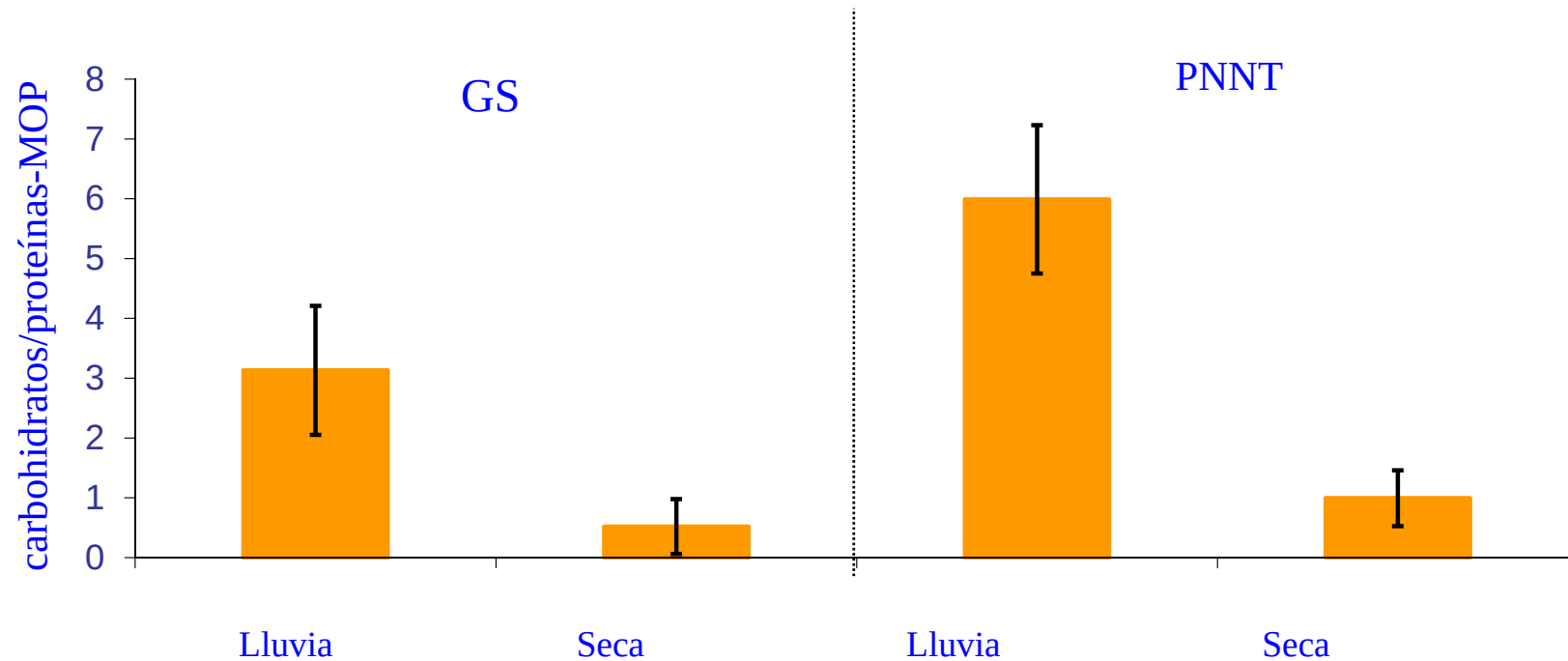
Chile, Peterson *et al.* 1988.

Parque Tayrona

———— Lluvia
----- Seca



Razón Carbohidratos:Proteínas de la MOP



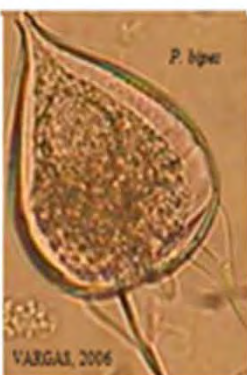
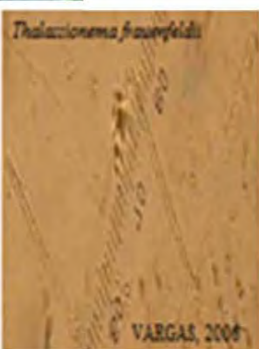
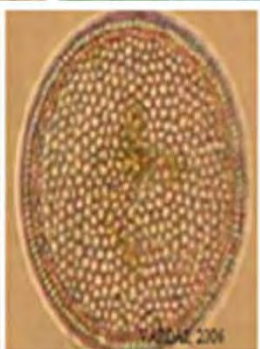
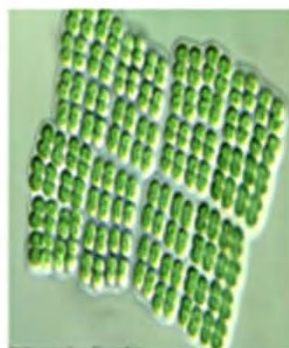


Taxa, densidades y porcentajes relativos de abundancia del fitoplancton (> 55 µm)

Total: 41 géneros	GS		PNNT	
	Lluvia ↑	Seca ↓	Lluvia ↑	Seca ↓
Fitoplancton				
Número de taxa (géneros)	30	13	31	18
Densidad media total (ind m ⁻²) (error estándar)	46126.7 (16977.6)	984.7 (414.1)	21877.5 (18787.2)	1296.0 (803.2)
Taxa (% de abundancia relativa)				
Heterokontophyta (Diatomeas)	99.30	99.38	98.12	100.00
Dinophyta	0.14	0.44	1.18	
Cyanophyta	0.35	0.08	0.35	
Chlorophyta	0.21	0.10	0.35	
Géneros representativos	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Bacteriastrium</i> <i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>Chaetoceros</i> <i>Guinardia</i> <i>Navicula</i> <i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Bacteriastrium</i>	<i>Chaetoceros</i> <i>Leptocylindrus</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Pseudo-nitzschia</i>

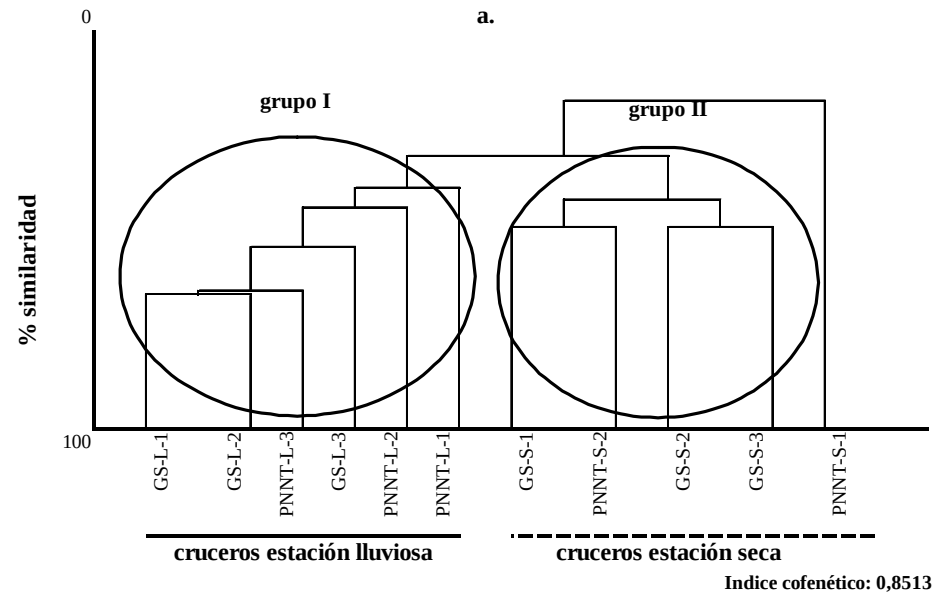


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

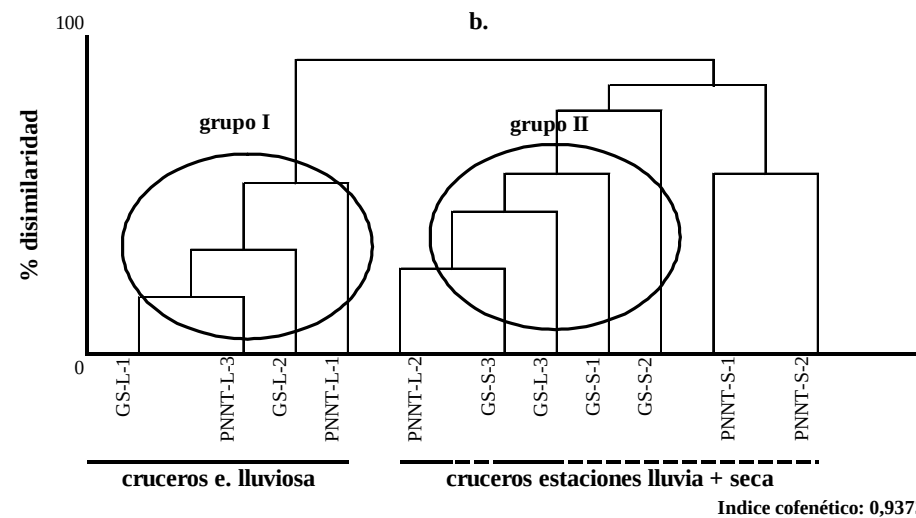


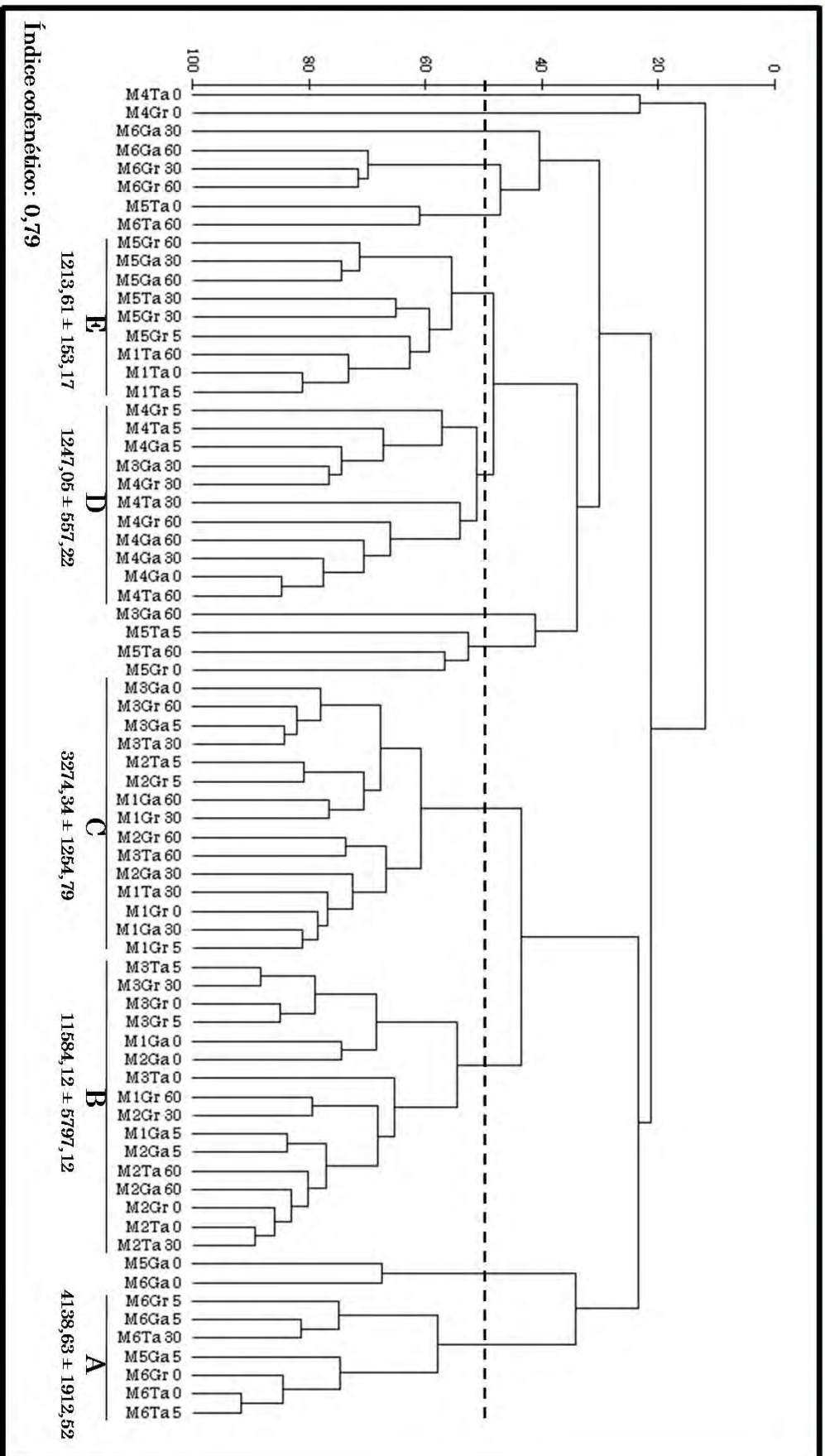


Análisis de clasificación de Jaccard



Análisis de clasificación de Bray- Curtis





Análisis Inverso de Kaandorp

Géneros característicos por estación climática		
	Lluvia	Seca
<i>Chaetoceros</i>	771,82** +/- 216,89	23,70 +/- 9,72
<i>Skeletonema</i>	243,45** +/- 67,18	1,26 +/- 0,67
<i>Bacteriastrium</i>	66,68** +/- 14,64	1,87 +/- 1,38
<i>Pseudo-nitzschia</i>	48,51** +/- 1,21	5,70 +/- 3,25
<i>Guinardia</i>	29,12** +/- 12,12	2,10 +/- 1,01
<i>Thalassionema</i>	16,45** +/- 8,36	0,88 +/- 0,21
<i>Thalassiotrix</i>	6,32** +/- 1,13	0,94 +/- 1,56
<i>Hemiaulus</i>	5,57** +/- 1,70	0,24 +/- 0,19
<i>Navicula</i>	4,92** +/- 0,77	0,89 +/- 0,35
<i>Nitzschia</i>	4,78** +/- 1,40	0,40 +/- 0,11
<i>Synedra</i>	4,00** +/- 1,44	0,22 +/- 0,13
<i>Rhizosolenia</i>	2,74** +/- 0,54	1,08 +/- 0,45
<i>Coscinodiscus</i>	1,92** +/- 0,66	0,14 +/- 0,10
<i>Protoperidinium</i>	1,14** +/- 0,51	0,06 +/- 0,07
<i>Ceratium</i>	0,69** +/- 0,35	0,04 +/- 0,07
<i>Gonyaulax</i>	0,59** +/- 0,35	0,14 +/- 0,07
<i>Pyrophacus</i>	0,39** +/- 0,26	0,09 +/- 0,01
<i>Odontella</i>	0,39** +/- 0,16	0,10 +/- 0,12
<i>Oscillatoria</i>	0,36** +/- 0,20	0,15 +/- 0,08
<i>Dictyocha</i>	0,27** +/- 0,15	0,09 +/- 0,07
<i>Amphora</i>	0,24** +/- 0,14	0,05 +/- 0,09
<i>Leptocylindrus</i>	0,23 +/- 0,24	0,97** +/- 0,69
<i>Nostoc</i>	0,16** +/- 0,08	0,04 +/- 0,08
<i>Licmophora</i>	0,16** +/- 0,17	0,05 +/- 0,08
<i>Prorocentrum</i>	0,12** +/- 0,13	0,05 +/- 0,07



Sp. estuarinas

- *Neodelphineis*
- *Asterionella*
- *Anabaena*
- *Corethron*
- *Scenedesmus*
- *Lithodermium*
- *Merismopedia*
- *Grammatophora*
- *Staurastrum*
- *Oxytoxum*
- *Calyptrella*

Géneros exclusivos - Lluvia	
	16,76*** +/- 5,83
	3,17*** +/- 1,69
	2,72*** +/- 2,83
	0,98*** +/- 0,53
	0,53*** +/- 0,22
	0,50*** +/- 0,20
	0,38*** +/- 0,40
	0,18*** +/- 0,05
	0,08*** +/- 0,08
	0,08*** +/- 0,09
	0,08*** +/- 0,08

- *Cylindrotheca*
- *Eunotia*
- *Trachyneis*
- *Dimerogramma*
- *Amphisolenia*

Géneros exclusivos - Seca	
	0,36*** +/- 0,18
	0,15***
	0,05***
	0,05***
	0,04*** +/- 0,07

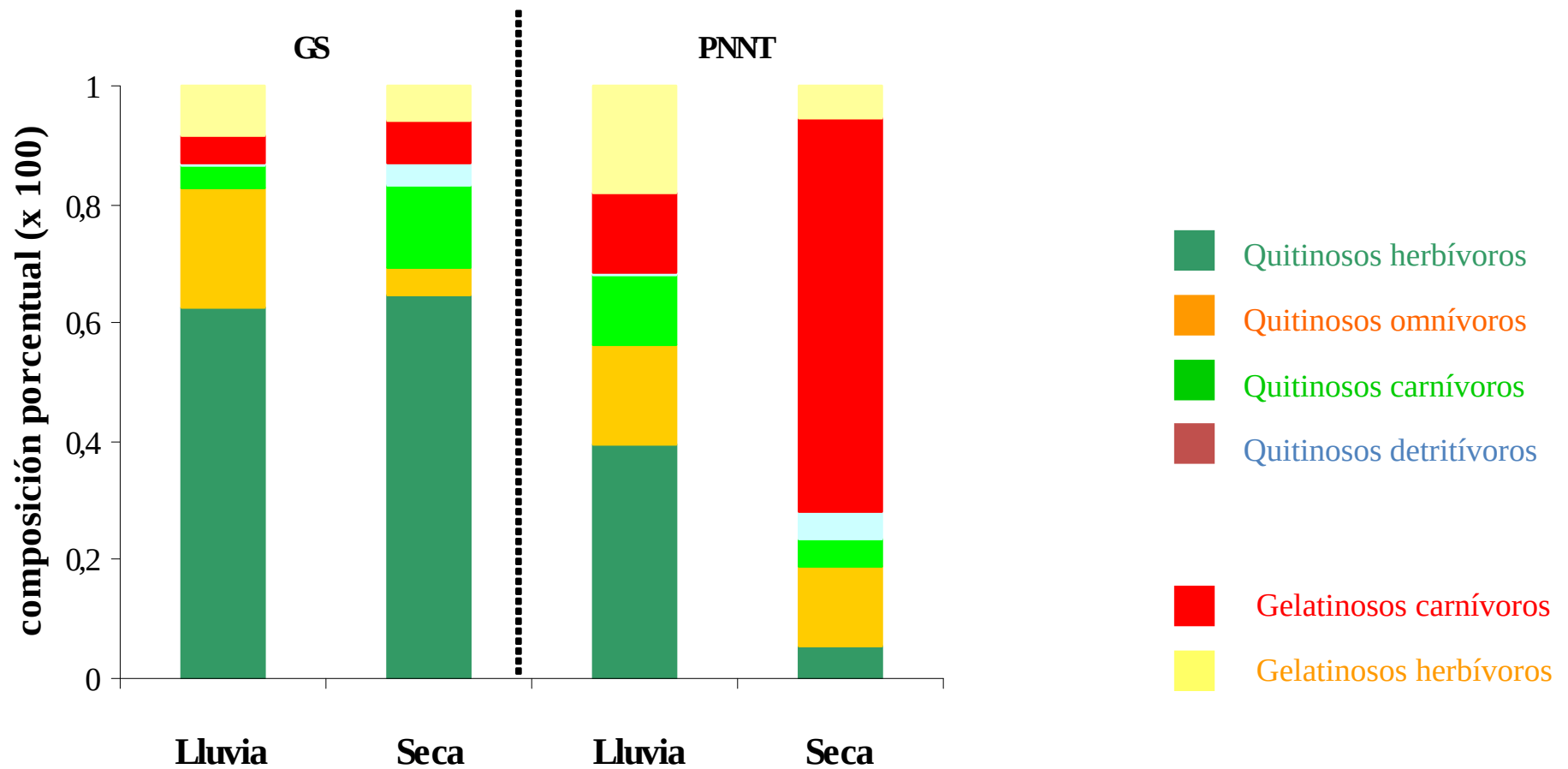


Taxa, densidades y porcentajes relativos de abundancia del mesozooplankton.

		GS		PNNT				
		Lluvia	p: 0.196	Seca	Lluvia	p: 0.003	Seca	
								
Mesozooplankton								
Densidad media total (ind m ⁻²)		215.8		445.8	2898.7		359.7	
(error estándar)		(65.9)		(168.9)	(2093.1)		(331.3)	
Taxa principales								
(% de abundancia relativa)								
Copepoda Calanoida (q-h)		54.0		63.0		20.4		3.4
Cladocera (q-h)		3.4		1.5		18.3		0.0
Decapoda-larvas (q-o)		16.1		3.4		15.6		10.1
Copepoda Ciclopoida (q-o)		3.9		14.0		11.6		4.7
Copepoda Harpacticoida (q-o)		5.5		0.2		1.2		2.3
Ostracoda (q-o)		0.2		3.9		0.3		4.8
Mysidacea (q-c)		3.8		1.2		1.4		3.2
Apendicularia (g-h)		4.0		2.8		11.9		5.1
Thaliacea (g-h)		0.2		0.4		0.1		0.3
Mollusca-larvas (g-h)		3.4		2.6		2.0		0.2
Echinodermata-larvas (g-h)		0.6		0.0		4.0		0.0
Chaetognatha (g-c)		4.5		7.0		12.2		65.9
Siphonophora (g-c)		0.2		0.0		0.0		0.0
Polychaeta-larvas (g-c)		0.1		0.0		1.0		0.0
q-h = quitinosos, herbívoros filtradores		q-o = quitinosos, omnívoros		q-c = quitinosos, carnívoros		g-h =		
gelatinosos, herbívoros		g-c = gelatinosos, carnívoros						

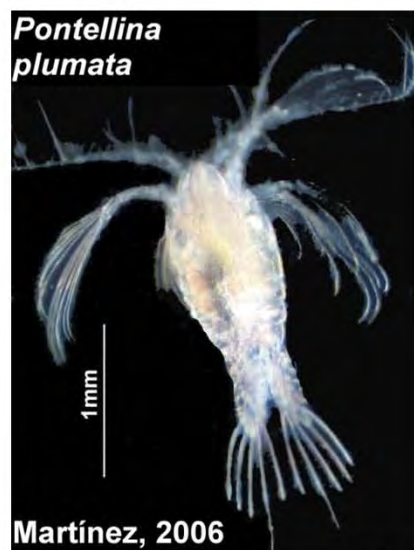
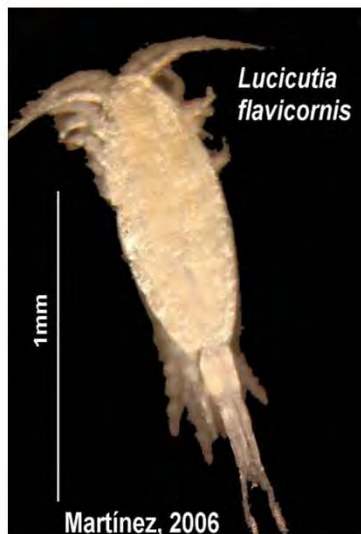


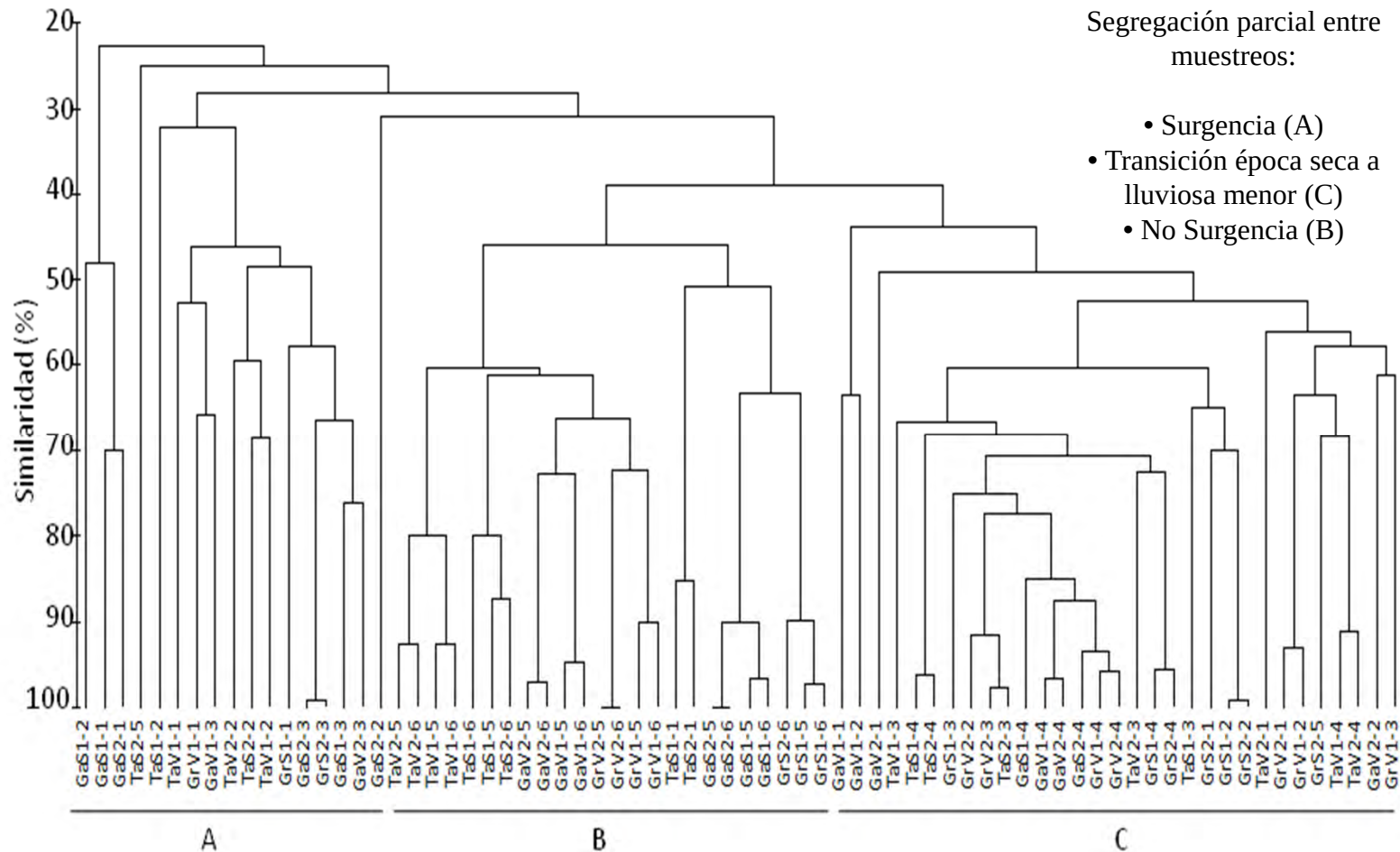
Porcentajes de abundancia relativa de los grupos tróficos del mesozooplankton





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO





Análisis de clasificación de Bray-Curtis para estimar la variación en la composición y abundancia zooplanctónica durante eventos de surgencia y no surgencia. Gr: Granate, Ta: Taganga, Ga: Gaira, S: superficial, V: vertical, 1-6: muestreos. Índice Cofenético: 0,82.

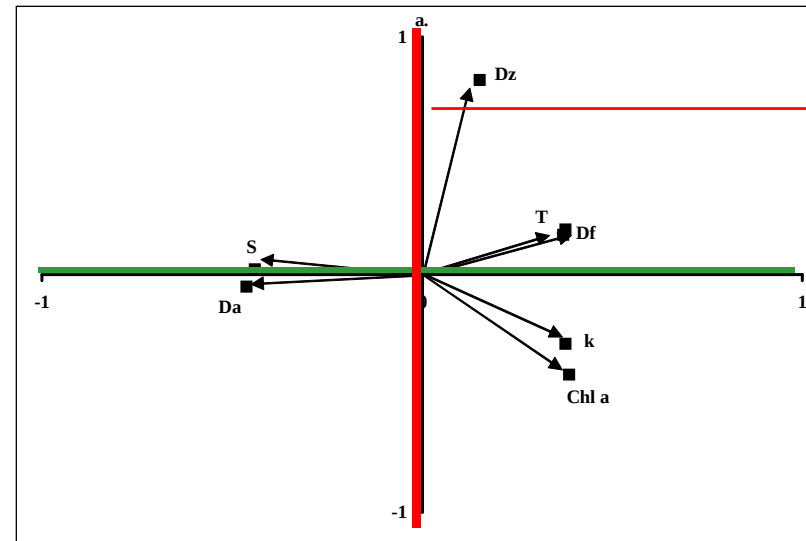


	Autor	Lugar	Biomasa seca (mg 100m ⁻³)
	De Souza <i>et al.</i> (2005)	España (Surgencia)	2330-3550
1	Piontkovski <i>et al.</i> (2003)	Atlántico Este Tropical (Surgencia)	6950-7720
2	Valdés <i>et al.</i> (2003)	Galicia-España (Afloramiento estival)	0-3000
3	Yebra <i>et al.</i> (2005)	Islas Canarias, España (Eddy Anticiclónico)	104-243
4	Hernández-León <i>et al.</i> (2004)	Islas Canarias (Bloom invernal)	188-1500
5	Calbet <i>et al.</i> (2005)	Península Antártica	0-1500
6	Van Couwelaar (1997)	Somalia (Surgencia)	1000-1500
7	González <i>et al.</i> (2000)	Corriente de Humboldt, Chile (Surgencia)	2140-2460
8	Presente estudio	Caribe centro-sur, Colombia	1,23-138,5

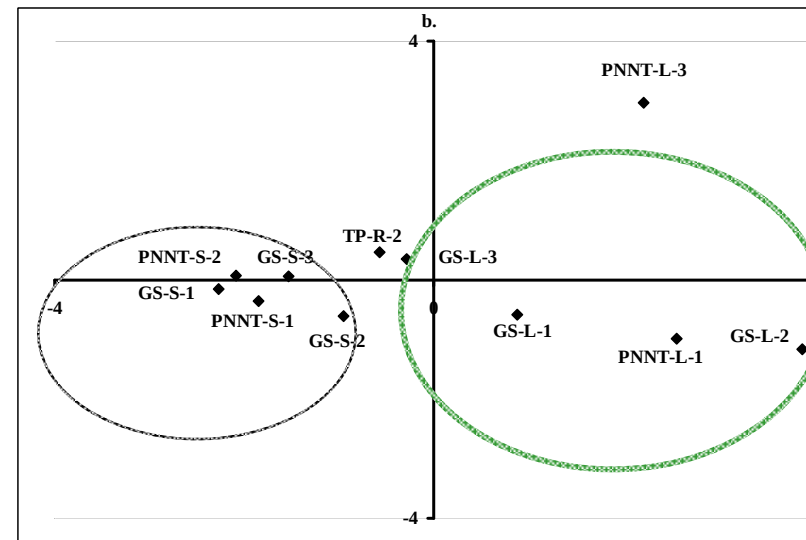


Salinidad

Chl *a*



Densidad zooplancton





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Resumen de resultados de la variación estacional en el trópico.

- ✓ Valores altos de clorofila *a* para un sistema tropical de la cuenca del Caribe.
- ✓ Variabilidad estacional marcada en características fisicoquímicas del agua y concentración de clorofila *a* del fitoplancton, carbohidratos y proteínas de la MOP, así como en los atributos estructurales del fitoplancton y mesozooplancton.
- ✓ $GS = PNNT - \text{Ambientes similares.}$



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Referencias bibliográficas



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

REVISTA

U.D.C.A

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES

ACTUALIDAD & DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

ISSN 0123-4226

27 años

REVISTA CIENTÍFICA - Diciembre 2010 - AÑO 13 No. 2 - Tarifa Postal Reducida No. 2010-427 4-72 La Red Postal de Colombia, vence 31 de Dic. 2010



PUBLICACIÓN OFICIAL DE LA UNIVERSIDAD
DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES



Artículo Científico

Franco-Herrera, A.; Torres-Sierra, E.A.: Fitoplancton en aguas de surgencia

LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA EN EL EVENTO DE SURGENCIA FRENTE AL MAR CARIBE CENTRO COLOMBIANO

PHYTOPLANKTON COMMUNITY IN THE UPWELLING EVENT OFF CENTRAL COLOMBIAN CARIBBEAN SEA

Andrés Franco-Herrera¹
Eduardo Andrés Torres-Sierra²

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la estructura de la comunidad fitoplanctónica bajo las condiciones de surgencia y no surgencia en la costa central del Caribe colombiano y establecer su condición frente a este tipo de eventos oceanográficos a escala regional, se adelantaron cuatro muestreos siguiendo el método Eurléiano, entre los meses de julio a septiembre de 2006 en la columna de agua (0-50m), dos en condiciones de surgencia y los restantes en no surgencia. Se evaluó la composición, la abundancia, la dominancia y la diversidad fitoplanctónica a partir de muestras obtenidas con botella Van Dorn y arrastres horizontales. Se encontró que el grupo dominante fueron las diatomeas, específicamente las especies de los géneros *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Coscinodiscus* y *Thalassionema*, con densidades superiores a 50 cel/L. No se detectaron claras diferencias en

la composición específica fitoplanctónica bajo las dos condiciones oceanográficas, pero sí mayores densidades de células en ausencia de surgencia. Ecológicamente, el fitoplancton se caracterizó por una alta riqueza de especies y una baja dominancia, lo que se reflejó en una alta diversidad. Desde esta perspectiva, el fitoplancton, en el sistema de surgencia analizado, se constituye en una comunidad análoga a aquellas que se encuentran en las grandes surgencias permanentes de borde occidental de los continentes.

Palabras claves: surgencia, fitoplancton, diversidad, diatomeas.

SUMMARY

To evaluate the structure of the phytoplankton community under upwelling and non-upwelling conditions in the Colombian central Caribbean coast and to establish its conditions, compared with similar oceanographic events on a regional scale, four samples, taken between July and September 2006, two in upwelling and two in non-upwelling condition, were carried out along the water column (0-50m) following the Eurléian method. Water samples with the Van Dorn bottle and horizontal tows were taken to determine phytoplankton composition, density, dominance and diversity. It was found that diatoms were the dominant group, specifically species of the genera *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Bacteriastrium* and *Thalassionema*, showing densities higher than 50 cel/L.

¹ Biólogo Marino, Doctor Oceanografía, Profesor Titular, Programa de Biología Marina, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta, Carrera 2 No. 11-68, Edificio Mundo Marino, El Rodadero, Santa Marta. PBX: + (57) 5 4229334. e-mail: andres.franco@utadeo.edu.co.

² Estudiante tesis, Programa de Biología Marina, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta, Carrera 2 No. 11-68, Edificio Mundo Marino, El Rodadero, Santa Marta. PBX: + (57) 5 4229334. e-mail: eduardotorres@fastmail.fm.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Serie de Publicaciones Periódicas
Año 2009 - Volumen 38 (1)



Santa Marta - Colombia
ISSN: 0122-9761

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés"
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

BOLETÍN DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS

(Bulletin of Marine and Coastal Research)



Bol. Invest. Mar. Cost. 39 (2) 233-263 ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia, 2010

LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA DURANTE EVEN- TOS DE SURGENCIA Y NO SURGENCIA, EN LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, CARIBE COLOMBIANO

Jeimy Samanta Ramírez-Barón, Andrés Franco-Herrera, Lorena Marcela García-Hoyos y Diego
Alejandro López

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Programa de
Biología Marina. Carrera 2, No. 11-60. Edificio Mundo Marino, El Rodadero, Santa Marta, Colombia.
samantha8462@yahoo.com (J.S.R.B.), andres.franco@utadeo.edu.co (A.F.H.).

RESUMEN

Se evaluaron algunos atributos estructurales de la comunidad fitoplanctónica en las ensenadas de Granate y Gaira y bahía de Taganga, con el fin de establecer su respuesta a cambios en la dinámica oceanográfica, modulada por pulsos de surgencia y no surgencia en la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano, en el periodo comprendido entre febrero-junio de 2008, correspondiente a época seca mayor y lluviosa menor. La velocidad del viento indicó la división de dos periodos: febrero-abril (en presencia de surgencia: S) y junio-julio (no surgencia: NS) de 2008. Para cada periodo (S-NS), se identificaron en total 51-47 géneros distribuidos en 29-28 familias, correspondiendo el 78.23-86.19 % a diatomeas céntricas, el 16.68-9.47 % a diatomeas pennadas, el 4.57-3.78 % a cianobacterias y cerca del 0.5-0.55 % a dinoflagelados, flagelados y clorofitas. Los géneros con mayor abundancia fueron *Chaetoceros* (colonial) y *Skeletonema* (colonial) alcanzando una abundancia relativa de 47-19.37 % y 8.13-60.93 %, respectivamente, con densidades superiores a 2000 cel/L. Las concentraciones de clorofila *a* ostentaron valores bajos a lo largo de las sesiones en estudio, pasando de 0.72 ± 0.47 mg/m³ durante S, a 0.15 ± 0.15 mg/m³ en NS. El Índice de Actividad Fotosintética (IAF) de 6.34 ± 5.34 , indica una alta calidad de los pigmentos o el poco pastoreo por parte del zooplancton, representando entonces un estado fisiológico óptimo en condiciones de S. En contraste, el bajo valor promedio del IAF, de 0.52 ± 0.84 propio del periodo de NS, indica un amplio declive en el estado fisiológico de la comunidad fitoplanctónica. Se evidenció un patrón de segregación temporal definido por la densidad celular de 22142.23 ± 15236.72 cel/L y 13588.58 ± 12608.455 cel/L para periodos de S y NS, respectivamente. La temperatura superficial del mar, salinidad y concentración de nitratos (0-60 m de profundidad), fueron las variables que mejor representaron la variabilidad de los periodos climáticos e influenciaron significativamente la estructura de la comunidad fitoplanctónica.

PALABRAS CLAVES: Fitoplancton, Surgencia, Caribe colombiano, Clorofila *a*, Diversidad.





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Carrera 4 No. 22-61 Bogotá D.C. - Colombia
www.ualto.edu.co

RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN - ISSN 2027-0291
Vol. 1 N° 4

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA

COMPOSICIÓN Y BIOMASA ZOOPLANCTÓNICA EN EL SISTEMA DE SURGENCIA DE LA ENSENADA DE GAIRA, CARIBE COLOMBIANO.

AMANCAY DE AZACAMA CORDERO MERCADO Y ANDRÉS FRANCO HERRERA

COMITÉ DE INVESTIGACIONES:

JOSÉ FERNANDO BAZA DELGADO - RECTOR
DIOGENES CAMPOS ROBERTO - VICERRECTOR ACADÉMICO
MANUEL GARCÍA VALDEBAMA - DIRECTOR DE INVESTIGACIONES
HENRY JARAMILLO MEJÍA - VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO
ALBERTO SALDARRIAGA ROA - DECANO FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS, ARTE Y DISEÑO
SALVADOR KALMANOWITZ KRAUTER - DECANO FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS-ADMINISTRATIVAS
DIOGENES CAMPOS ROBERTO - DECANO FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES

DIRECTOR DE PUBLICACIONES (p): Jaime Melo Castiblanco

CORRECCIÓN DE TEXTOS: Andrés Londoño Londoño y Henry Colmenares Melgarejo
CONCEPTO GRÁFICO Y DISEÑO DE PORTADA: Felipe Duque Rueda
DISEÑO Y GRÁFICOS: Mary Lilia Molina Bernal

Impresión digital: Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.

Reservados todos los derechos
2008 © Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Impreso en Colombia



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Serie de Publicaciones Periódicas

Año 2009 - Volumen 38 (1)



Santa Marta - Colombia

ISSN: 0122-9761

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés"
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

BOLETÍN DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS

(Bulletin of Marine and Coastal Research)



Bolet. Invest. Mar. Cost. 38 (1) 85-103 ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia, 2009

LA COMUNIDAD DE COPÉPODOS EN LAS ISLAS DE PROVIDENCIA Y SANTA CATALINA (CARIBE COLOMBIANO) DURANTE EL PERÍODO LLUVIOSO (OCTUBRE) 2005

Maria del Pilar Martínez-Barragán¹, Andrés Franco-Herrera A.², Jairo Medina-Calderón³
y Adriana Santos-Martínez³

¹ Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Carrera 4 No. 21-61, Bogotá, Colombia
martinezmp@yahoo.es

² Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta, Facultad de Ciencias Naturales,
Programa de Biología Marina, Carrera 2 No. 11-68, Edificio Mundo Marino, Santa Marta, Colombia.
andresfranco@utadeo.edu.co

³ Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Caribeños, Sede Caribe, San Andrés Isla,
Colombia. jmedina@unal.edu.co (J.M.C.), asantos@unal.edu.co (A.S.M.)

RESUMEN

Con el fin de contribuir al conocimiento de la comunidad zooplanctónica, en particular de la subclase Copepoda en las islas de Providencia y Santa Catalina (Caribe colombiano), se analizaron 47 estaciones en el mes de octubre de 2005 (época lluviosa). Se encontraron en total 42 especies pertenecientes a los órdenes Calanoida, Pseudoscalanoida, Cyclopoida, Harpacticoida y Siphonostomatoida, de las cuales *Clausocalanus arcuicornis*, *C. furcatus*, *Calocalanus pavo*, *C. contractus*, *Pontella securifer*, *Lucicutia flavicornis*, *Subeucalanus mucronatus*, *Rhincalanus cornutus*, *Pareucalanus sewelli*, *Centropages bradyi*, *Acartia tonsa*, *Lubboeckia squillimana*, *Sapphirina tropica*, *Euterpina* sp. y *Caligus* sp., fueron nuevos registros para las islas. Su distribución espacial y abundancia estuvieron influenciadas principalmente por la entrada de la Corriente Ecuatorial del Caribe, el paso de los huracanes Wilma y Beta en el Caribe colombiano y la presencia de aguas terribles en el lado oeste de las islas.

PALABRAS CLAVE: Copepodos, Distribución, Composición, Providencia y Santa Catalina.

ABSTRACT

The copepod community at Providencia and Santa Catalina islands (Colombian Caribbean), during a rainy season (October) 2005. In order to contribute to the zooplanktonic community knowledge, particularly the Copepoda subclass at Providencia and Santa Catalina Islands (Colombian Caribbean), 47 zooplankton samples got in October 2005 (rainy season) were analyzed. 42 species from Calanoida, Pseudoscalanoida, Cyclopoida, Harpacticoida and Siphonostomatoida orders were found. *Clausocalanus arcuicornis*, *C. furcatus*, *Calocalanus pavo*, *C. contractus*, *Pontella*



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Serie de Publicaciones Periódicas

Año 2009 - Volumen 38 (1)



Santa Marta - Colombia

ISSN: 0122-9761

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés"
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

BOLETÍN DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS

(Bulletin of Marine and Coastal Research)



Bol. Invest. Mar. Cost. 36 327-332 ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia, 2007

NOTA:

LARVAS PLANCTÓNICAS DE LOFOFORADOS EN LA BAHÍA DE GAIRA, MAGDALENA, CARIBE COLOMBIANO

Guerly Ávila-de Tabarés, Oscar Martínez-Ramírez y Andrés Franco-Herrera

Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, D.T.C.H. E-mail: tabaresavila@hotmail.com (GAT); osmaraz@
gmail.com (OMR); andres.franco@utadeo.edu.co (AFH)

ABSTRACT

Planktonic larvae of lophophorians in Gaira Bay, Magdalena, Colombian Caribbean. Four lophophorian larvae belonging to four genera of the phyla Brachiopoda, Bryozoa and Phoronida, are reported for the first time for the Colombian Caribbean in the Magdalena region off Gaira Bay.

PALABRAS CLAVES: Lofoforados, Larvas planctónicas, Actinotroca, Cifonautia, Caribe colombiano.

Los phyla Bryozoa (Ectoprocta), Phoronida y Brachiopoda conforman el grupo de lofoforados, los cuales son microplanktonófagos y filtradores de partículas en suspensión y por ende hacen parte fundamental de las redes tróficas marinas. Los adultos son bentónicos, viven fijos a un sustrato o enterrados en la arena o en el lodo y sus exoesqueletos son primordiales en el estudio de fósiles (Ruppert y Barnes, 1996). Existen amplios estudios taxonómicos para los adultos; sin embargo, la documentación a nivel específico para sus larvas en particular para las de vida pelágica, es escasa.

El presente estudio se efectuó en cinco estaciones de la Bahía de Gaira (Figura 1), durante las épocas climáticas seca y lluviosa, del periodo 2000-2002, realizándose 70 arrastres superficiales, diurnos y nocturnos con una red zooplanctónica de 256 µm de poro de malla. Las muestras obtenidas, preservadas y almacenadas en formol neutro al 5 %, fueron analizadas en su totalidad en el laboratorio de microscopía de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL), separando los zooplanctones en diferentes grupos taxonómicos, para su posterior clasificación. El objetivo principal de este estudio es aportar información sobre la presencia y la morfología de las larvas planctónicas de lofoforados presentes en el área, como un primer paso para identificar la importancia ecológica de éstos grupos poco conocidos.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



Caribbean Journal of Science
AN INTERNATIONAL JOURNAL OF CARIBBEAN NATURAL SCIENCE

CARIBBEAN JOURNAL OF SCIENCE

Vol. 42 (ISSN 0008-6452) No. 1, 2006

Articles:

- Archaeal Influences in the Origins and Development of Taino Societies ...William F. Keegan 1
Prehistoric Exploitation of the Swamp Palm (*Raphia taedigera*: *Arecaceae*) at Sitio Drago, Isla Colón, Bocas del Toro Province Panama ...Thomas A. Wake 11
The Environmental Significance of *Archaeus angulatus* (Mollusca, Foraminifera) in Sediments Around Nevis, West Indies ...Brent Wilson 20
Plankton Dynamics in the South-Central Caribbean Sea: Strong Seasonal Changes in a Coastal Tropical System ...Andrés Franco-Herrera, Leonardo Castro and Paulo Tigreros 24
A Checklist and Seasonal Account of the Deepwater Rhodophyta around Cozumel Island on the Caribbean Coast of Mexico ...Luz Elena Matro-Cid, A. Catalina Mendoza-González, and Richard B. Searles 39
Phytosociology of Vascular Plants on an International Biosphere Reserve: Virgin Islands National Park, St. John, US Virgin Islands ...Sonia N. Chowdhury, Thomas J. Brandeis, and Britta P. Dimick 53
Vegetation Response to Grazing and Planting of *Leucaena leucocephala* in a *Urochloa* maximum-dominated Grassland in Puerto Rico ...John K. Francis and John A. Parrott 67
Flower Phenology and Sexual Maturation: Partial Protandrous Behavior in Three Species of Orchids ...Raymond L. Tremblay, Graciela Pomales-Herrández, and María de Lourdes Méndez-Cintrón 75
Effects of Hurricane Georges on the Resident Avifauna of Maricao State Forest, Puerto Rico ...Adrienne G. Tossas 81
The Herpetofauna of the Rainforests of Honduras ...Larry D. Wilson and Josiah H. Townsend 88
Echolocation Behavior of *Brachyphylla nana* (Chiroptera: Phyllostomidae) under Laboratory Conditions ...Silvio Macías, Emanuel C. Mora, Adrián García, and Yarelys Macías 114
The Echolocation Repertoire of *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Cuba ...Aníbal Rodríguez and Emanuel C. Mora 121
- Notes**
Geographic Distribution and Some Taxonomic Comments of *Micromycteris schmidtorum* Sanborn (Chiroptera: Phyllostomidae) in Mexico ...Enrique Escobedo-Cabrera, Livia León-Paniagua, and Joaquín Arroyo-Caballero 129
Northeastern Honduras and the Systematics of the Colubrid Snake *Scaphiodontophis* ...James R. McCranie 136
Site Fidelity and Movement of the Parrotfishes *Scarus coeruleus* and *Scarus taeniopterus* at Conch Reef (northern Florida Keys) ...James Lindholm, Ashley Knight, Les Kaufman, and Steven Miller 138
Length and Asymmetry in Naturally and Sexually Selected Bilateral Traits in *Melospiza* Hummingbirds ...Michael Halsey 144
- Book Review**
Caribbean Paleodemography: Population, Culture History, and Sociopolitical Processes in Ancient Puerto Rico ...By L. Antonio Curet. Reviewed by Michelle J. Lefebvre 147
Errata 149

www.caribjsci.org



Caribbean Journal of Science, Vol. 42, No. 1, 24-56, 2006
Copyright 2006 College of Arts and Sciences
University of Puerto Rico, Mayaguez

Plankton Dynamics in the South-Central Caribbean Sea: Strong Seasonal Changes in a Coastal Tropical System

ANDRÉS FRANCO-HERRERA^{1,*}, LEONARDO CASTRO² AND PAULO TIGREROS¹

¹Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Carrera 2, No. 11-68. Edificio Mundo Marino, Rodadero Santa Marta, Colombia.

²Laboratorio de Oceanografía Pesquera y Ecología Larval (LOPEL), Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile. *Corresponding author: andres.franco@utadeo.edu.co

ABSTRACT.—Between September 1999 and May 2000, seasonal changes of plankton communities were assessed in two contrasting tropical systems: Salamanca Gulf and Tayrona Natural National Park at the coastal, south-central Colombian Caribbean Sea. We measured hydrographic characteristics of the water column, size fractionated phytoplankton biomass, protein/carbohydrate ratios (P/C) of the particulate organic material, phytoplankton (>55 µm), and mesozooplankton composition and density. Between zones no change was detected in water column characteristics, but there were changes among seasons (rainy and dry) in both areas. High chlorophyll *a* concentrations in the phytoplankton community prevailed during both seasons. The phytoplankton taxonomic composition, mesozooplankton assemblages, as well as P/C ratio, differed between seasons. This variability was derived from differences in fresh and brackish water input to the continental shelf (rainy season) and potentially upwelling (dry season). Although differences in the intensity of the oceanographic processes, Salamanca Gulf and Tayrona Natural National Park varied similarly by climatic season. Our results showed strong seasonal differences in the plankton community, contrasting with the general perspective of tropical Caribbean systems where plankton communities are usually considered of low variability and concentration all year long.

KEYWORDS.—Chlorophyll *a*, phytoplankton, mesozooplankton, Colombian coast

INTRODUCTION

Tropical marine environments are traditionally considered oligotrophic with very low seasonal variability (Burford et al. 1995). However, more recent studies have challenged this conception with new information on the relative importance of river input (Webber and Roff 1996), precipitation (Arias and Durán 1984), and occasional localized coastal upwelling along some tropical coasts on the continental shelf (Philips and Badyaluk 1996). Currently, high chlorophyll *a* concentrations and changes in the phytoplankton and zooplankton communities are known to occur in coastal tropical areas on a seasonal basis. As observed in other areas, other changes in plankton community characteristics, such as size struc-

ture and chemical content (Nitrogen/Carbon), are expected in tropical waters on a seasonal basis. For instance, in coastal upwelling areas of mid latitudes, while small phytoplankton cells with high exponential growth (high protein/carbohydrate ratio) have been detected in the early upwelling phases, larger cells or even cells with some evidence of senescence (low protein/carbohydrate) can be observed during the late stages of the upwelling season (Barlow 1982; Moloney and Field 1991; Marañón and Fernandez 1995; Gómez et al. 1997). Along with these changes, seasonal variations in the zooplankton community, dominant trophic groups, and the pathways in the food web have also been reported in many coastal areas and are expected in tropical coastal zones.

The south-central shelf of the Colombian Caribbean coast is a tropical environment where two main climatic periods are iden-

ms. received June 17, 2005; resubmitted July 30 2005; accepted November 2, 2005



**Hipótesis de Impacto
de pastoreo de *E.
subtenuis***

E. subtenuis

VARIABLES	RANGO DE TALLAS
Clorofila <i>a</i>	Picofitoplancton Nanofitoplancton Microfitoplancton
Carbohidratos (MOP)	< 2.0 μm 2.0 - 20.0 μm > 20.0 μm
Proteínas (MOP)	< 2.0 μm 2.0 - 20.0 μm > 20.0 μm
Ingestión	< 600 μm y > 600 μm
Densidad ind.	< 600 μm y > 600 μm
Constante de aclaramiento intestinal**	
Tasa de ingestión	< 600 μm y > 600 μm
Impacto de pastoreo	< 600 μm y > 600 μm





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Ingestión de *Eucalanus subtenuis*

Arrastres oblicuos integrados (0 –35 m)



Narcotización (1:5 soda-agua de mar)



Lavado



Congelación (> retención, Kleppel *et al.* 1988)



EutipoI – pequeños (< 600 μm)

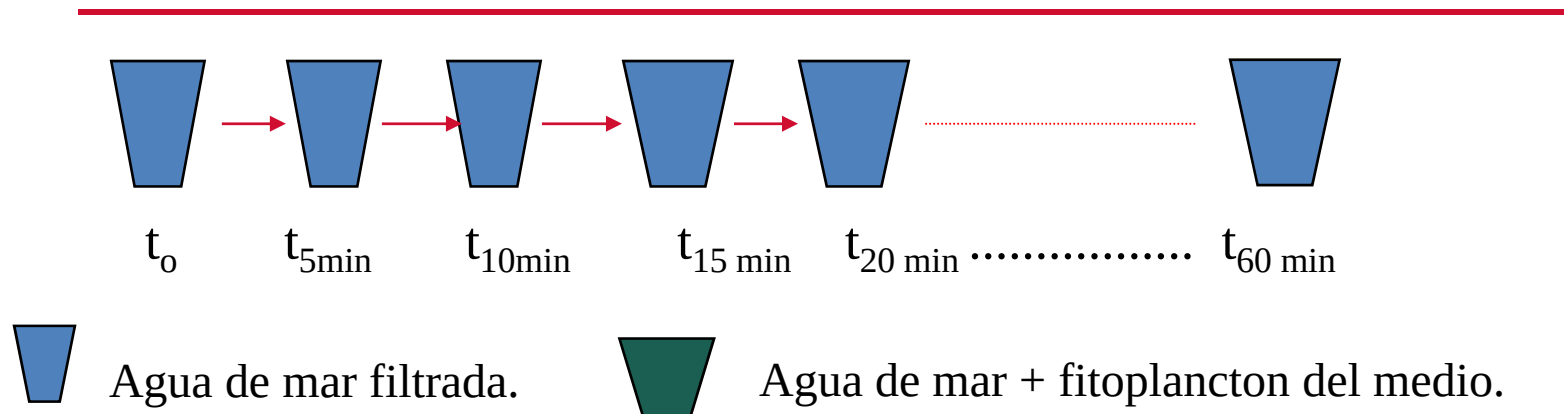
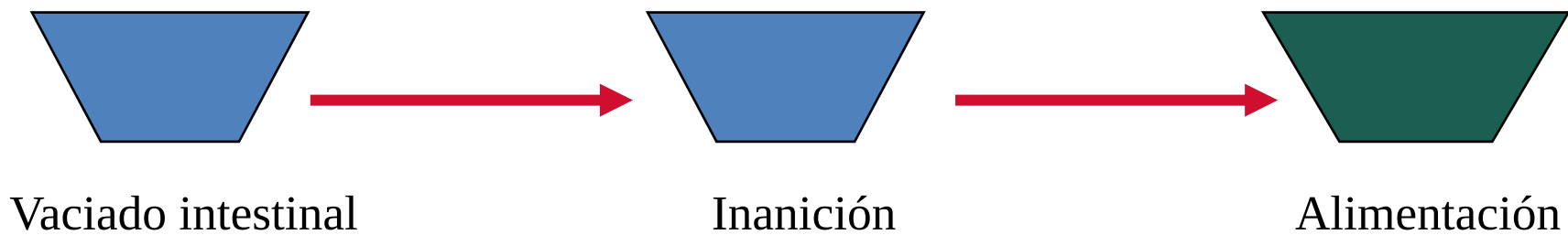
Moda: 410 μm

EutipoII – grandes (> 600 μm)

Moda: 745 μm



Constante instantánea de aclaramiento intestinal (K)



(Castro *et al.* 1991, Dagg 1983, Dagg & Wyman 1983, Dam 1986, Dam & Peterson 1988, Drits 1997, Morales *et al.* 1990, Tsuda & Nemoto 1988).



Modelo de decaimiento exponencial:

$$S_t = S_o e^{-Kt}$$

S_t es la concentración de pigmentos en el tracto digestivo en un tiempo t .

S_o es la concentración inicial en el tracto digestivo o en el tiempo cero

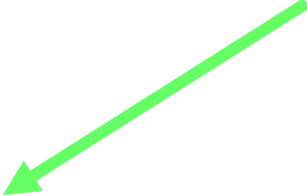


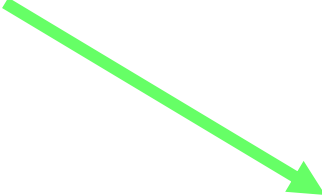
Validación de K

$K_{21^{\circ}\text{C}}$  Experimentos de laboratorio = $0,042 \text{ min}^{-1}$

Modelo temperatura-dependiente (Dam & Peterson 1988):

$$K_m = 0.0117 + 0.001794T \text{ (} r^2 = 0.72; n = 44 \text{)} = 0.049 \text{ min}^{-1}$$

 $K_{\text{ESTACION SECA}}$

 $K_{\text{ESTACION DE LLUVIAS}}$



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Tasa de ingestión (I) e Impacto de pastoreo (IP)

$$I = K_m \times G$$

$$IP = I_d \times n_m \times 100 / c_m$$

G Contenido gástrico

I_d Ingestión diaria

n_m Densidad promedio de copépodos

C_m Concentración media de clorofila *a*

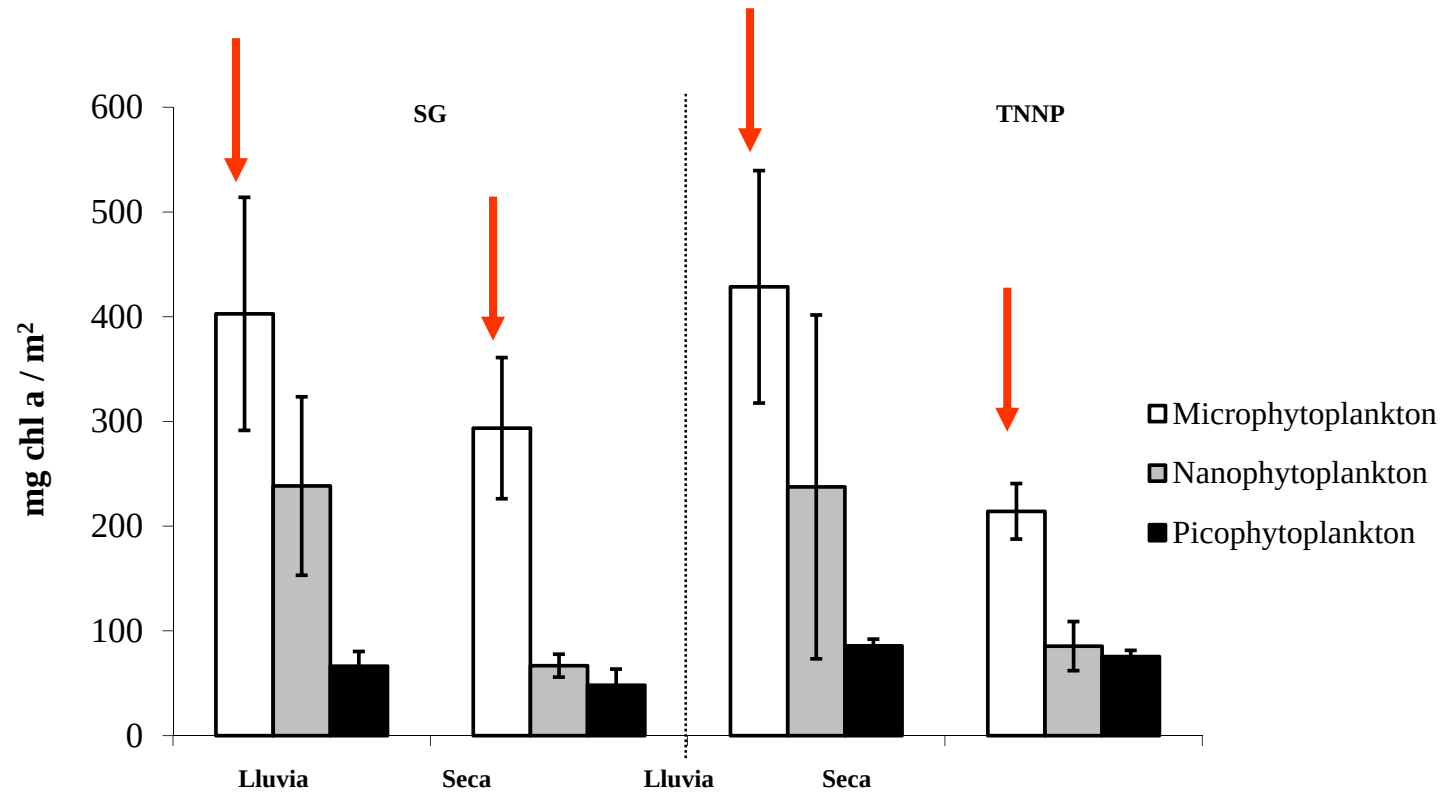


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Video de producción de fecas de *Eucalanus subtenuis*

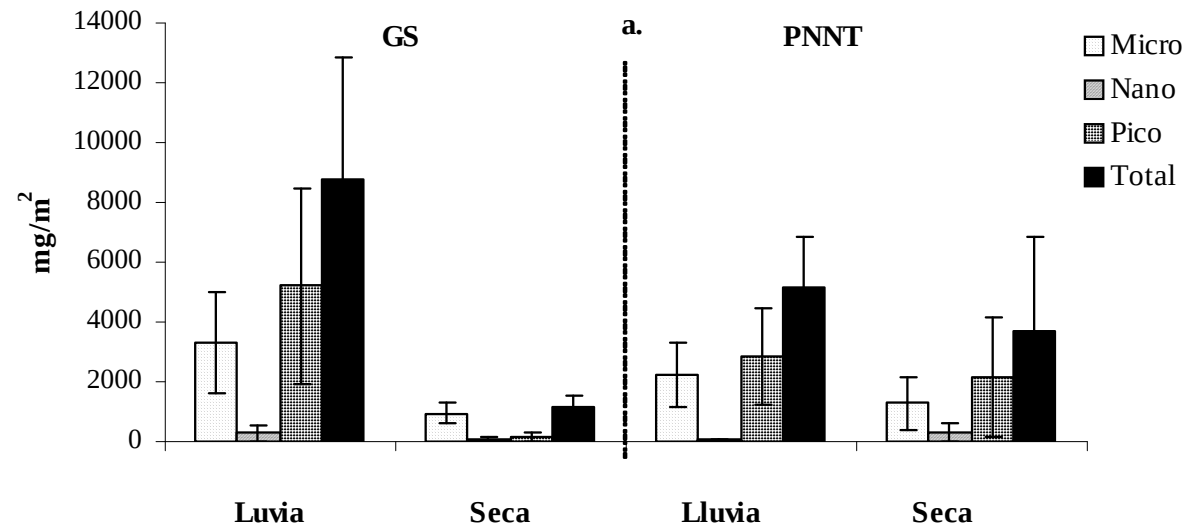


Clorofila *a*

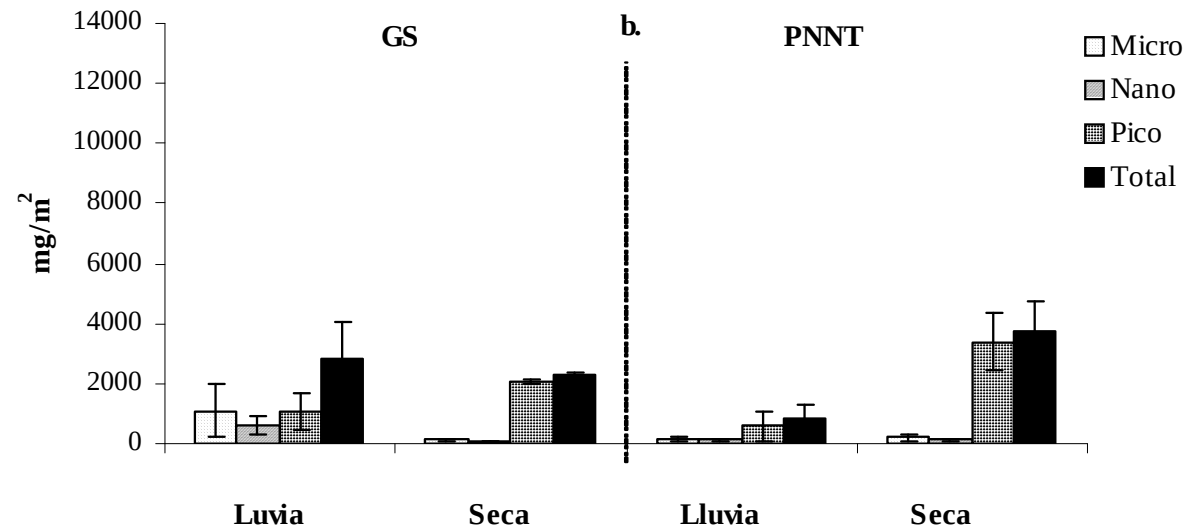




Carbohidratos de MOP



Proteínas de MOP



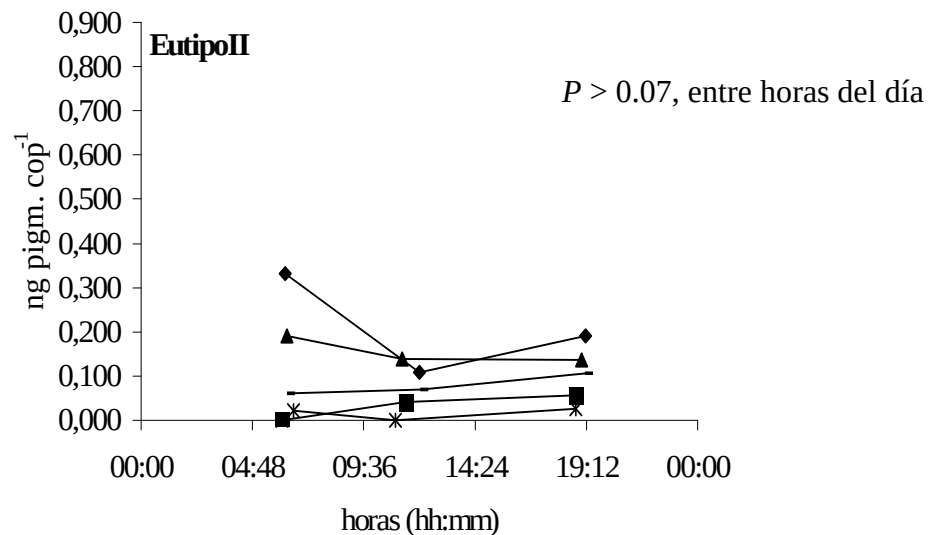
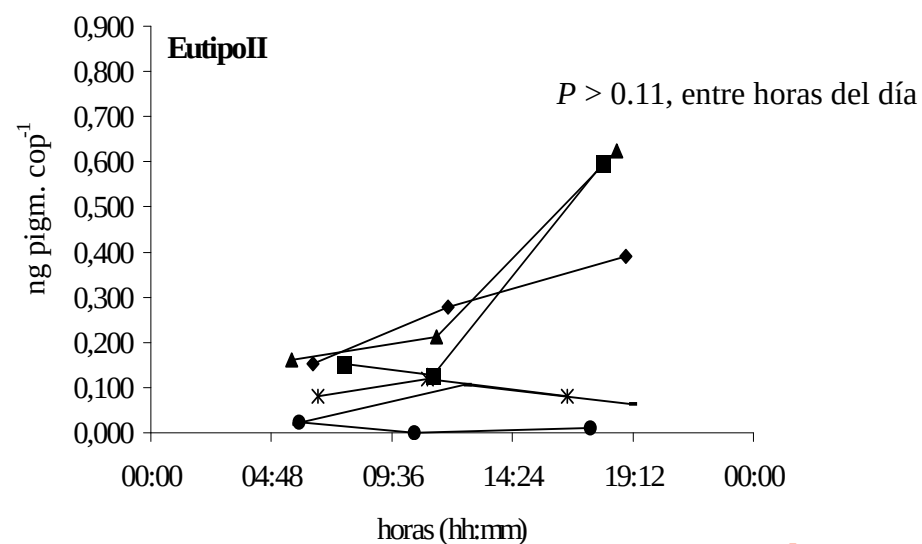
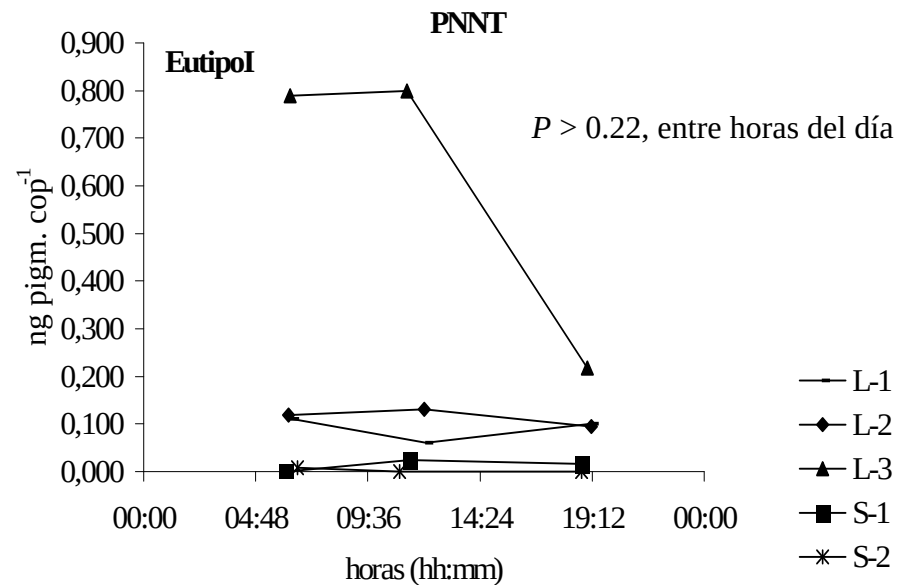
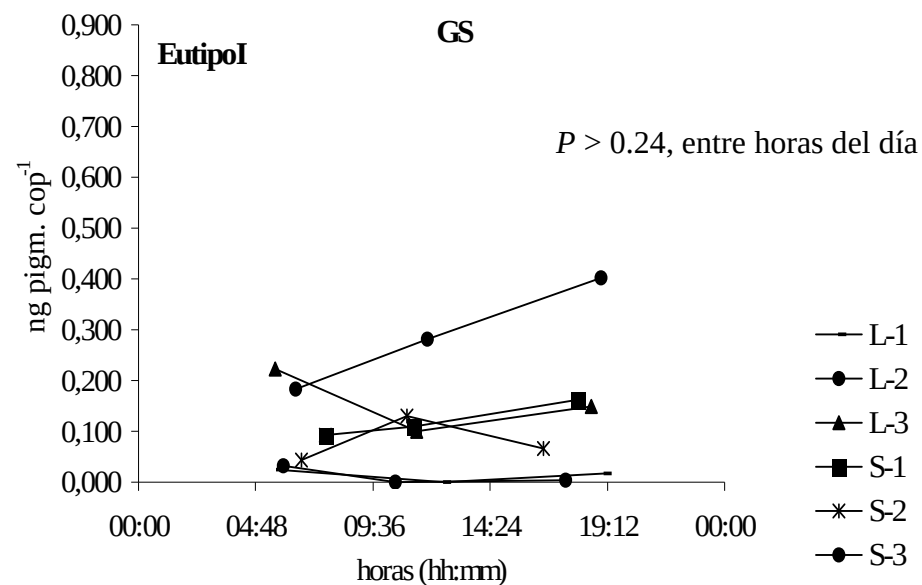


Densidad de *Eucalanus subtenuis* y copépodos calanoideos (Cc)

	Estación de lluvias	Estación seca
Golfo de Salamanca		
C _c (ind. m ⁻²)	115,80	278,67
<i>Eucalanus subtenuis</i> (ind. m ⁻²)	40,8	234,29
%	 35,23	84,08
Parque Nacional Natural Tayrona		
C _c (ind. m ⁻²)	565,83	11,00
<i>Eucalanus subtenuis</i> (ind. m ⁻²)	300,81	4,64
%	53,16	42,18

RESULTADOS.

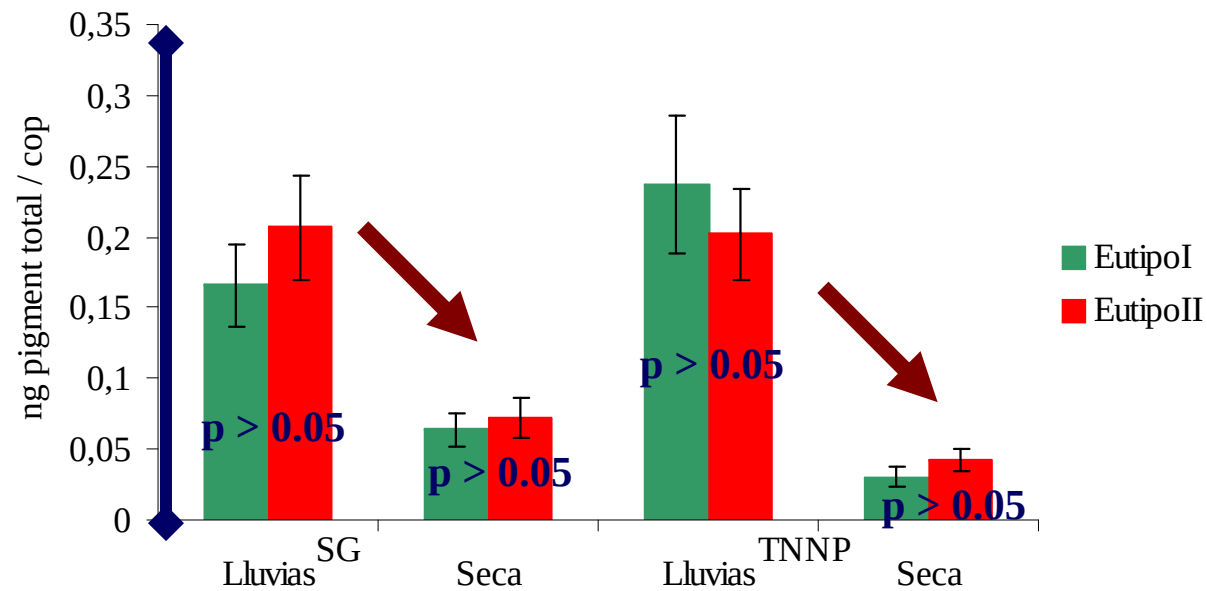
Comportamiento diario del Contenido gástrico de *E. subtenuis*



HIPÓTESIS DE GAULD



Contenido gástrico de *E. subtenuis*, por tallas, estaciones climáticas y áreas de estudio





Análisis comparativo de la ingestión de *E. subtenius*

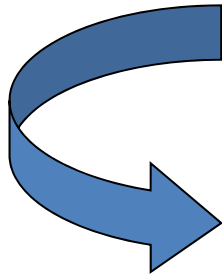
Especie	Ingestión	Area	Referencias
<i>Eucalanus subtenius</i>	0.001 – 0.800 ng Chl cop ⁻¹	Caribe colombiano	Presente estudio
Copépodos pequeños			
<i>Acartia tonsa</i>	0.1 – 0.4 ng Chl cop ⁻¹	Sur de California	Kleppel <i>et al.</i> (1988)
<i>Acartia longipatella</i>	0.1 – 0.5 ng Chl cop ⁻¹	Estuario Kariega, SouthAfrica	Froneman (2000)
<i>Temora longicornis</i>	0.1 – 0.7 ng Chl cop ⁻¹	Bahía de St. Georges Bay – Golfo de St. Lawrence	Head <i>et al.</i> (1984)
<i>Neocalanus plumchrus</i>	0.005 – 0.445 ng Chl cop ⁻¹	Océano Pacífico subártico	Dagg & Walser (1987)
Copépodos grandes			
<i>Acartia hudsonica</i>	0.6 – 1.5 ng Chl cop ⁻¹	Norfolk, Virginia, USA	Rodríguez & Durbin (1992)
<i>Temora longicornis</i>	0 – 10 ng Chl cop ⁻¹	Nueva Scotia	Wang & Conover (1986)
<i>Calanus helgolandicus</i>	0.1 – 0.7 ng Chl cop ⁻¹	Atlántico Norte	Irigoién <i>et al.</i> (1999)
<i>Calanus pacificus</i>	15 - 20 ng Chl cop ⁻¹	St. Onofre-California	Kleppel & Pieper (1984)
<i>Calanus finmarchicus</i>	1 – 3 ng Chl cop ⁻¹ 64 – 219 ng Chl cop ⁻¹	Estuario St. Lawrence Mar de Noruega	Simard <i>et al.</i> (1985) Meyer-Harms <i>et al.</i> (1999)
<i>Calanus chilensis</i>	0,21- 9,5 ng Chl cop ⁻¹ 9,7 – 25,8 ng Chl cop ⁻¹	Región Central de Chile Región Central de Chile	Peterson <i>et al.</i> (1988) Castro <i>et al.</i> (1991)
<i>Calanoides pataconiensis</i>	4,0 ng Chl cop ⁻¹	Región Central de Chile	Castro <i>et al.</i> (1991)



Valores-p de correlación de Spearman entre la ingestión de *E. subtenuis* y la oferta de fitoplancton y MOP.

$P = 0.027$ GS

$P = 0.036$ PNNT



		GS		PNNT	
		EutipoI	EutipoII	EutipoI	EutipoII
Fitoplancton	Picofitoplancton	0.076	0.091	0.731	0.929
	Nanofitoplancton	0.677	0.698	0.760	0.689
	Microfitoplancton	0.373	0.668	0.015* +	0.065
	Clorofila <i>a</i> total	0.797	0.899	0.054	0.094
Materia orgánica particulada	Picocarbohidratos	0.001** +	0.012* +	0.211	0.310
	Nanocarbohidratos	0.015* +	0.251	0.809	0.986
	Microcarbohiratos	0.518	0.298	0.072	0.079
	Carbohidratos totales	0.228	0.533	0.199	0.183
	Picoproteínas	0.974	0.615	0.040* -	0.030* -
	Nanoproteínas	0.249	0.061	0.779	0.553
	Microproteínas	0.387	0.822	0.106	0.069
	Proteínas totales	0.270	0.239	0.026* -	0.015* -

Evidencia no concluyente – Efecto local.

Calidad bioquímica del fitoplancton es importante para el crecimiento del copépodo (Hirst & Lampitt 1998, Ikeda, 1985, Vidal 1980).

Quimiorrecepción en calanoideos a nivel de anténulas (Paffenhöfer & Stearns 1988, Hassett & Blades-Eckelbarger 1995, Moore *et al.* 1999).



Análisis complementario de selección del alimento

Indice de preferencia de Chesson (1983):

$$\alpha = r_i/n_i / (\sum r_i/n_i)$$

r_i = alimento del tipo i en el tracto digestivo.

n_i = alimento del tipo i en el agua.

$\alpha = 0.5$ no preferencia.

$\alpha > 0.5$ preferencia por alguna clase de talla.

$\alpha < 0.5$ discriminación de alguna clase de talla.

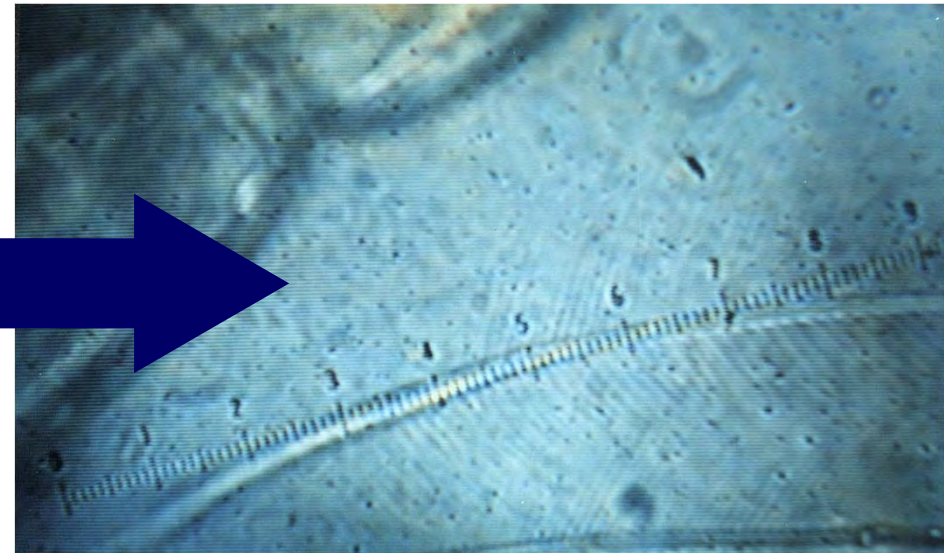
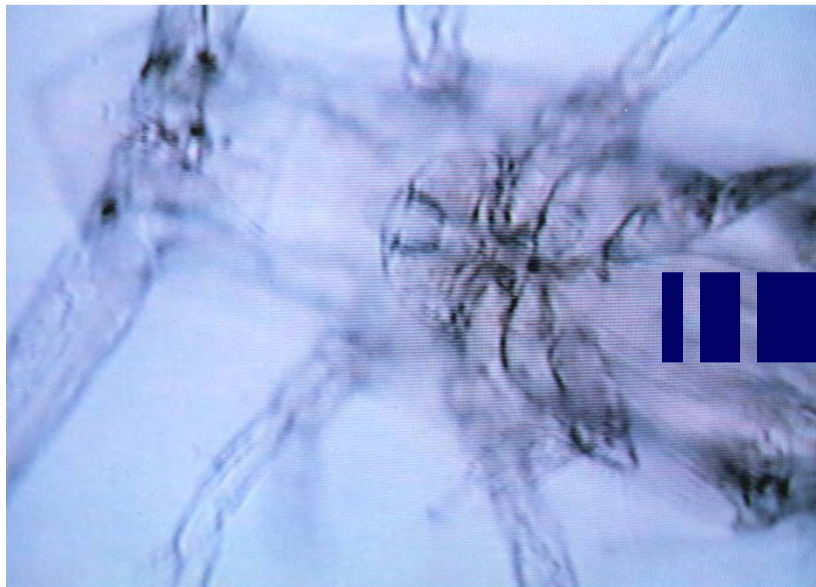
(Chesson J 1983. The estimation and analysis of preference and its relation to foraging models. Ecology 65: 1297-1304.)

Eucalanus subtenuis, preferencia por tallas $< 25 \mu\text{m}$ ($\alpha = 0.70$; Ramírez *et al.* 2005).



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Talla del alimento



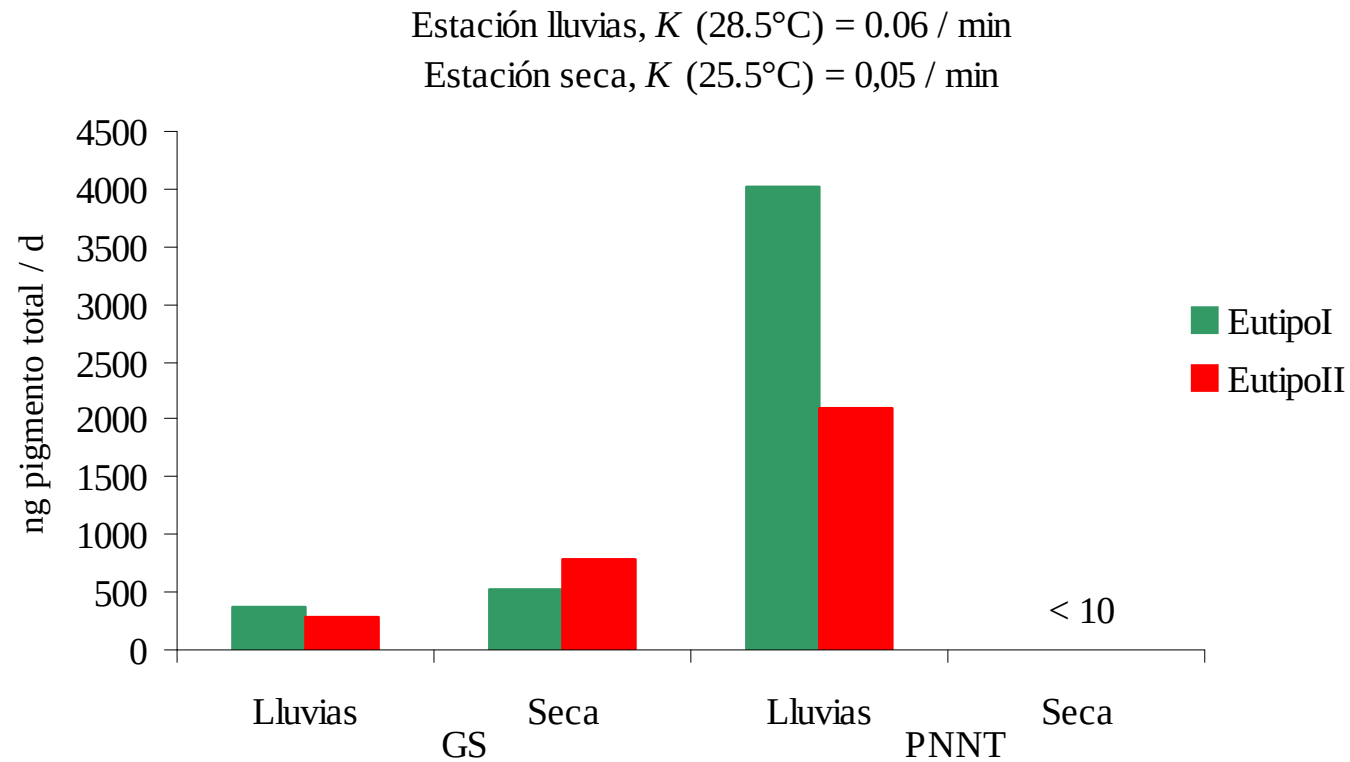
Espacio intersetular: $2.54 \pm 0.02 \mu\text{m}$ (n = 32)

Talla: $1870 \pm 325 \mu\text{m}$ (n= 408)

(Ramírez *et al.* 2001).



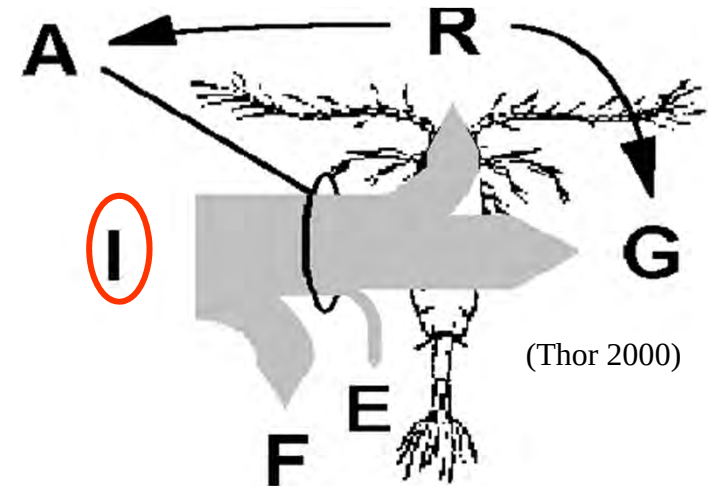
Tasas de consumo de *E. subtenuis*, por tallas, estaciones climáticas y áreas de estudio





¿ Es suficiente la tasa de ingestión de *E. subtenuis* para el sostenimiento metabólico del individuo?

7.39 - 18.24 $\mu\text{g C cop}^{-1} \text{d}^{-1}$ GS
0.10 - 80.48 $\mu\text{g C cop}^{-1} \text{d}^{-1}$ PNNT



Ingestión mínima para *A. tonsa*: 0.1 $\mu\text{g C cop}^{-1} \text{d}^{-1}$ (Thor 2000)

Ingestión mínima para *Paracalanus* sp.: 0.5 $\mu\text{g C cop}^{-1} \text{d}^{-1}$
(Suzuki *et al.* 1999)

I: Ingestión
F: Fecas
E: Egestión
R: Respiración
A: Asimilación
G: Crecimiento



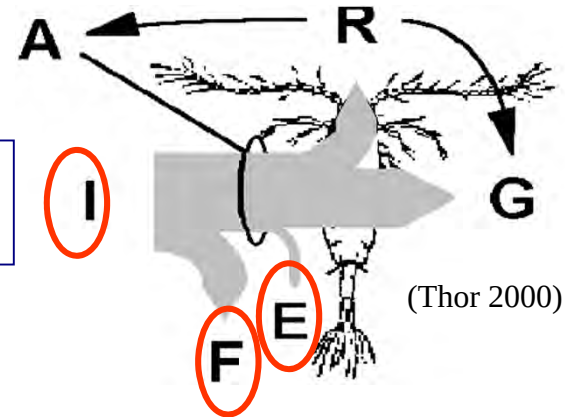
¿ Es el alimento ingerido por *E. subtenuis* asimilado eficientemente?

$$\text{Eficiencia de asimilación bruta} = \frac{I - TE}{I} \times 100$$

EAB = 65.09 +/- 10.5 %
(Ramírez *et al.* 2005).



A. *tonsa* 4 – 39 % (Thor 2000).
Calanus pacificus 43-81% (Downs & Lorenzen 1985).
Calanus helgolandicus 53-80 % (Omori e Ikeda 1984).
Copépodos calanoideos: 70 % (Conover 1978).



I: Ingestión

F: Fecas

E: Egestión

R: Respiración

A: Asimilación

G: Crecimiento



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



$< 1\%$

- BCE (phytoplankton and zooplankton, González *et al.* 2000, Pasternak & Dritts 1988, Stevens & Head 1998) .

- Area de estudio: Altas concentraciones de clorofila *a*.

Ingestiones dentro rangos.

$<$ efecto de la BCE (Stevens & Head 1998).



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Resumen de resultados de Ingestión en *Eucalanus subtenuis*.

E. subtenuis es un copépodo dominante en la costa centro-sur del Caribe colombiano.

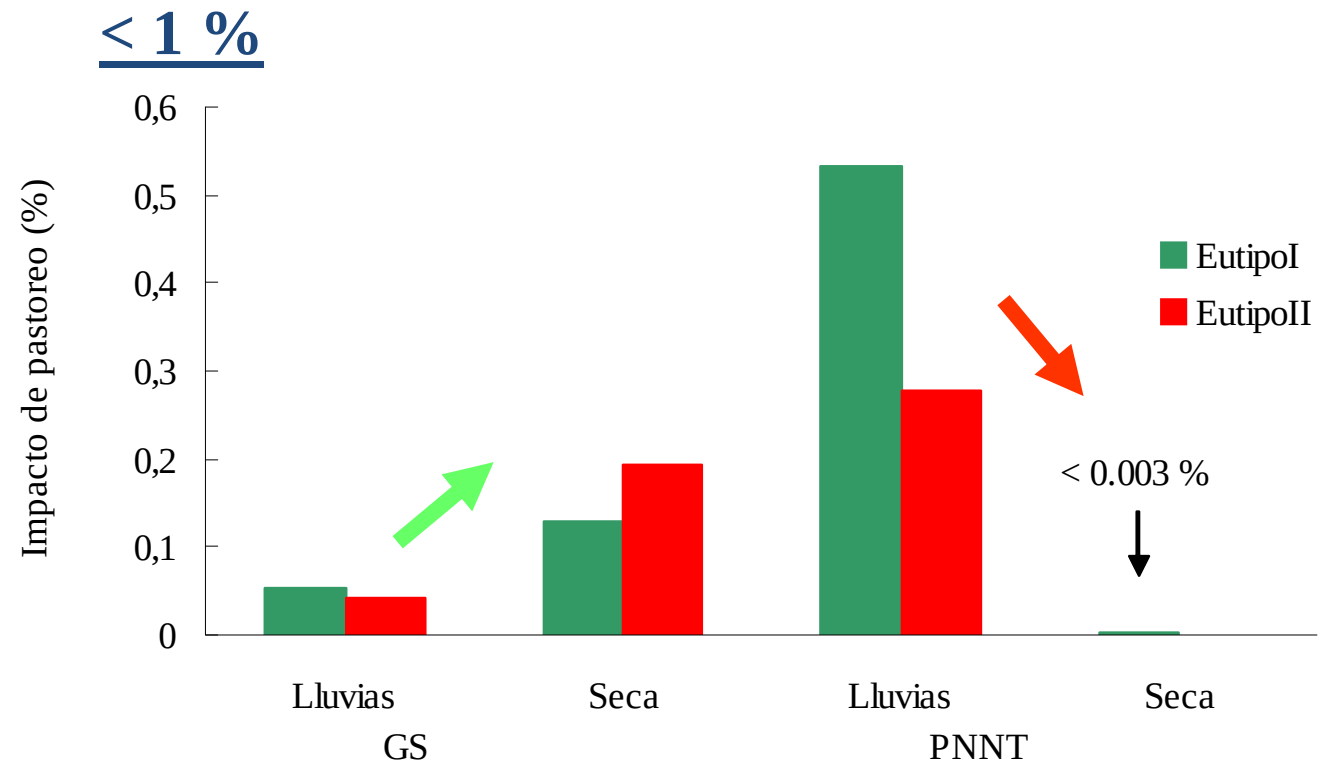
La ingestión de *E. subtenuis* es similar a otras especies de copépodos pequeños de bajas y altas latitudes.

La ingestión no es dependiente de la oferta de fitoplancton, al menos en las altas abundancias de fitoplancton observadas.

Existe evidencia inconclusa que la calidad bioquímica del fitoplancton (*i.e.* carbohidratos), puede influir la ingestión del copépodo *E. subtenuis*.



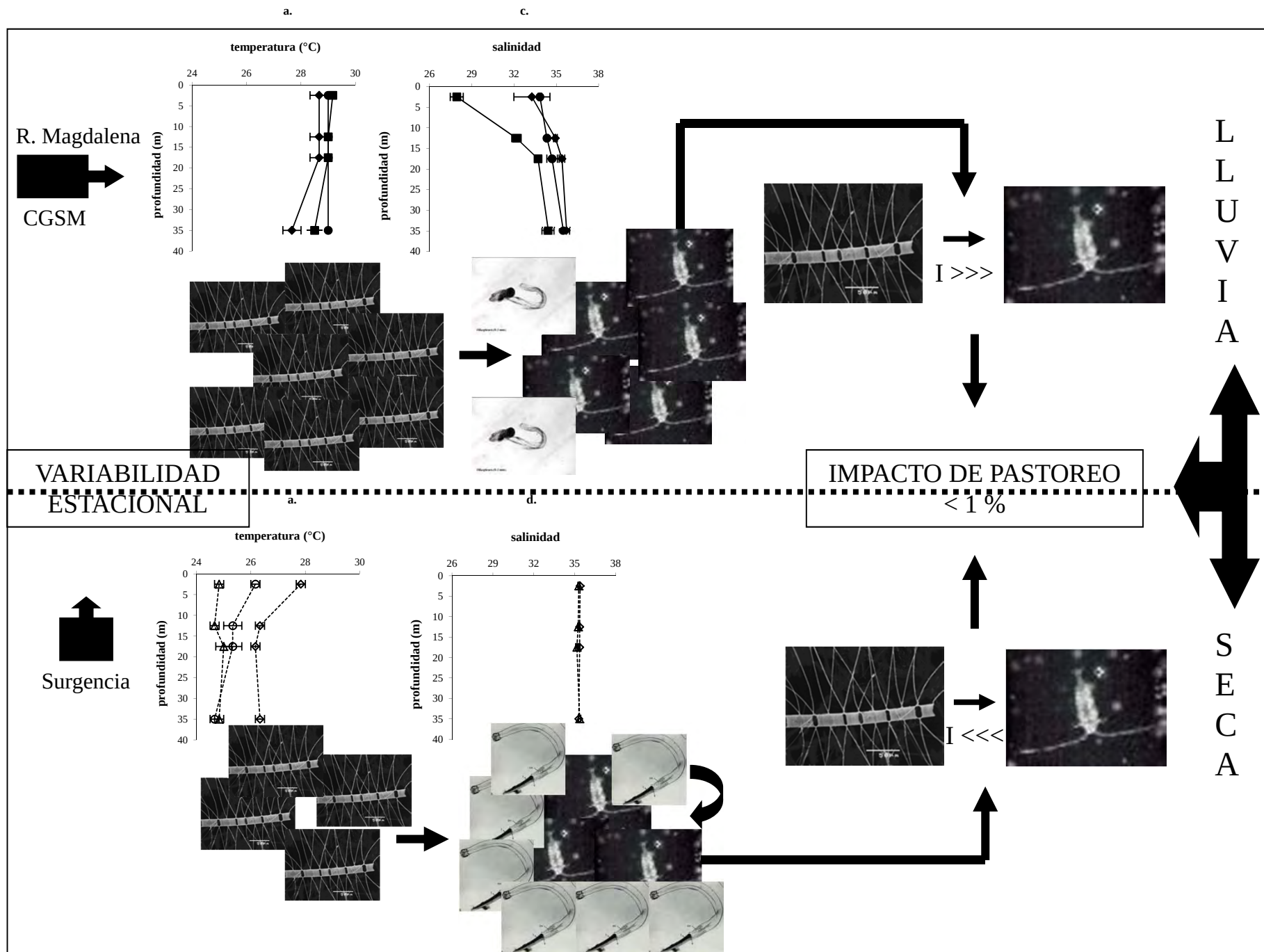
Impacto de pastoreo

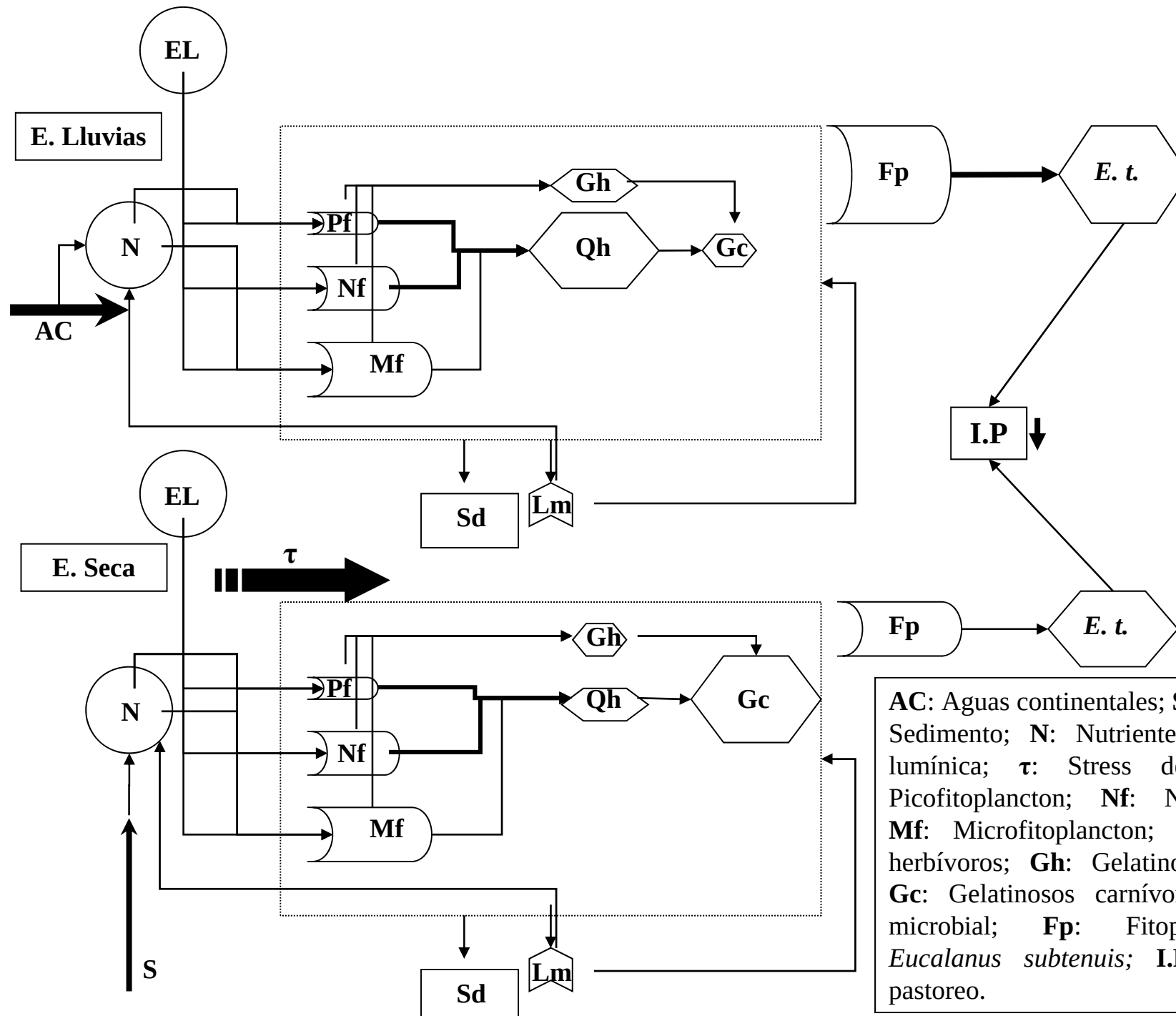




Análisis comparativo del Impacto de pastoreo de *E. subtenuis*

Especie	Impacto pastoreo (%)	Lugar	Autor(es)
<i>Eucalanus subtenuis</i>	0.01 - 0.812	Mar Caribe 11°N)	Presente estudio
<i>Eucalanus inermis</i>	0.01	Perú (5°S)	Boyd <i>et al.</i> (1980)
<i>Calanus chilensis</i>	0.003-0.5	Chile (35°S)	Castro <i>et al.</i> (1991)
<i>Calanoides patagoniensis</i>	0.049	Chile (35°S)	Castro <i>et al.</i> (1991)
Comunidad zooplanctónica	1 – 9	Pac. Ecuatorial	Dam <i>et al.</i> (1995)
	1 – 6	Chile central	Grunewald <i>et al.</i> (2002)
	6 - 18	St. Mónica	Landry <i>et al.</i> (1994)







UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Referencias bibliográficas



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO



Caribbean Journal of Science
AN INTERNATIONAL JOURNAL OF CARIBBEAN NATURAL SCIENCE

CARIBBEAN JOURNAL OF SCIENCE

Vol. 42

(ISSN 0008-6452)

No. 1, 2006

Articles:

- Archaeal Influences in the Origins and Development of Taino Societies ...William F. Keegan 1
Prehistoric Exploitation of the Swamp Palm (*Raphia taedigera*: Arecaceae) at Sitio Drago, Isla Colón, Bocas del Toro Province Panama ...Thomas A. Wake 11
The Environmental Significance of *Archaeus angulatus* (Mollusca, Foraminifera) in Sediments Around Nevis, West Indies ...Brent Wilson 20
Plankton Dynamics in the South-Central Caribbean Sea: Strong Seasonal Changes in a Coastal Tropical System ...Andrés Franco-Herrera, Leonardo Castro and Paulo Tigreros 24
A Checklist and Seasonal Account of the Deepwater Rhodophyta around Cozumel Island on the Caribbean Coast of Mexico ...Luz Elena Mateo-Cid, A. Catalina Mendoza-González, and Richard B. Searles 39
Phytosociology of Vascular Plants on an International Biosphere Reserve: Virgin Islands National Park, St. John, US Virgin Islands ...Sonia N. Chowdhury, Thomas J. Brandeis, and Britta P. Dimick 53
Vegetation Response to Grazing and Planting of *Leucaena leucocephala* in a *Urochloa* maximum-dominated Grassland in Puerto Rico ...John K. Francis and John A. Parrotto 67
Flower Phenology and Sexual Maturation: Partial Protandrous Behavior in Three Species of Orchids ...Raymond L. Tremblay, Grisel Pomales-Hernández and María de Lourdes Méndez-Cintrón 75
Effects of Hurricane Georges on the Resident Avifauna of Maricao State Forest, Puerto Rico ...Adrienne G. Tosses 81
The Herpetofauna of the Rainforests of Honduras ...Larry D. Wilson and Josiah H. Townsend 88
Echolocation Behavior of *Brachyphylla nana* (Chiroptera: Phyllostomidae) under Laboratory Conditions ...Silvio Macías, Emanuel C. Mora, Adrián García, and Yarelis Macías 114
The Echolocation Repertoire of *Eptesicus fuscus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Cuba ...Annita Rodríguez and Emanuel C. Mora 121
- Notes**
- Geographic Distribution and Some Taxonomic Comments of *Micromycteris schmidtorum* Sanborn (Chiroptera: Phyllostomidae) in Mexico ...Enrique Escobedo-Cabrera, Livia León-Paniagua and Joaquín Arroyo-Caballero 129
Northeastern Honduras and the Systematics of the Colubrid Snake *Scaphiodontophis* ...James R. McCranie 136
Site Fidelity and Movement of the Parrotfishes *Scarus coeruleus* and *Scarus taeniopterus* at Conch Reef (northern Florida Keys) ...James Lindholm, Ashley Knight, Les Kaufman, and Steven Miller 138
Length and Asymmetry in Naturally and Sexually Selected Bilateral Traits in *Melospiza* Hummingbirds ...Michael Halsey 144
- Book Review**
- Caribbean Paleodemography: Population, Culture History, and Sociopolitical Processes in Ancient Puerto Rico ...By L. Antonio Curet. Reviewed by Michelle J. Lefebvre 147
Errata 149

www.caribjsci.org



Caribbean Journal of Science, Vol. 42, No. 1, 2006
Copyright 2006 College of Arts and Sciences
University of Puerto Rico, Mayaguez

Seasonal Variations in Grazing of the Copepod *Eucalanus* in the Continental Shelf of the South Central Caribbean Sea, Colombia

ANDRÉS FRANCO-HERRERA^{1,2} AND LEONARDO CASTRO^{1,3}

¹Laboratorio de Oceanografía Pesquera y Ecología Larval (LOPEL), Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile

²Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Carrera 2, No. 11-68, Edificio Mundo Marino, Rodadero, Santa Marta, Colombia

³Centro FONDAP-COPAS, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile
Corresponding author: andres.franco@utadeo.edu.co

ABSTRACT.—The impact of the changes in seasonal grazing of the copepod *Eucalanus subtenis* on chlorophyll *a* concentrations in the water column along the coastal zone of the south-central Caribbean Sea, Colombia, were studied during eleven oceanographic cruises carried out between September 1999 and May 2000. The cruises covered two coastal stations in Salamanca Gulf and two off the Tayrona Natural National Park. Ingestion rates on phytoplankton were determined for two copepod size classes (prosoma length 250–600 µm and >600 µm). During each cruise, chlorophyll *a* was determined in the upper 35 m of the water column for three phytoplankton size classes: pico- (0.2–2.0 µm), nano- (2.0–20.0 µm), and microphytoplankton (20.0–200.0 µm). Our results showed no differences in the ingestion by *E. subtenis* between the copepod size classes, nor strong variations in ingestion between areas. However, differences in hydrography (lower salinity and higher temperature during the rainy season), phytoplankton biomass (higher in the rainy season), and copepod ingestion (higher gut contents and ingestion rates during the rainy season) occurred between climatic periods. Within both areas and seasons, the grazing impact of *E. subtenis* was low (<1% of the phytoplankton standing stock) and its variability was mainly determined by fluctuations in copepod density and phytoplankton supply, rather than by temperature changes or copepod size classes. Thus, in the south-central Caribbean shelf, *E. subtenis* grazing seems to play a minor role in determining the phytoplankton seasonal biomass fluctuations, especially when compared with the effects of the important input of water over the shelf from the continent and coastal lagoons.

KEYWORDS.—phytoplankton, chlorophyll *a*, *Eucalanus*, copepod grazing, Caribbean Sea

INTRODUCTION

In most pelagic systems, zooplankton play an important role as an intermediate link between primary producers (i.e. phytoplankton) and organisms of higher trophic levels. However, information on the role played by this food web component and its fluctuations in some areas of the world (e.g., tropical coastal areas including the Caribbean Sea) is scarce.

At mid and high latitudes, the production cycles of phyto- and zooplankton are closely linked and modulated by variations in environmental characteristics such as the development/destruction of thermoclines in spring and autumn (Dam and Peterson 1988; Kiorboe and Nielsen 1994). However, the relationship between phytoplankton

and zooplankton may not be that clear at low latitudes where changes in physical characteristics such as temperature are usually not pronounced. Variations in environmental factors such as salinity during the rainy season and the presence of mesoscale plankton-concentrating structures seem to be more relevant in modifying seasonal fluctuations in the phytoplankton and zooplankton abundance in tropical coastal waters (Arlinardi et al. 1990; Kingsford and Suthers 1994; Burford et al. 1995).

Strong seasonal changes in chlorophyll *a* concentrations have been reported off Colombia in the south-central Caribbean Sea (Franco-Herrera et al. 2006). These variations, associated with the input of fresh and brackish water during the rainy season, suggest that major changes may be occur-



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Serie de Publicaciones Periódicas
Año 2009 - Volumen 38 (1)



Santa Marta - Colombia
ISSN: 0122-9761

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andrés"
Vinculado al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

BOLETÍN DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS

(Bulletin of Marine and Coastal Research)



Bol. Invest. Mar. Cost. 34 | 193-209 | ISSN 0122-9761 | Santa Marta, Colombia, 2005

TASA DE PRODUCCIÓN DE FECAS Y COPROFAGIA EN *EUCALANUS SUBTENUIS* (COPEPODA, CALANOIDEA), BAJO CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO

John Gabriel Ramírez, Andrés Franco-Herrera, Daniel Rincón y Leonardo Castro

RESUMEN

Con el fin de determinar la morfometría, el volumen, la tasa de producción de fecas y el índice de coprofagia, así como detectar algunas estrategias alimenticias del copépodo herbívoro *Eucalanus subtenus*, se realizaron 12 experimentos en laboratorio evaluando su ingestión en periodos cortos de tiempo. Se aplicaron dos tratamientos de alimentación a los copépodos con dos clases de talla de fitoplancton a diferentes concentraciones, medidas como niveles de clorofila *a*: 0-25 μm (pico y nanofitoplancton) y 25-85 μm (microfitoplancton). La fuente de alimento fue obtenido de las capas superficiales del agua durante los meses de febrero a mayo de 2001 en la región costera del Caribe central de Colombia. Para copépodos de longitud promedio de 1855.45 $\pm$ 20.50 μm , se encontró que la longitud de las fecas fluctuaron entre 66.66 y 315 μm , siendo más largas en copépodos alimentados con tallas menores de fitoplancton. El diámetro promedio varió entre 12.5 y 58.3 μm y el volumen entre 1.3x10⁴ y 6.3x10⁴ μm^3 . El número de fecas egestadas por copépodo fluctuó entre 0 y 1.52 fecas cop⁻¹ y entre 0 y 2.10 fecas cop⁻¹, para los tratamientos con tallas de 0-25 μm y 25-85 μm , respectivamente, sin depender de la concentración fitoplanctónica con que se estaban alimentando. La tasa de producción de fecas fue de 1.65 fecas cop⁻¹ h⁻¹ para tratamientos con fitoplancton de tallas menores y de 2.04 fecas cop⁻¹ h⁻¹ con fitoplancton de tallas mayores, sin presentarse diferencias significativas entre tratamientos, es decir que esta tasa de producción no depende de la concentración ni de la talla del alimento. Los copépodos alimentados con menores tallas presentaron un índice promedio de coprofagia tolerado de 20.02%, mientras que para alimentados con tallas superiores, el valor fue en promedio de 36.41%, en respuesta a una búsqueda del alimento más activa que incrementa la probabilidad de encuentro de las fecas en la botella de ingestión. Globalmente, *E. subtenus* es una especie herbívora y de acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, al parecer presenta hábitos detritívoros producto de la coprofagia, además de una adecuada adaptabilidad para la selección y aprovechamiento del alimento.

PALABRAS CLAVE: Fecas, Copépodos, Fitoplancton, Surgencia, Caribe colombiano.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

¿Para donde vamos?





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Franco-Herrera, A., 2009. *¿Hacia donde camina la investigación del plancton colombiano? Revista Innovación y Ciencia. 15 (1): 52-58.*



VOLUMEN XV N° 1

JUNTA DIRECTIVA ACAC

Eduardo Posada Flórez
Raúl Joya O.
Rubén Ardila A.
Guillermo Hoyos V.
Carlos Corredor P.
Marcelo Ríveros R.
Elena Stashenko
Horacio Torres S.
Helena Groot

CIDEIM: María Virginia Villegas

ACCEFYN: Jaime Rodríguez

OBSERVATORIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA:

Rafael Hurtado

MALOKA: Nohora Elizabeth Hoyos

PRESIDENTE

Eduardo Posada Flórez

DIRECTORA EJECUTIVA

Carmen H. Carvajal López

EDITOR

Eduardo Posada Flórez

EDITOR CIENTÍFICO

Diego Andrés Rosselli Cock

COORDINADORA EDITORIAL

Lorena Ruiz Serna

COMITÉ EDITORIAL

Carlos Corredor P.

Guillermo Hoyos V.

Andrés Pérez

Horacio Torres S.

Elizabeth Castañeda

CONSEJO EDITORIAL ADHONAL (UNAB)

León Lederman

Isabel Llano

Rodolfo Llinás

PRODUCCIÓN Y DISEÑO

Editorial El Malpensante S.A.

COORDINACIÓN DE ARTÍCULOS

Guillermo Díez

SECRETARÍA COORDINACIÓN EDITORIAL

Marisol González

FOTOGRAFÍA

Autores y banco de imágenes

IMPRESIÓN

Panamericana Formas e Impresos S.A.

COMERCIALIZACIÓN

Suscripciones y Revistas

contactenos@suscripcionesyrevistas.com

DISTRIBUCIÓN

Distribuidora Unidas



Innovación y Ciencia es la revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, ACAC.

DERECHOS RESERVADOS

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización expresa del Comité Editorial. La publicación no es responsable legal del contenido de la publicación de cada edición.

Los conceptos expresados en los artículos no reflejan necesariamente la opinión de los editores.

Resolución Ministerio de Gobierno No. 5447 del 9 de octubre de 1992.

ISSN 0121-5140

Tarifa postal reducida No. 2008-194 de Servicios Postales Nacionales

Vence: 31 de diciembre de 2008

ACAC Calle 44 N° 45-67, Unidad Camilo Torres Bloque C, Módulo 3

Teléfonos: 3150734 – 3155900

Fax: 2216950

Email: innovacionyciencia@acac.org.co

Bogotá, D.C. – Colombia

Precio de venta al público: \$12.000

Suscripción (4 números al año): \$45.000 para Bogotá,

\$50.000 fuera de Bogotá



C6 COLUMNISTA INVITADO

CIENCIAS MARINAS, EDUCACIÓN Y SIGLO XXI EN COLOMBIA



ANDRÉS FRANCO HERRERA

Biólogo Marino, Doctor en Oceanografía y Profesor Titular, Programa de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta, Andrés Franco Herrera, Ph.D.

Es fundamental la autoevaluación histórica de lo que se ha hecho en cerca de 50 años de academia e investigación marina.

El siglo XXI está planteando un conjunto de retos para las ciencias marinas. Los avances mundiales en ciencia y tecnología, la globalización de la economía y el cambio climático son algunos hechos que implican un alto dinamismo en la educación para la formación de profesionales competitivos que respondan a las necesidades locales. Los estudiantes que abarcan las diferentes áreas del conocimiento para el estudio del mar, ya no se arrojan en el conformismo del atraso histórico de un país del Tercer Mundo.

Esos argumentos ya no aplican en la juventud universitaria que palpita en un mundo donde las comunicaciones unen en tiempo real a académicos e investigadores de todo el planeta, donde viajar ya no es una odisea y el inglés no es un obstáculo, sino una necesidad. Es esta juventud la que se cuestiona con la misma celeridad del mundo que los rodea si: ¿La educación superior que se imparte será coherente con las necesidades de desarrollo y conservación de nuestras áreas marítimas y permitirá aspirar a programas de doctorado? ¿Se tendrá la capacidad de generar empresas exitosas que permitan producir y explotar de manera racional recursos marinos, siendo competitivos en mercados externos? Estas son algunas preguntas de quienes día a día asisten al aula de clase e interactúan con sus profesores y están viendo en sus estudios los cimientos de su plan de vida.

Frente a este panorama, el compromiso en las ciencias marinas es complejo pero interesante, más cuando los mares patrios ya se destacan como fuente alternativa de empleo y producción. Para ello, es fundamental la autoevaluación histórica de lo que se ha hecho en cerca de 50 años de academia e investigación marina. Teniendo estos insumos, el paso a seguir es proyectarse al futuro inmediato frente a la necesidad nacional, no frente a la utopía de ser emuladores de modelos foráneos. La bioprospección marina, la maricultura más allá del camarón, el cam-

bio climático global, la exportación de productos marinos patrios, son ejemplos de la preparación que deben tener nuestros estudiantes. Pero más allá de las áreas a abordar, que en realidad son muchas, tres aspectos son vitales tener en cuenta y que son transversales para lograr respuestas a cada una de las preguntas hechas.

El análisis es uno de los pilares para los nuevos profesionales, formaciones memorísticas que no asciendan en la escalera del conocimiento y lleven a relacionar los conceptos adquiridos para generar o resolver problemas, están fuera del contexto actual. La investigación, nación que no vea en ella a su mejor aliado para el desarrollo de la sociedad crecerá muy lentamente. Esta cultura a investigar debe fomentarse en el colegio, fortalecerse en la Universidad y rendir sus frutos en programas de posgrado que ofrezca el país acorde a sus prioridades. Nada ganará el país si se siguen formando Magister y Doctores en el exterior cuyo aprendizaje cada vez más especializado no tiene en Colombia el eco para que sus conocimientos adquiridos sean aplicados en las necesidades marinas del país.

Finalmente la proyección económico-administrativa, que los programas académicos además de tener la base cognoscitiva de su fundamentación básica y específica, propongan también pautas de administración de empresas y economía.

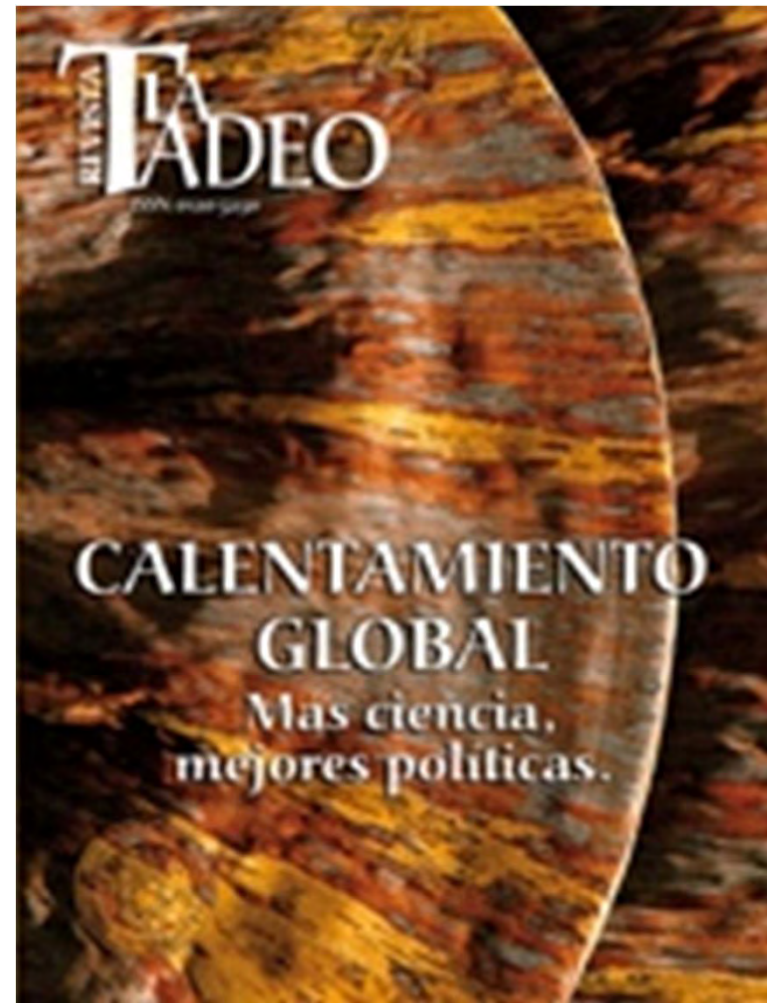
Algunos ejemplos en esta área se están viendo, nacidos de profesionales vanguardistas que han apostado a la extracción de compuestos bioquímicos para uso cosmético de algas marinas.

Así pues, el reto es de alto nivel y en él, hay que poner empeño para sacarlo adelante, de tal forma, que rápidamente podamos ver a nuestros profesionales con empresas propias trabajando en y para el país, soportadas en colombianos con una excelente formación académica, investigativa y administrativa. ■



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Franco-Herrera, A., 2009. ¿Los mares tropicales, subestimados en la problemática de cambio climático global? Revista la Tadeo. No. 74. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, D.C.

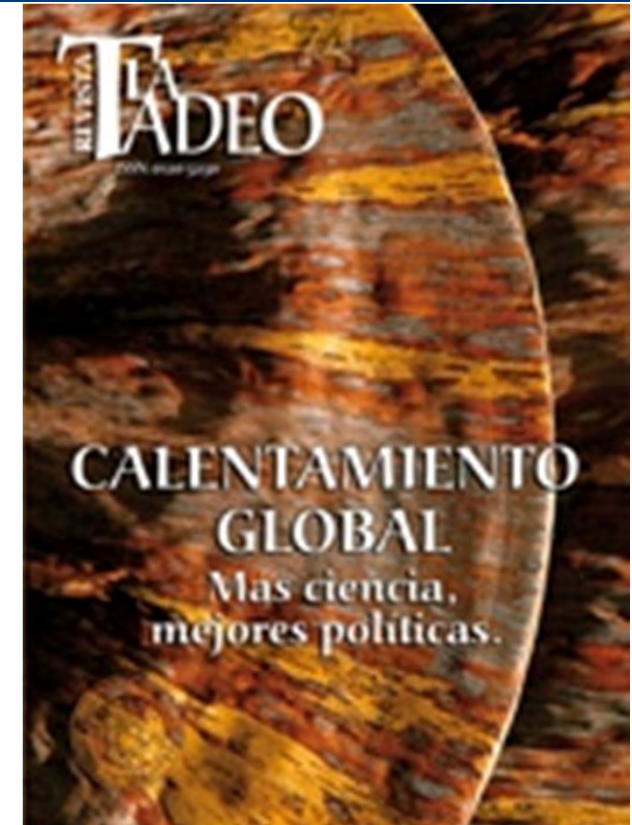




UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



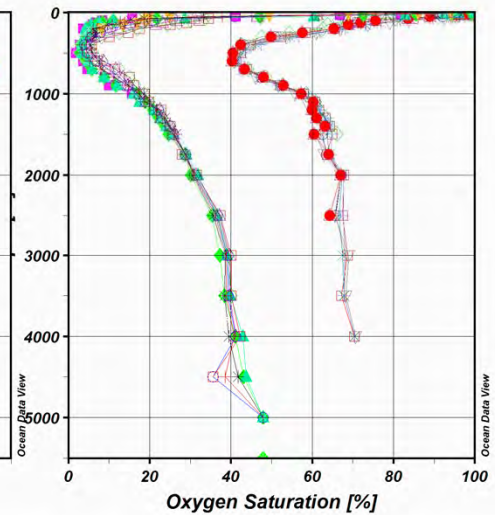
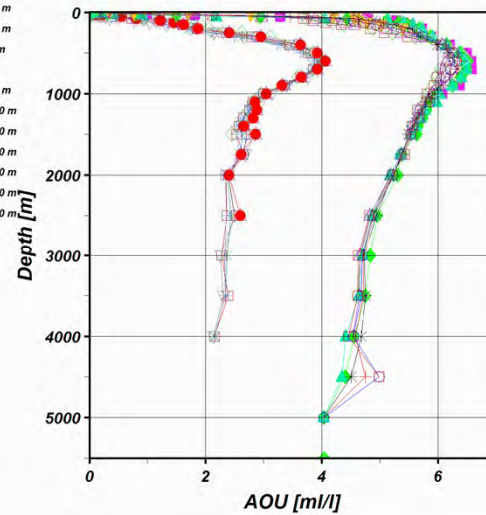
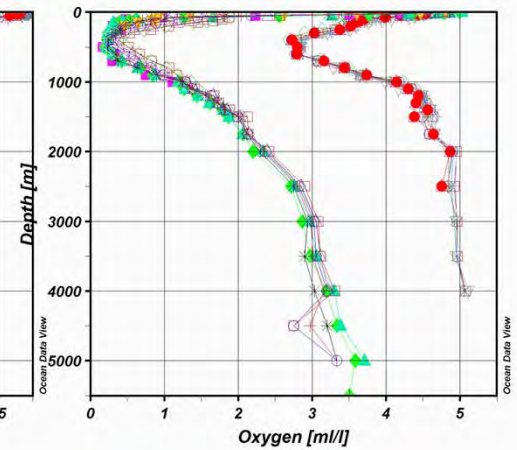
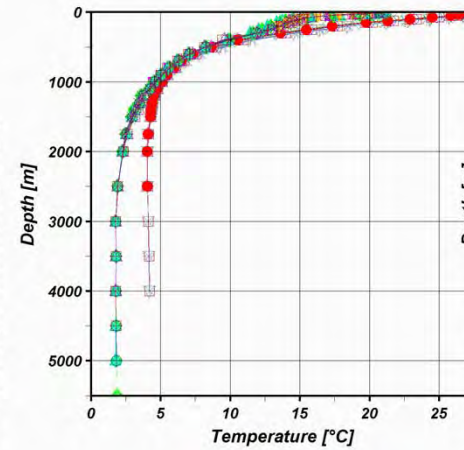
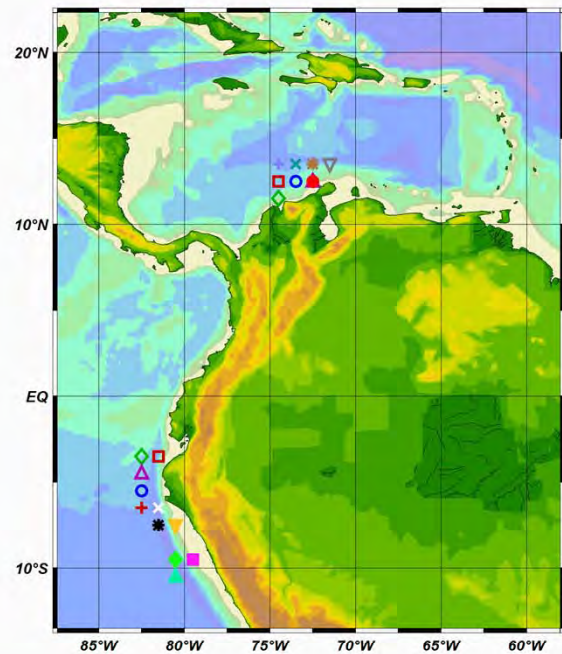
- Pigmentos fotosintéticos
- Estado de salud.
- Buena densidad celular
- Especies de crecimiento rápido
- Adecuada ingestión y aprovechamiento por parte del zooplancton



¿Los mares tropicales, subestimados en la problemática del cambio climático global?



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

**ESTADO DE ACIDIFICACIÓN DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL SUR DEL
DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA, CARIBE COLOMBIANO ¿IMPACTOS INICIALES DEL
CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL?**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA**

**CONVOCATORIA No. 6
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
SEDE SANTA MARTA
2010**



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Agradecimientos:

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Javier De León Ledesma

Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECIT)
Proyecto: Fortalecimiento de la Maestría en Gestión Ambiental de Zonas Costeras





UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Muchas gracias por su asistencia y atención.

e-mail: andres.franco@utadeo.edu.co



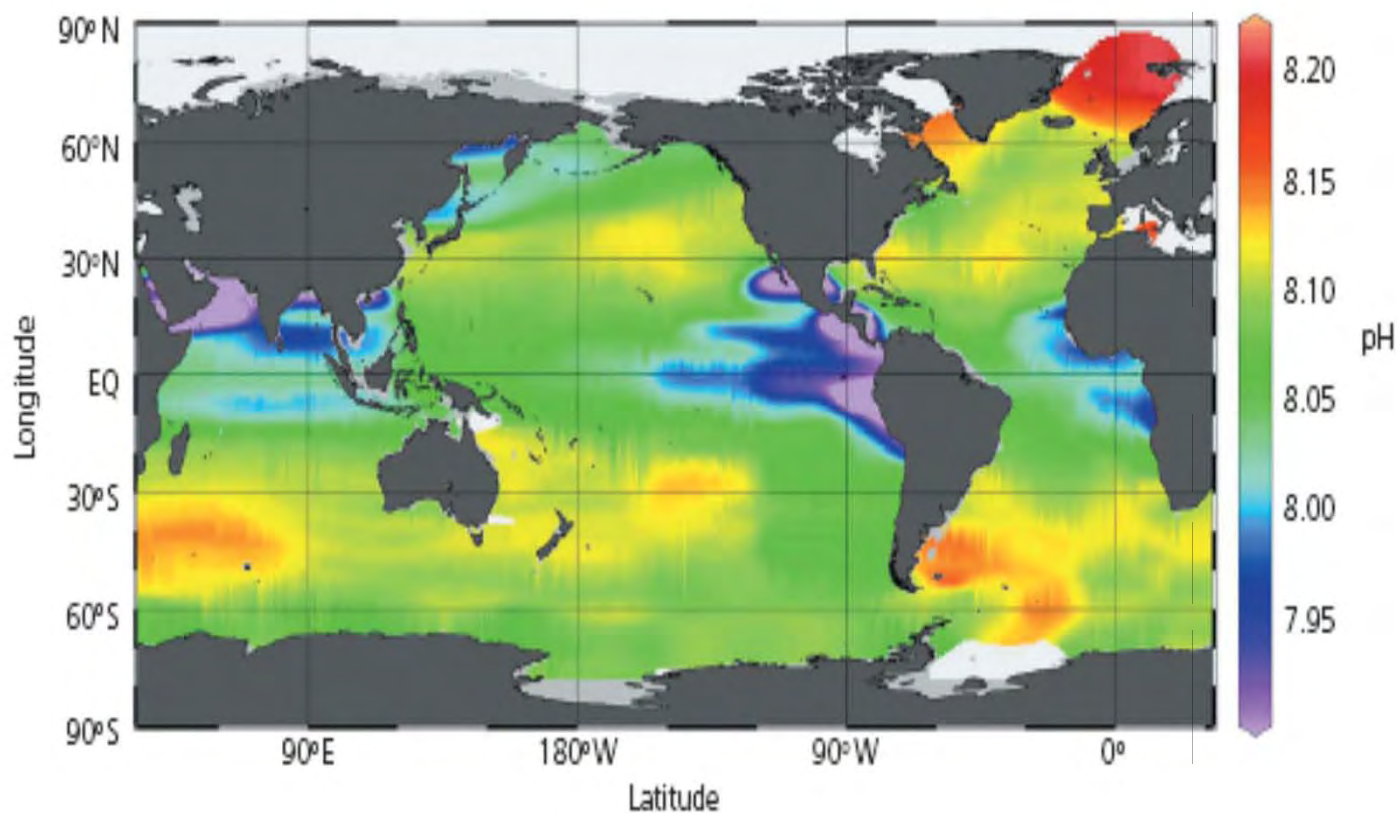


Figura 6. Niveles de pH para los primeros 50 m de profundidad para el año de 1994, reflejándose los más bajos valores (azul y violeta) en las zonas de gran surgencia. Igualmente se notan disminuciones en el Caribe oeste y suroeste (Tomado de The Royal Society, 2005).

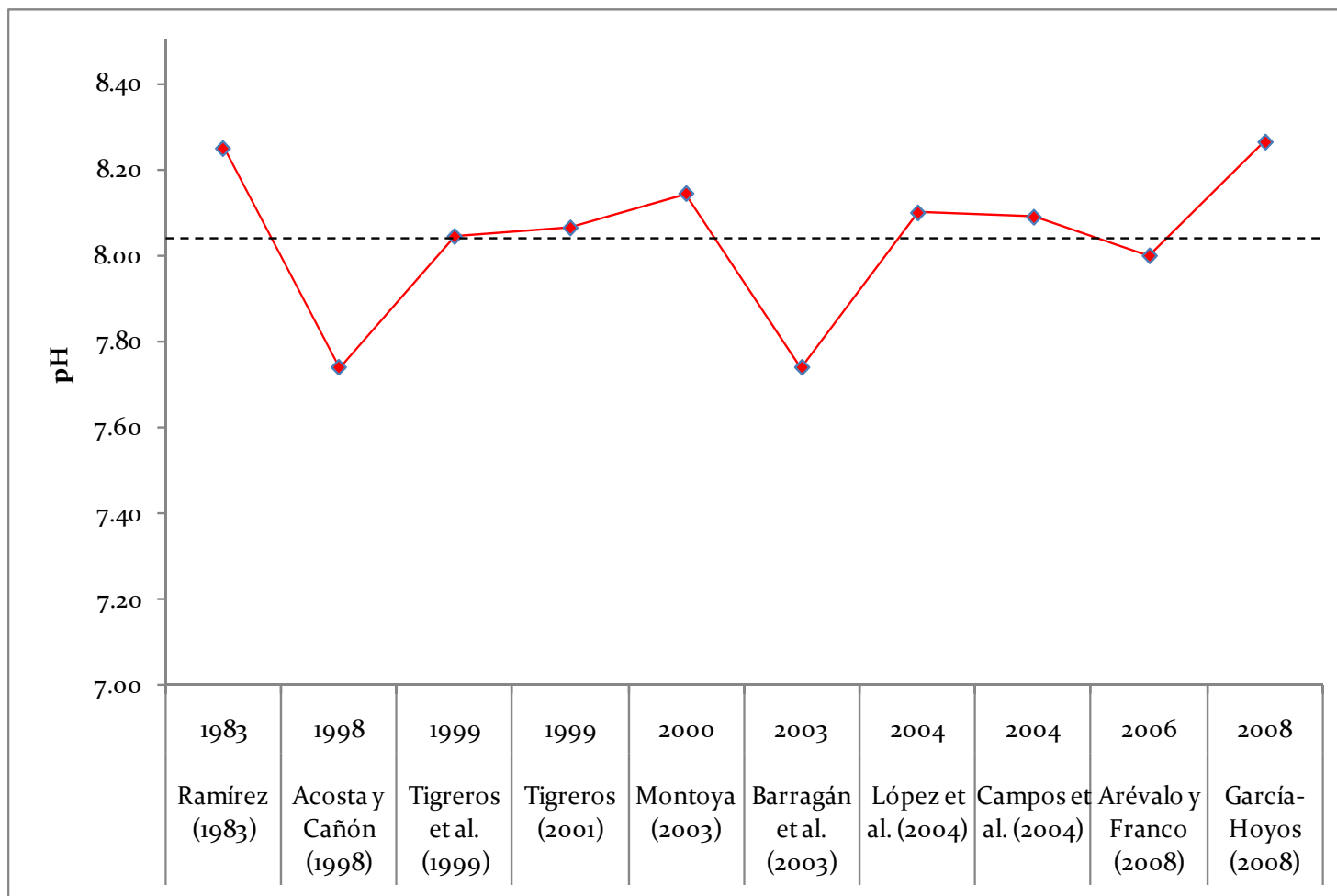


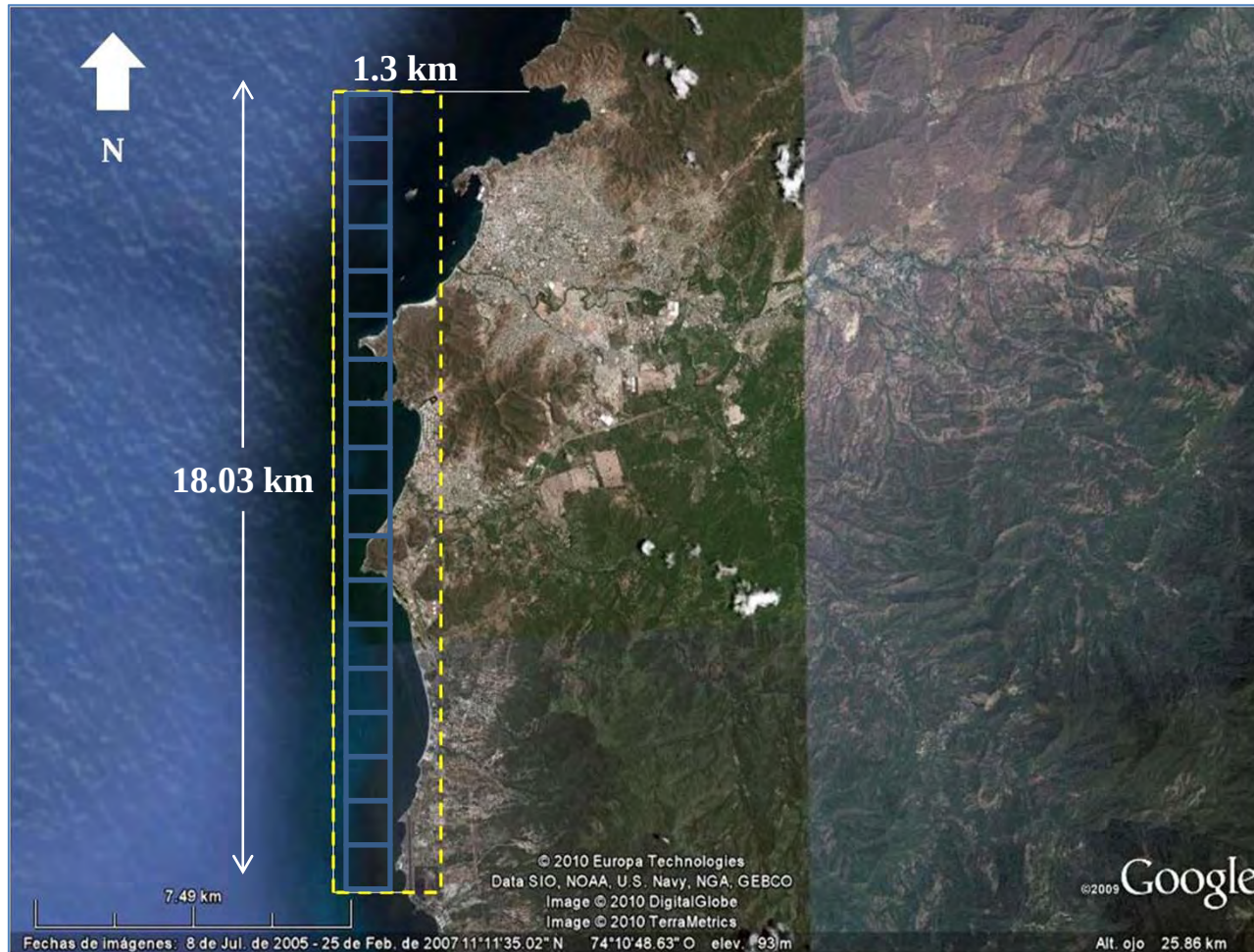
Figura 7. Cambios temporales en los niveles de pH, obtenidos a partir de diferentes investigaciones en la zona costera del departamento del Magdalena. La línea punteada, refleja el valor medio de pH en el mar, bajo condiciones ideales.



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

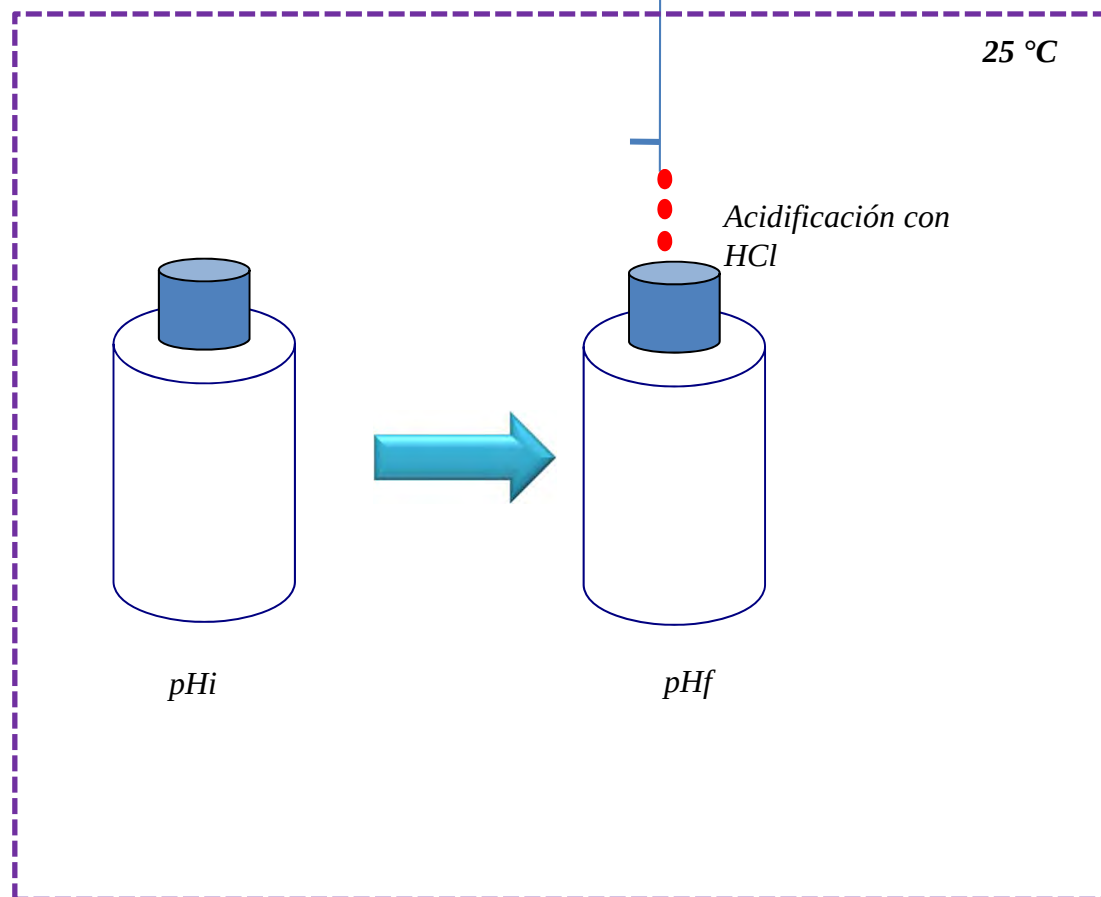


UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



*Escala temporal (anual):
4 periodos climáticos.*

Figura 8. Definición del área de muestreo en la plataforma continental del departamento del Magdalena. El recuadro amarillo corresponde a un área de **23.44 km²**. Desde el sector de Kosta Azul al sur y la Bahía de Taganga al norte (Tomado y modificado del Google Earth, 2010).



$$TA = [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] + [B(OH)_4^-] + [OH^-] - [H^+] + [SiO(OH)_3^-] + [MgOH^+] + 2[HPO_4^{2-}] + 3[PO_4^{3-}]$$

$$A_c = [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}]$$

$$\Sigma CO_2 = [CO_2] + \{H_2CO_2\} + [HCO_3^{-1}] + [CO_3^{-2}]$$

Anderson y Robinson y descrito por Parsons et al. (1984)

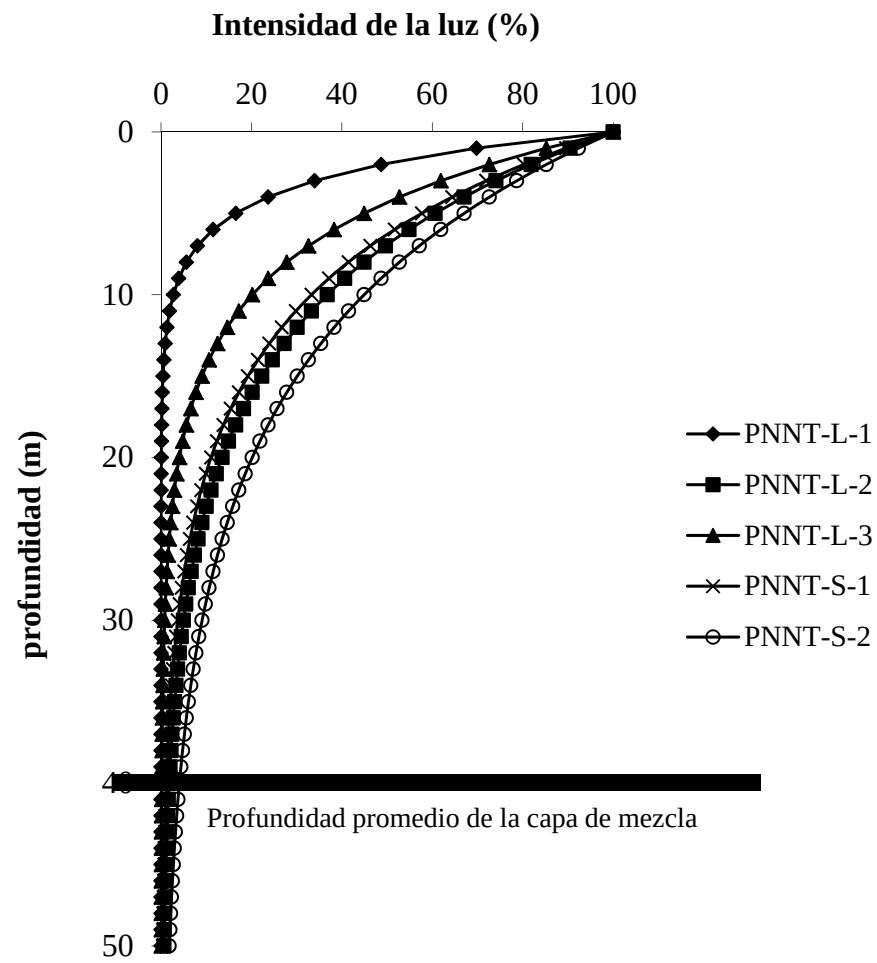
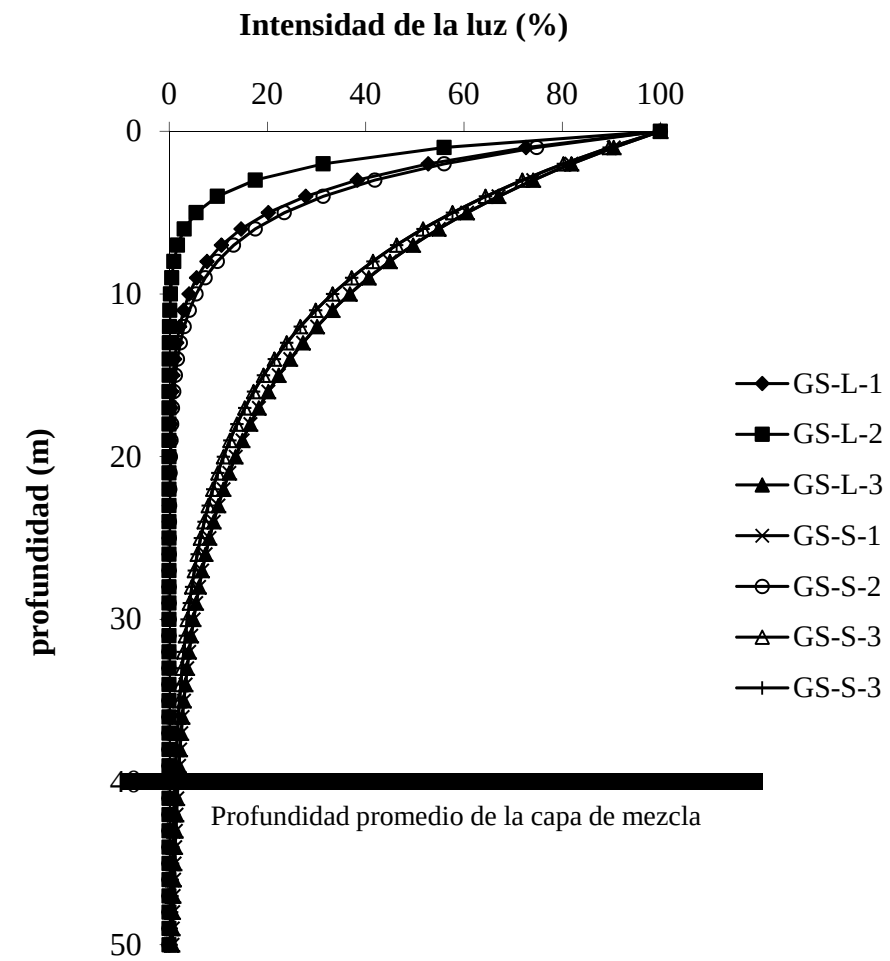


Preguntas de investigación:

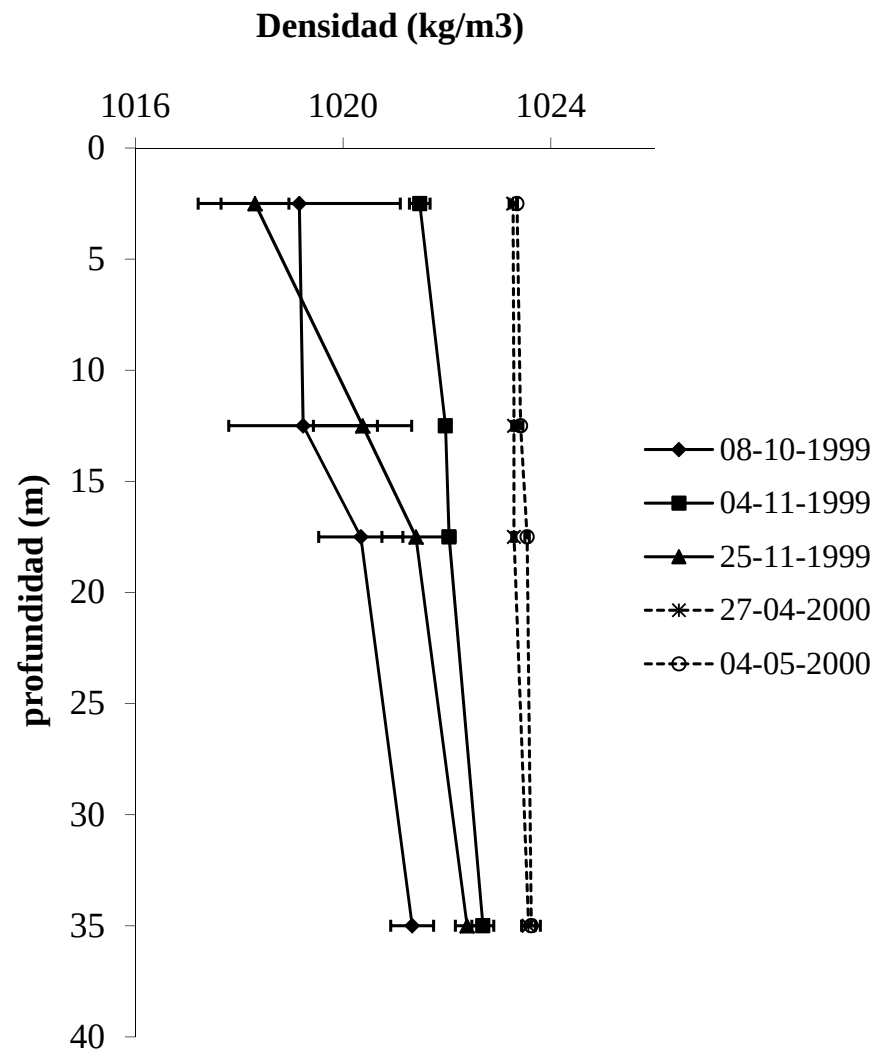
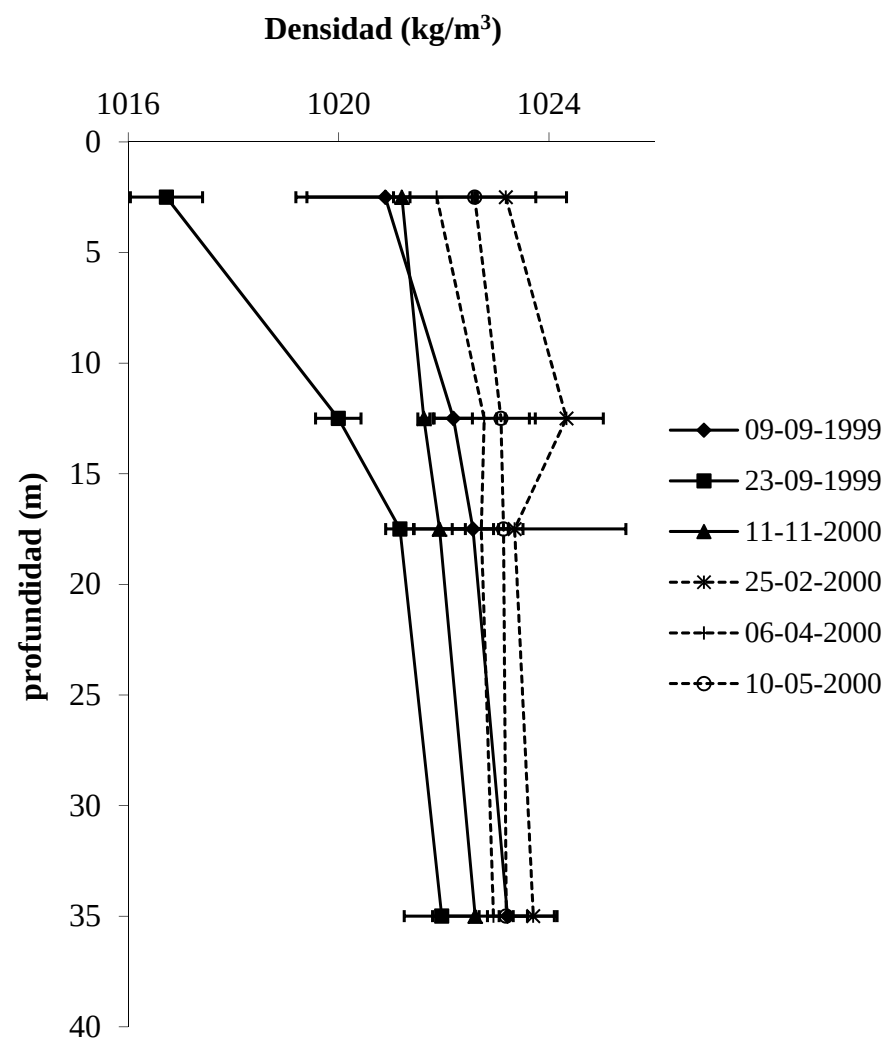
- ¿Hay descenso en los niveles de pH en las capas superficiales del agua asociada a la plataforma continental del departamento del Magdalena, tal como se viene ya detectando en la región oeste de la Gran Cuenca del Caribe, al punto de registrar eventos de acidificación oceánica?
- ¿Existen altas concentraciones de CO₂ acuoso en este sistema tropical, indicativo de acumulación de este gas en aguas marinas tropicales?
- ¿Hay ya evidencias de un desequilibrio en la condición química del balance carbonatos-bicarbonatos, en este sistema tropical de alta importancia ecológica?

Transparencias para preguntas de la Comisión
evaluadora

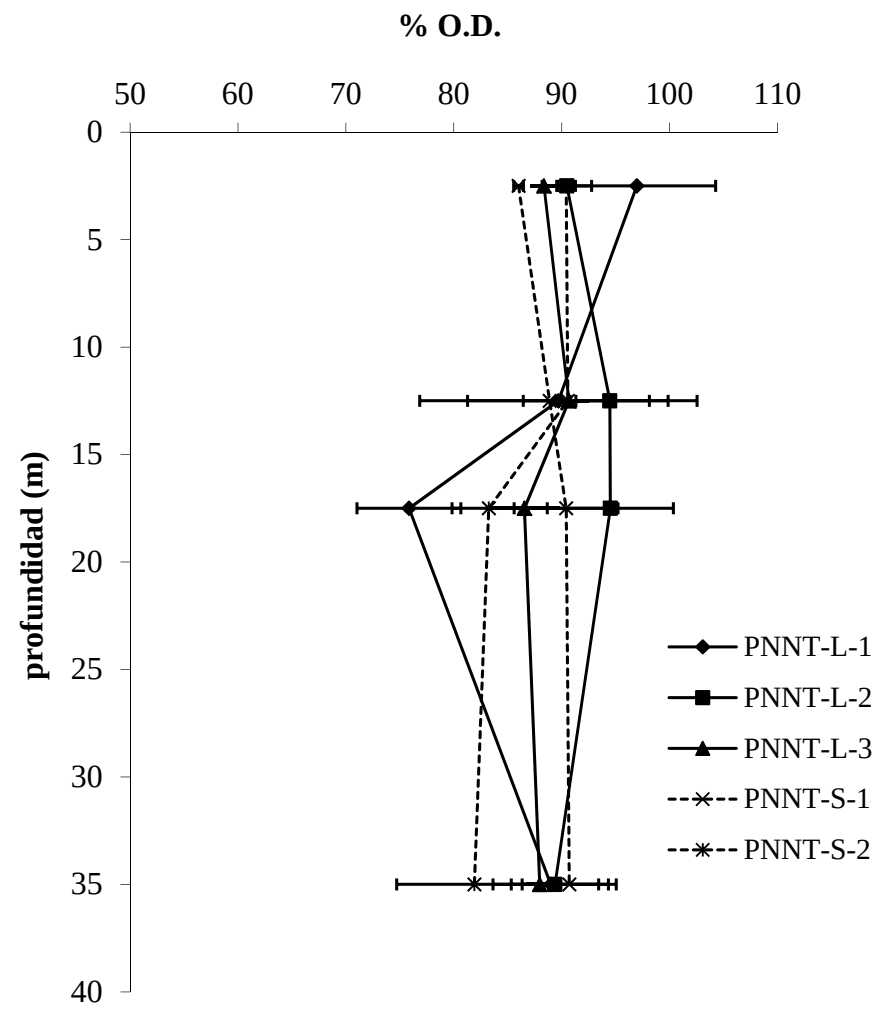
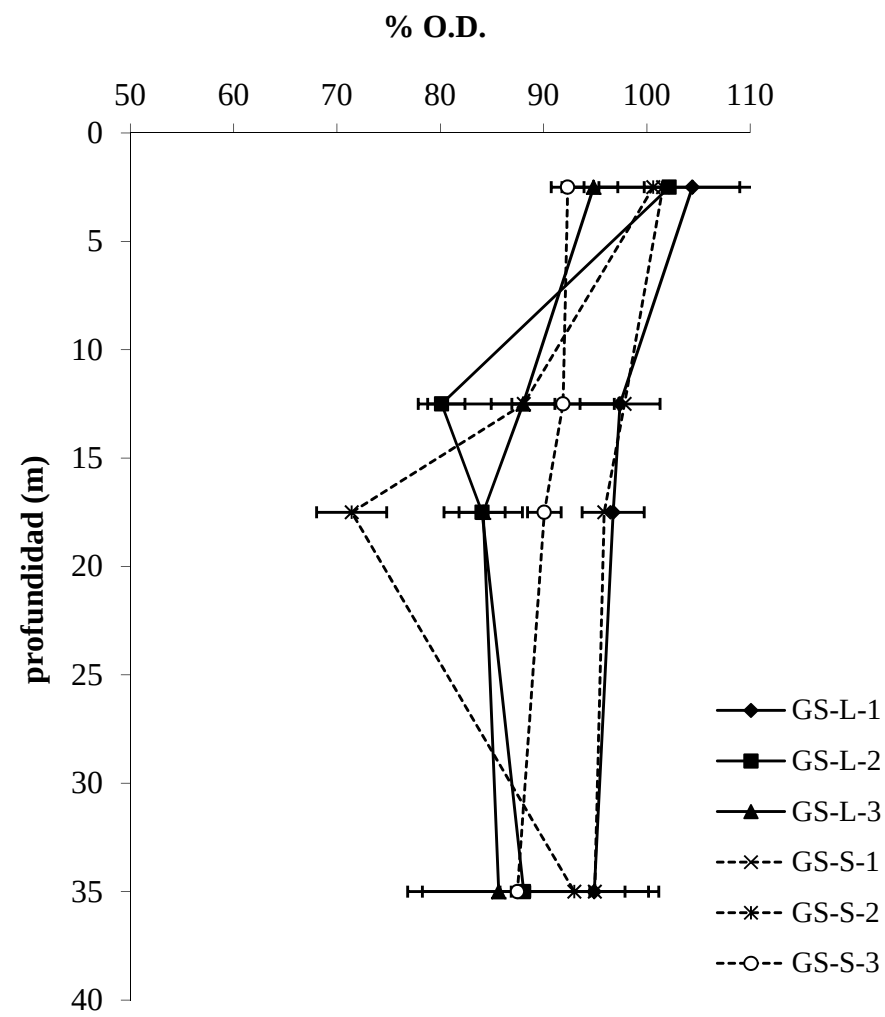
RESULTADOS Y DISCUSIÓN



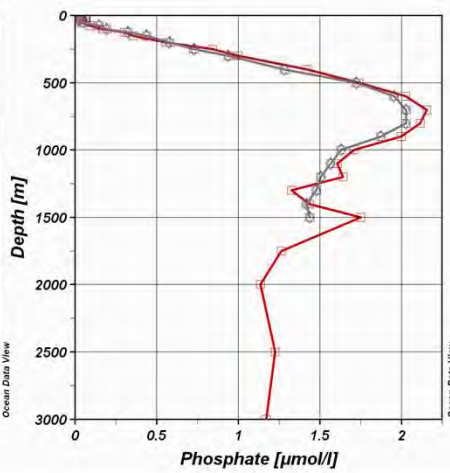
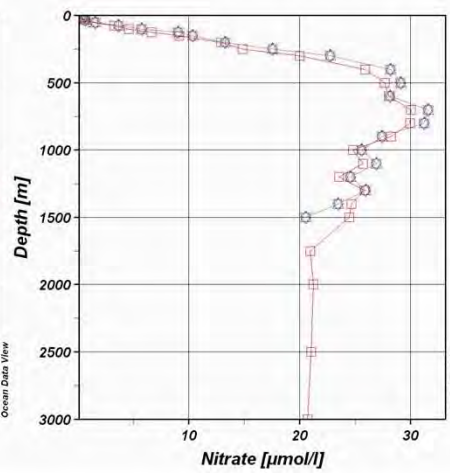
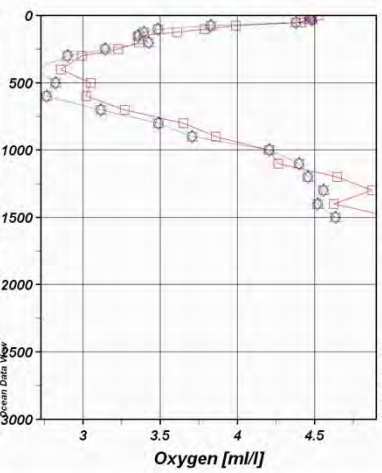
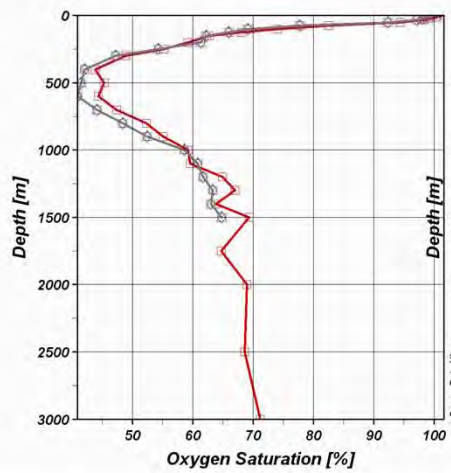
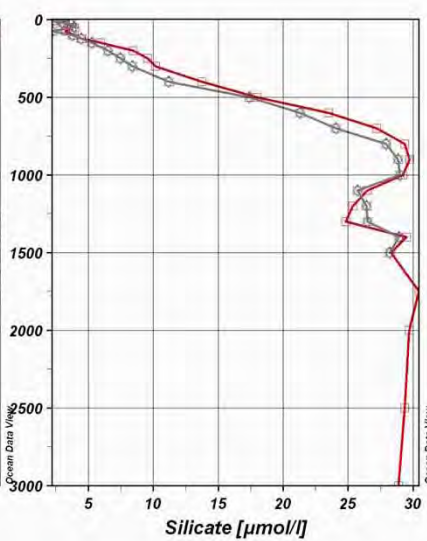
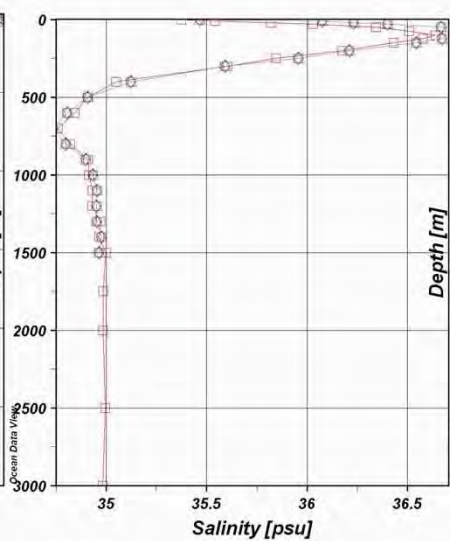
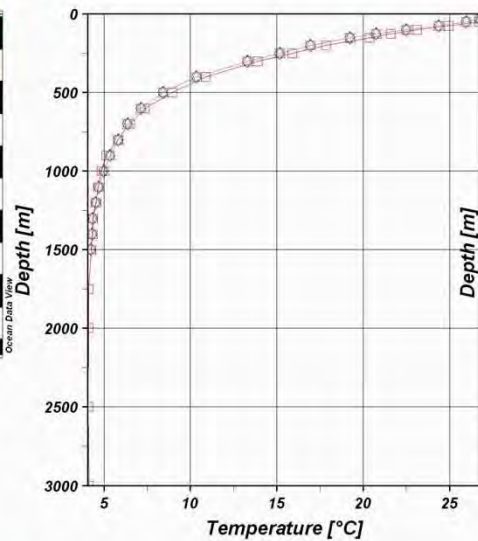
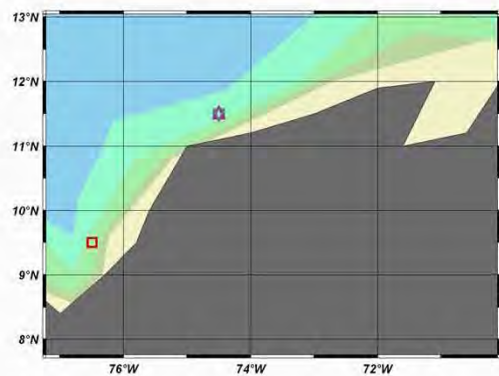
RESULTADOS Y DISCUSIÓN



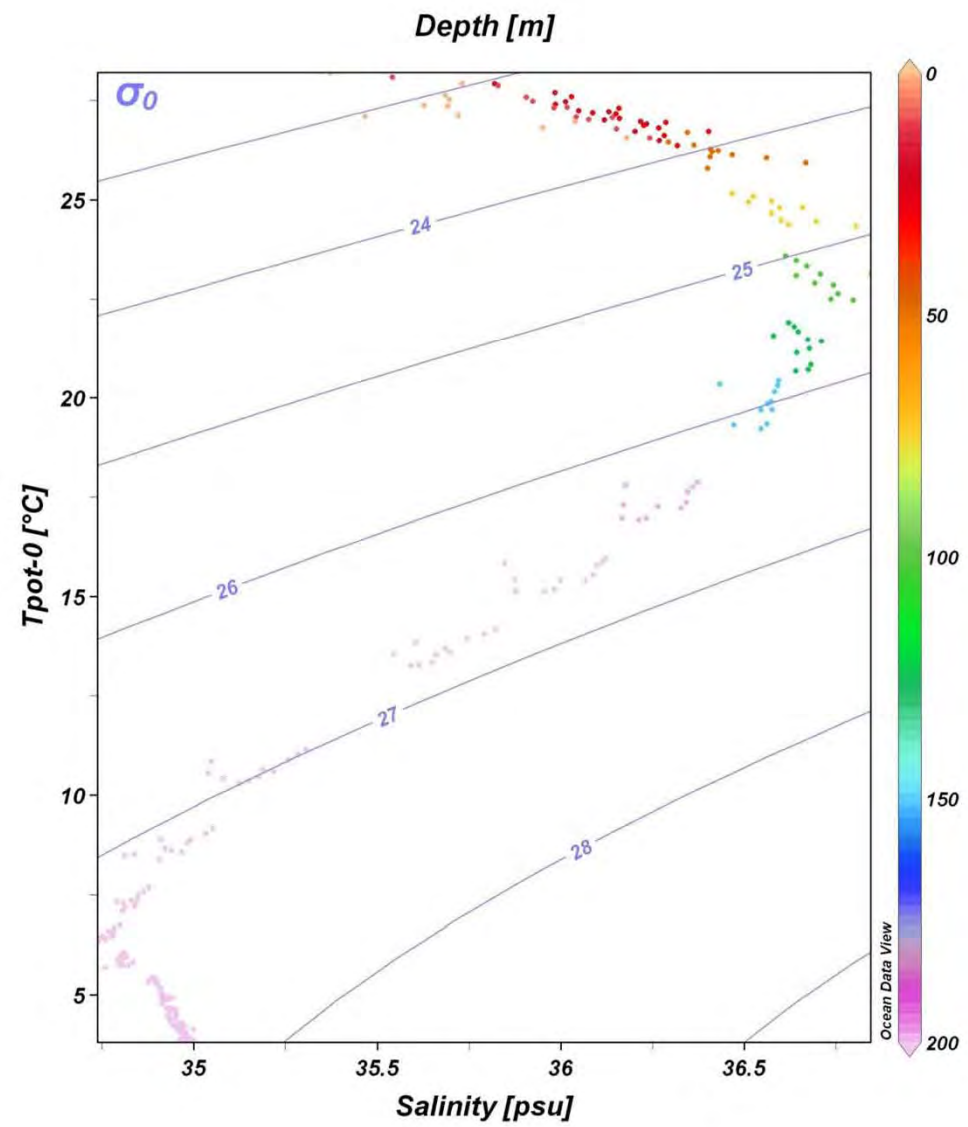
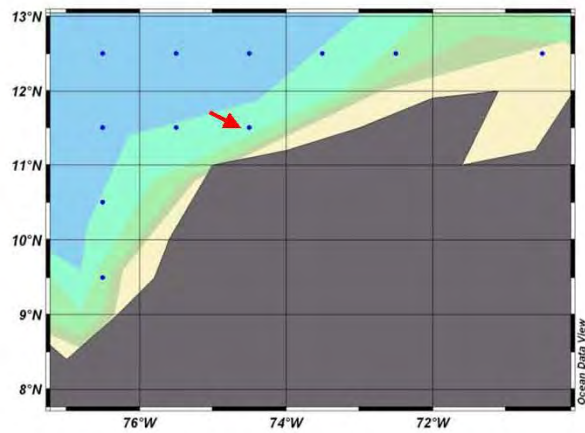
RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Rango: 3.1 – 5.2 ml l⁻¹



Fuente: Ocean Data View, Año 2001.



Fuente: Ocean Data View, Año 2001.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3. Rangos de concentración de nutrientes ($\mu\text{g at l}^{-1}$) en las capas superficies de la Ensenada de Gaira y otros sectores del Departamento del Magdalena, considerando diferentes años y períodos climáticos. n.d.= no determinado (Tomado de Franco-Herrera 2005).

O.D. saturado $\longrightarrow$ Nitrificación

Nitratos max (e. seca) = $3.5 \mu\text{M}$ (Ramírez 1990)

Lugar	Fuente	Período climático	Amonio	↓ Nitritos	↓ Silicatos	Ortofosfatos
Ensenada de Gaira	Sema y Vallejo (1996)	<u>Lluvia</u>	0.17-2.00	0.07-0.87	n.d.	0.16-2.34
	Londoño (1995)	Lluvia	0.02-2.3	0.01-1.25	n.d.	n.d.
	Tigeros et al. (1999)	Seca	0.10-0.71	0.01-1.49	0.70-7.05	0.01-1.92
	Barragán et al. (2003)	<u>Lluvia</u>	<0.01-4.78	0.01-0.71	n.d.	0.01-2.44
	Campos et al. (2004)	Seca	<0.01-7.84	<0.01-5.63	n.d.	<0.01-0.92
Bahía de Santa Marta	Ramírez (1983)	Anual		0.02-0.09	0.16-60.1	0.03-0.35
Bahía de Chengue (zona de coral)	Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira (2003)	Anual	<0.1-8.41	0.0-0.71	<0.1-39.4	<0.03-0.54

Bajos nutrientes en la surgencia, especialmente NO_3 : 1) Patrón de circulación global de los océanos; 2) Denitrificación y ANAMMOX.

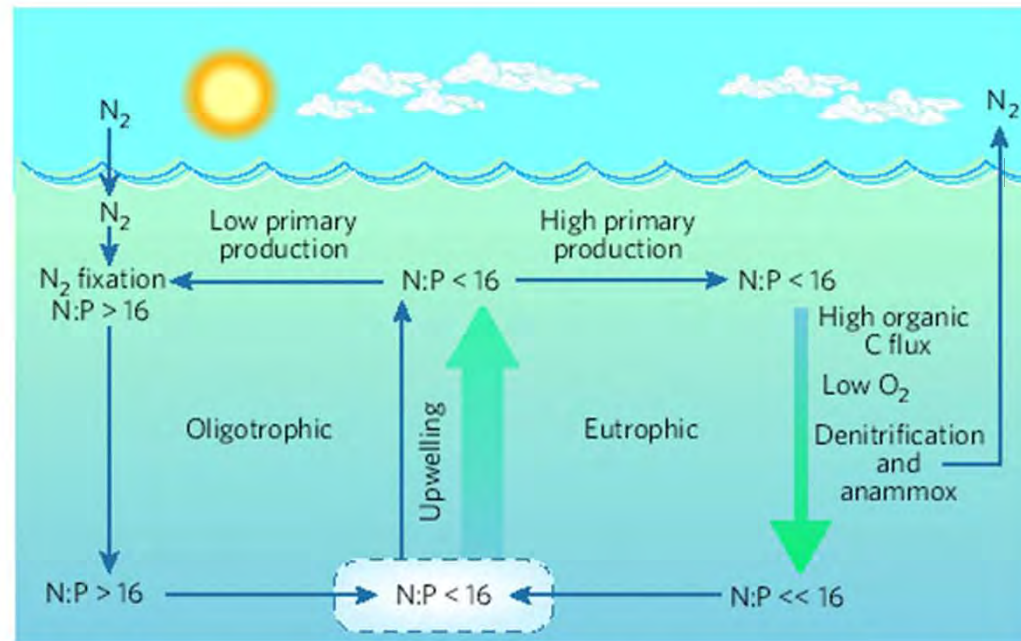
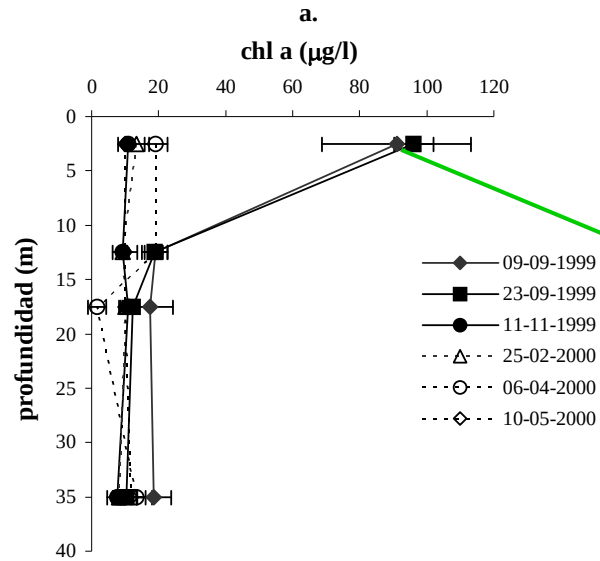


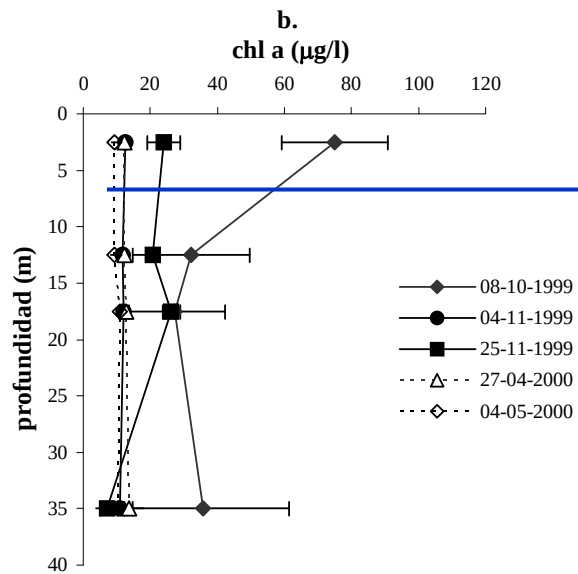
Figure 2 | The global ocean balance between N_2 fixation and the loss of fixed N through anammox and denitrification. Waters upwelling to the surface are generally slightly depleted in N relative to P (below Redfield). Where upwelling of N and P is substantial (eutrophic regions), primary production is high, resulting in the sinking of large amounts of organic matter. As this organic matter is broken down and its N and P are solubilized, a large fraction of the available O_2 is consumed. In these suboxic waters, anammox and denitrification converts NH_4 and NO_3 to N_2 , resulting in a loss of biologically reactive N from the system and a marked decrease in the deep ocean N:P ratio. In contrast, where upwelling of N and P is low (oligotrophic regions), primary production is reduced and often dominated by N_2 -fixing cyanobacteria, which are favoured in low-nutrient, N-depleted surface waters. N_2 fixation increases the N:P ratio of the organic matter to values above the Redfield ratio, which is eventually remineralized to produce waters enriched in N. However, global rates of N_2 fixation are not sufficient to balance the losses of fixed N to anammox and denitrification. Consequently, the contemporary ocean has a mean N:P ratio slightly less than the Redfield ratio. (Arrigo KR. 2005. Marine microorganisms and global nutrient cycles. Nature 437: 349-355).

RESULTADOS.

Golfo de
Salamanca



Parque
Nacional
Natural
Tayrona

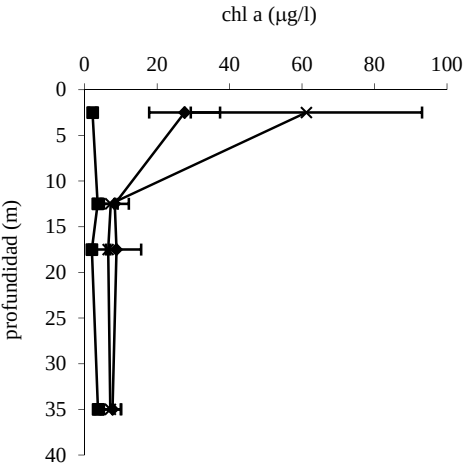


Concentración de feopigmento $a < 0.1 \mu\text{g l}^{-1}$

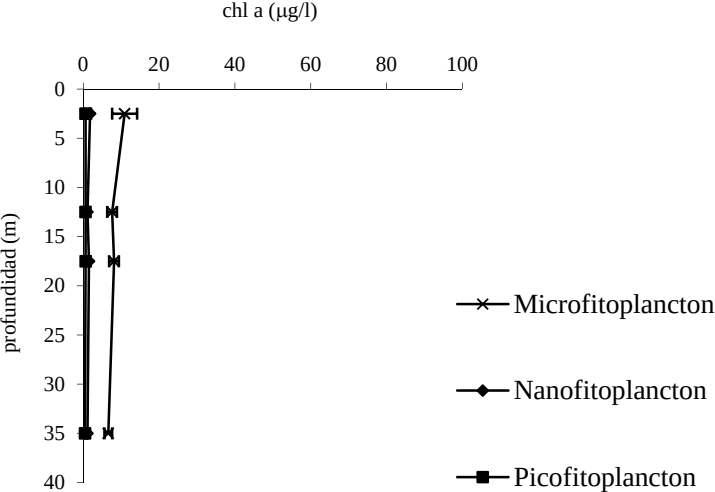
———— Lluvia
- - - - - Seca

Concentración de clorofila α en la columna de agua por clases de talla – Golfo de Salamanca (GS)

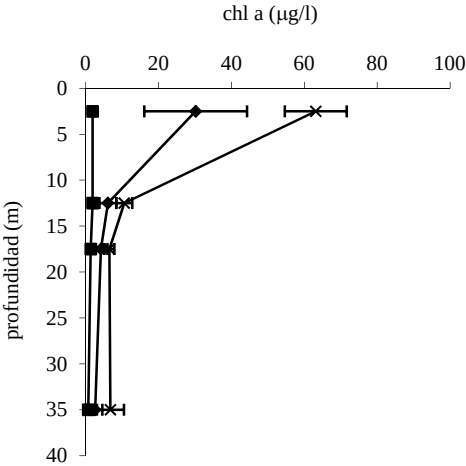
GS - Estación lluvia-1



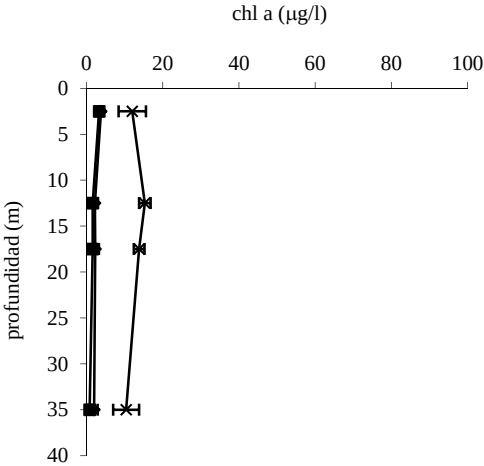
GS-Estación seca-1



GS-Estacion lluvia-2

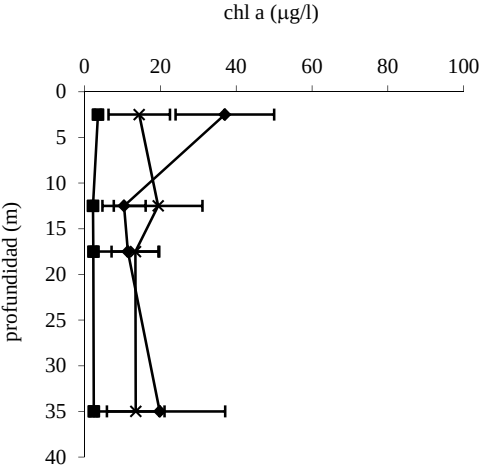


GS-Estación seca-2

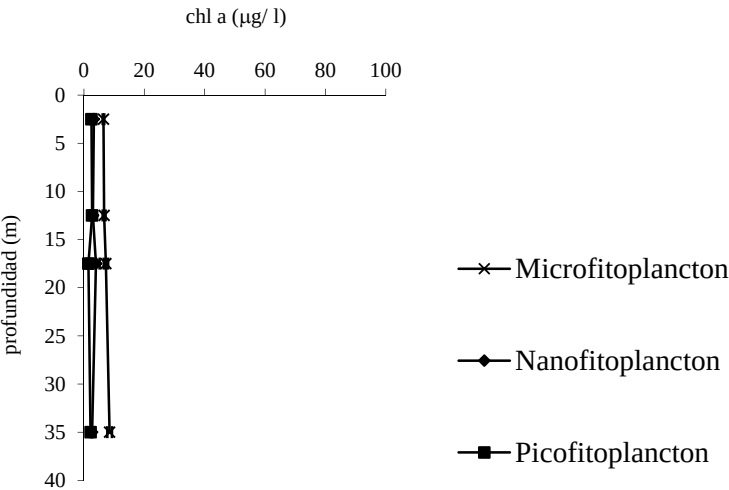


Concentración de clorofila *a* en la columna de agua por clases de talla – Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT)

PNNT-Lluvia-1

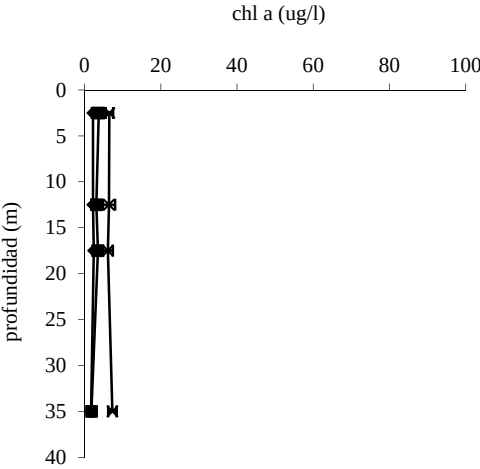


PNNT-Estación seca-1

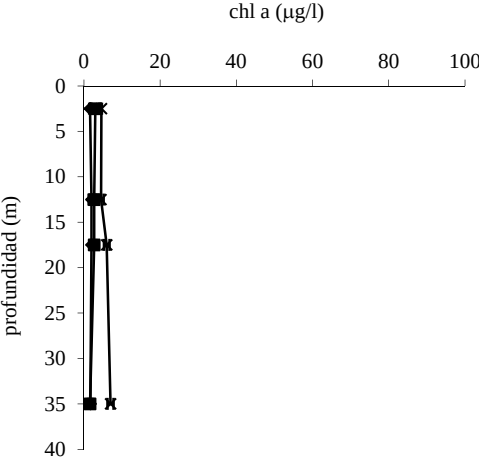


- Microfitoplancton
- Nanofitoplancton
- Picofitoplancton

PNNT-Lluvia-2

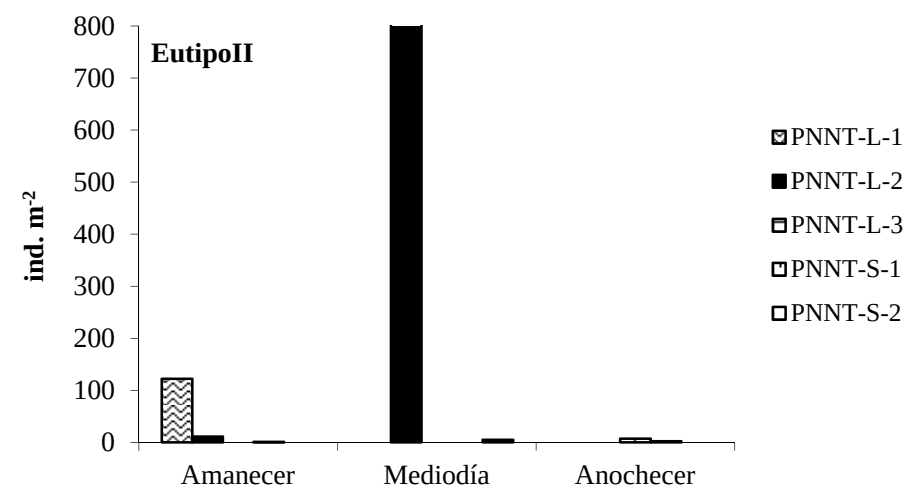
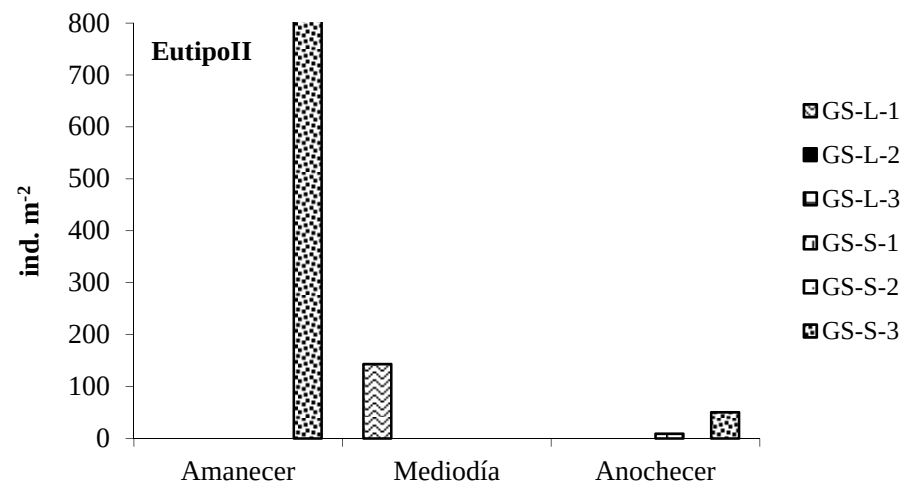
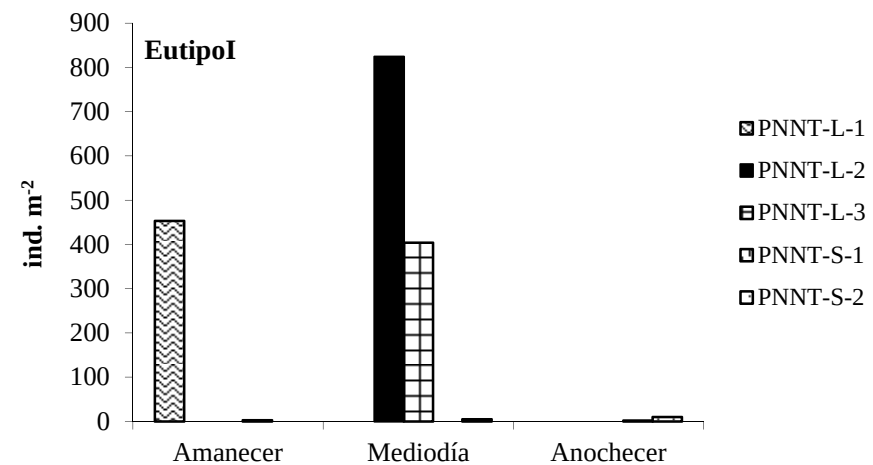
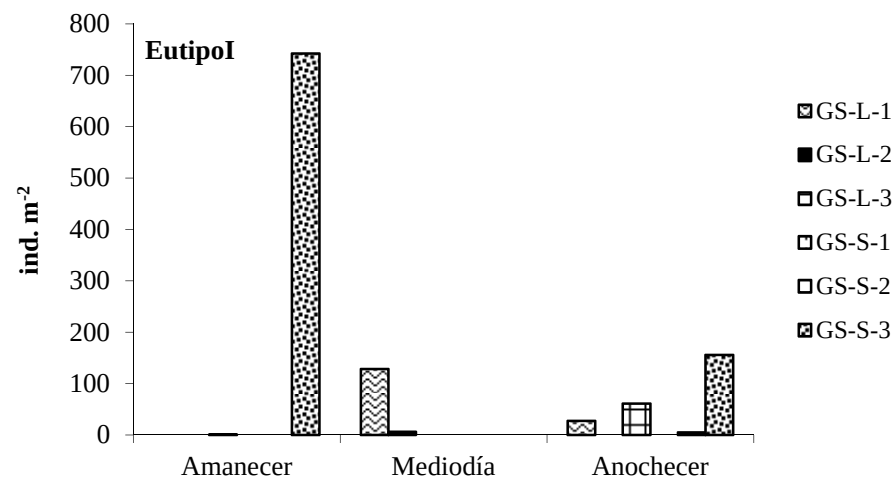


PNNT-Estación seca-2



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento diario de la Abundancia de *E. subtenuis*



Razones día-noche en referencia a la abundancia *Eucalanus bungii* son > 1 para copépodos grandes.

Razones día-noche en *Oithona* spp.es < 0.1 , para copépodos pequeños.

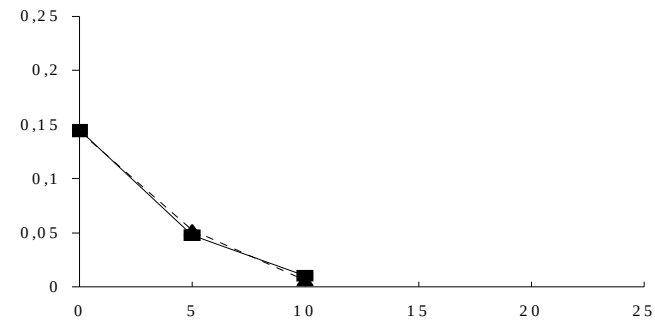
Conclusión: Variación amplia interespecífica y en diferentes espacios y tiempos.

(Shaw W & CLK Robinson 1998. Night versus day abundance estimates of zooplankton at two coastal stations in British Columbia, Canada. Marine Ecology Progress Series 175: 143-153.)

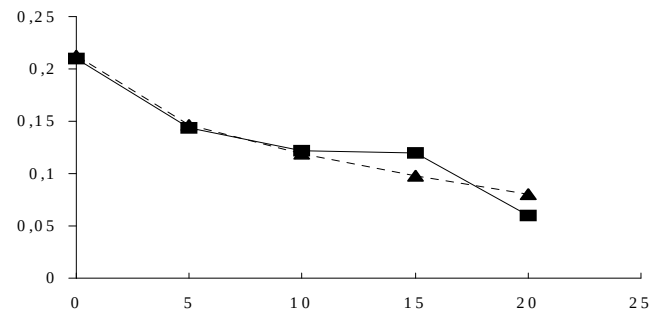
Hipótesis de migración vertical del zooplancton:

- Hipótesis de alta intensidad de luz.
- Hipótesis de captura del fitoplancton.
- Hipótesis de predación.
- Hipótesis de conservación de energía.
- Hipótesis de mezcla de agua por acción de vientos.

Constante de aclaramiento intestinal

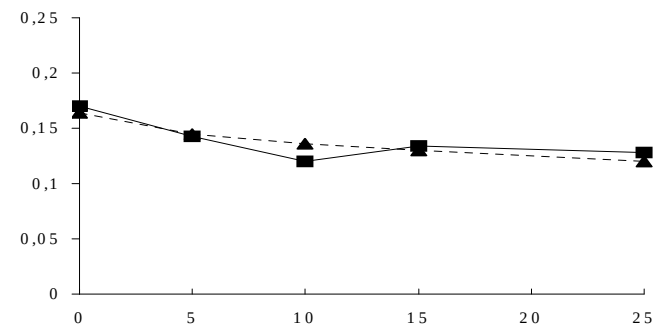


ng pigmento total cop⁻¹



$$K_{21^{\circ}\text{C}} = 0.049 \pm 0.023 \text{ min}^{-1}.$$

n= 6.



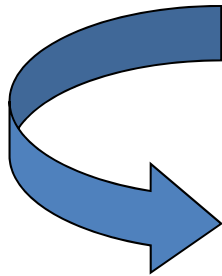
tiempo (min)

RESULTADOS.

Valores-p de correlación de Spearman.

$P = 0.027$ GS

$P = 0.036$ PNNT



		GS		PNNT	
		Eutipol	EutipolII	Eutipol	EutipolII
Fitoplancton	Picofitoplancton	0.076	0.091	0.731	0.929
	Nanofitoplancton	0.677	0.698	0.760	0.689
	Microfitoplancton	0.373	0.668	0.015* +	0.065
	Clorofila <i>a</i> total	0.797	0.899	0.054	0.094
Materia orgánica particulada	Picocarbohidratos	0.001** +	0.012* +	0.211	0.310
	Nanocarbohidratos	0.015* +	0.251	0.809	0.986
	Microcarbohidratos	0.518	0.298	0.072	0.079
	Carbohidratos totales	0.228	0.533	0.199	0.183
	Picoproteínas	0.974	0.615	0.040* -	0.030* -
	Nanoproteínas	0.249	0.061	0.779	0.553
	Microproteínas	0.387	0.822	0.106	0.069
	Proteínas totales	0.270	0.239	0.026* -	0.015* -

Quimiorrecepción en calanoideos a nivel de anténulas (Paffenhöfer & Stearns 1988, Hassett & Blades-Eckelbarger 1995, Moore *et al.* 1999).

< Gasto energético la asimilación de carbohidratos/proteínas (20/80%, Thor 2000).

Método fluorométrico para la estimación de Ingestión

Ventajas

- ✓ Sensible a bajas concentraciones.
- ✓ Mide clorofila *a* y feopigmento *a* equivalente a clorofila *a*.
- ✓ Fácil aplicación a diferentes grupos del zooplancton.

Desventajas

- × Presencia de astaxantinas.
- × Transformación de alimento ingerido en compuestos no fluorescentes.
- × Presencia de CBE (medición de Ingestión aparente, corrección Modelo Michaelis-Menten; Head & Harris 1996, Bochdansky & Deibel 1997).
- × No diferencia grupos taxonómicos del fitoplancton que han sido ingeridos (HPLC, Meyer-Harms & Bodungen 1997).

Phylum Arthropoda

Clase Maxillopoda

Subclase Copepoda

Infraclass Neocopepoda

Superorden Gymnoplea

Orden Calanoida

Familia Eucalanidae

Género *Eucalanus*

Eucalanus subtenuis (Giesbrecht, 1888)

Criterios diagnósticos de clasificación para Eucalanidae

- Forma antero-posterior del cefalotórax.
- Presencia-ausencia de patas.
- Presencia-ausencia de espinas en segmentos torácicos y patas.
- Presencia-ausencia de lóbulos en las maxílulas.
- Número de cerdas (= setas) en lóbulos y basípodos de maxílulas, maxílas.

Diferencias diagnósticas de *E. subtenuis* – vs- otras especies de Eucalanidae

- | | |
|---|---|
| 1. Con <i>Rhincalanus</i> spp. | 1. No espinas en los segmentos torácicos 4-5 (<i>R. cornutus</i> y <i>R. nasutus</i> si los tienen). |
| | 2. P_5 en machos simétrica y uniramosa en ambos lados (otros tiene uno uniramoso y el otro biramoso). |
| 2. Con <i>Subeucalanus crassus</i> y <i>S. monachus</i> | 1. 4 cerdas en el L_{i3} de M_{x1} (<i>S. crassus</i> y <i>S. monachus</i> tienen 3 cerdas). |
| 3. Con <i>Paraeucalanus sewelli</i> | 1. L_{i2} de la M_{x1} ausente (<i>P. sewelli</i> si lo tiene). |
| 4. Con <i>Subeucalanus pileatus</i> | 1. 4 cerdas en el B_2 de la M_{x1} (<i>S. pileatus</i> tiene 5). |
| 5. Con <i>Eucalanus inermis</i> | 1. Segmentos torácicos y abdominales parcialmente cubiertos de espinas muy pequeñas. |

	Chile	Colombia	Referencias
Familia Eucalanidae	5-6 especies	6 especies	
	<i>Rhincalanus nasutus</i>	<i>Subeucalanus crassus</i>	Vidal (1968)
	<i>Eucalanus inermis</i>	<i>Subeucalanus monachus</i>	Arcos (1975)
	<i>Eucalanus attenuatus</i>	<i>Subeucalanus pileatus</i>	Hidalgo y Escribano (2001)
	<i>Eucalanus crassus</i>	<i>Paraeucalanus sewelli</i>	Bernal (2000)
	<i>Eucalanus subtenuis</i>	<i>Eucalanus subtenuis</i>	Escribano <i>et al.</i> (2003)
		<i>Rhincalanus cornutus</i>	
Eucalanidae representativo			
	<i>Eucalanus inermis</i>	<i>Eucalanus subtenuis</i>	
Rango de profundidad (m)	0-500	0-180??	
	** <i>E. bungii</i> (Surgencia California: 0-225 m).		
Hábito trófico	Herbívoro	Herbívoro	
Afinidad biogeográfica	Templado-Subtropical Costero	Tropical Costero (Advección??) Oceánico	
Factores - vs-distribución	Temperatura Disponibilidad de alimento Zona mínima de oxígeno (ZMO) Surgencia	Disponibilidad de alimento Aportes continentales Surgencia	Brooks & Mullin (1983), Bernal (2000), Bernal y Zea (2000), Escribano <i>et al.</i> (2003), Hidalgo (2005), Hidalgo <i>et al.</i> (2005a), Hidalgo <i>et al.</i> (2005b), Franco-Herrera & Castro (en rev.)
Otros copépodos			
	<i>Calanus chilensis</i>	<i>Calanus minor</i>	
Afinidad biogeográfica	Templadas Costero + Oceánico Endémico del SCH	Tropical-subtropical Costero	
Hábito trófico	Omnívoro	Herbívoro	
	<i>Centropages brachiatus</i>	<i>Centropages velificatus</i>	
Afinidad biogeográfica	Templadas Surgencia	Tropical-subtropical Costero	
Hábito trófico	Omnívoro	Herbívoro	
	<i>Acartia tonsa</i>	<i>Acartia</i> sp.	
Afinidad biogeográfica	Costero + Oceánico Asociado a Evento Niño	Costero ??	
Hábito trófico	Omnívoro		

Microzooplankton 20-200 μm

Nanozooplankton < 20 μm

Flagelados heterotróficos

Ciliados

Altas tasas de crecimiento.

Radiolarios

Oportunistas.

Dinoflagelados

Rotíferos (e.g. *Brachionus*, *Keratella*).

Tintínidos (e.g. *Tintinnopsis*)

Sarcodinos

Metazoarios

Bacterias

LOOP MICROBIAL

Impacto de pastoreo elevado 60 – 70 %.

Importante de liberación de COD.

Importante en la remineralización de nutrientes (+ ambientes oligotróficos).

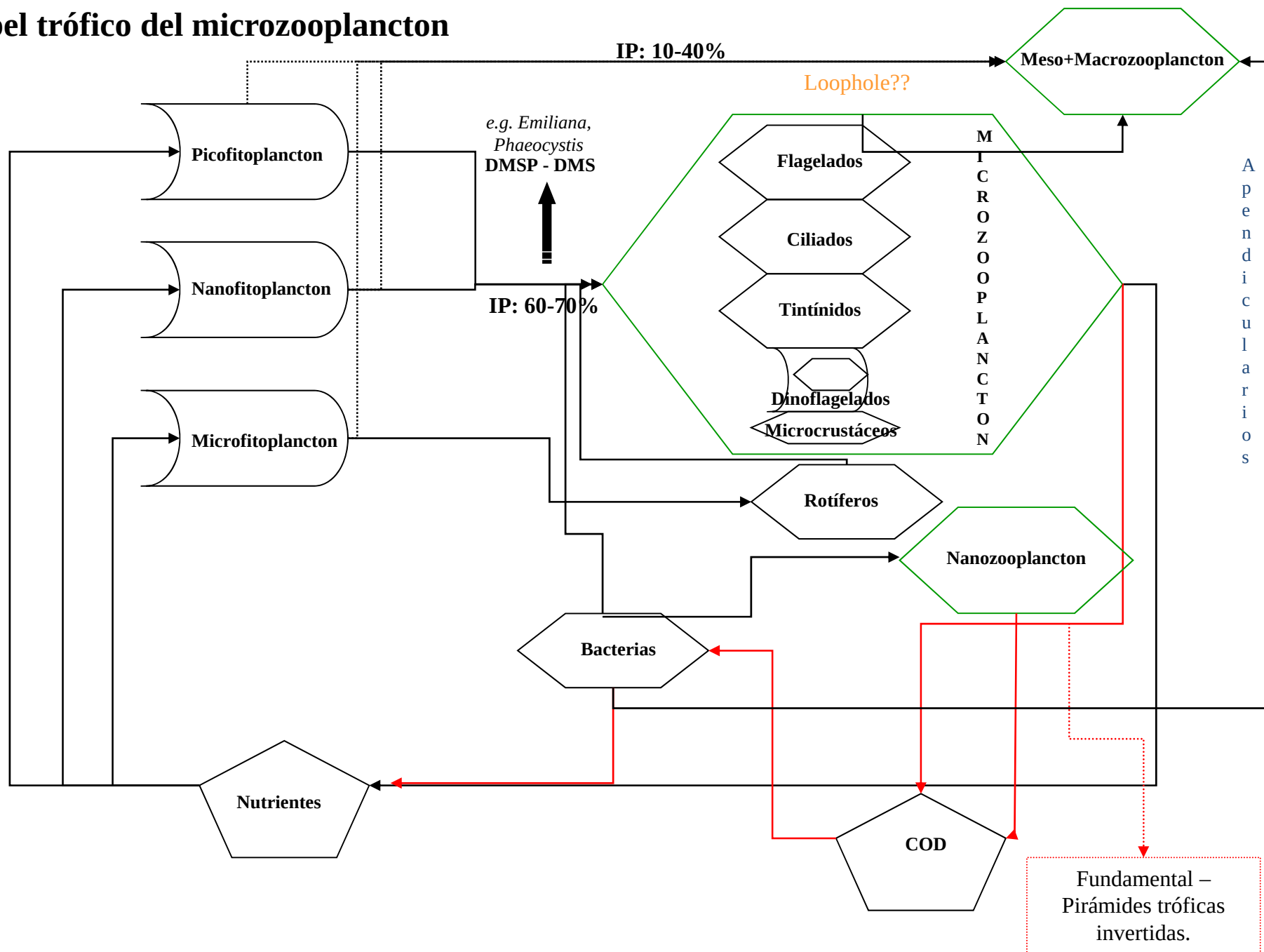
Fundamentales en los flujos de M+E en pirámides tróficas invertidas (+ ambientes oligotróficos).

Participación activa en la transformación DMSP a DMS.

Parte activa en “loopholes”.

(Azam *et al.* 1983, Bötjer & Morales 2005, Edwards *et al.* 2000, Godhantoraman *et al.* 2003, Irigoien *et al.* 2005, Quevedo *et al.* 2003).

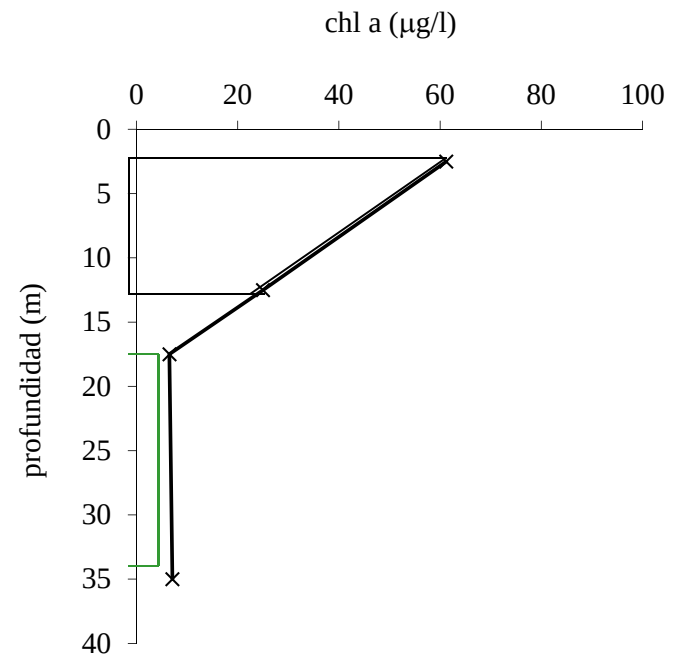
Papel trófico del microzooplancton



(Azam *et al.* 1983, Bötter & Morales 2005, Edwards *et al.* 2000, Godhantoraman *et al.* 2003, Irigoien *et al.* 2005, Quevedo *et al.* 2003, Scheinberg *et al.* 2005, Vargas & González 2004).

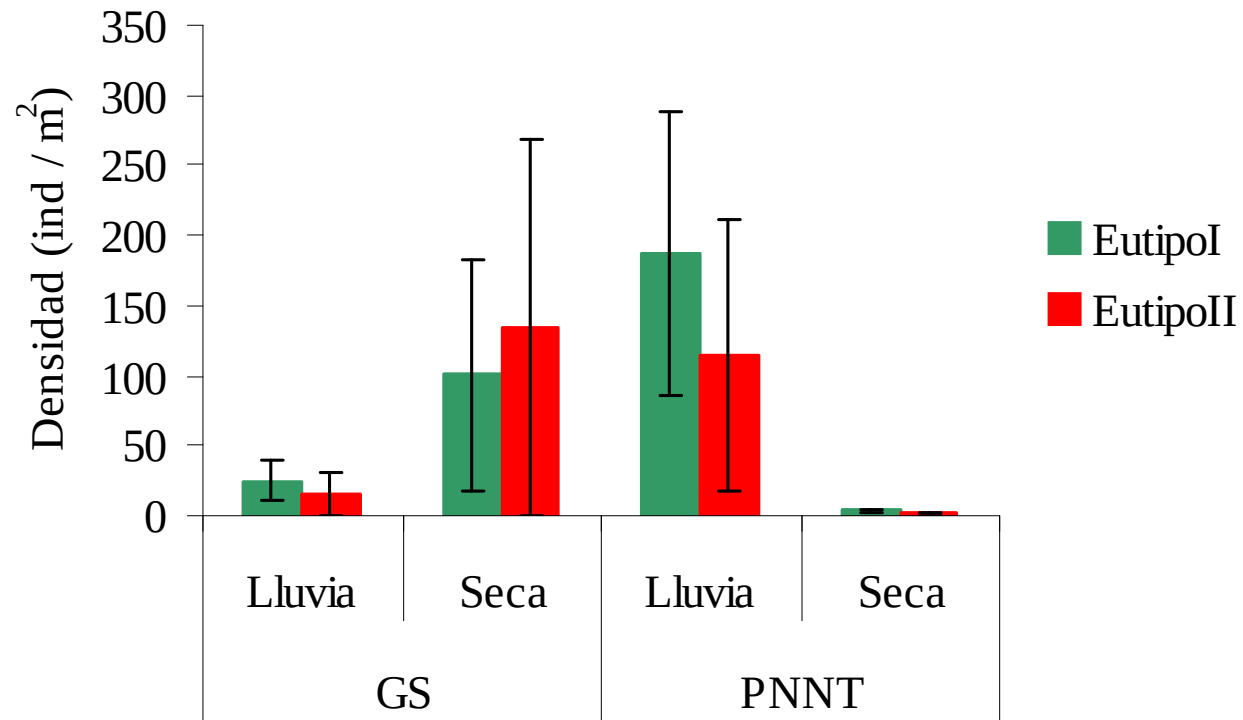
Modelo para integrar datos en la columna de agua

GS - Estación lluvia-1





Densidad de *Eucalanus subtenuis* en la columna de agua





Estación	Tipo de Agua	Autores	Chl-a mg m ⁻³
Ensenada de Gaira	Costeras	Arévalo (2007)	< 0,01 y 2,22
Islas de Providencia y Santa Catalina, Colombia	Insulares	Campos (2007)	0,057 - 0,849
Golfo de Salamanca	Costeras y oceánicas	Franco-Herrera <i>et al.</i> (2006)	7,6 - 96,1
Parque Nacional Natural Tayrona	Oceánicas	Franco-Herrera <i>et al.</i> (2006)	7,2 - 75,0
Ensenada de Gaira	Costeras	Campos <i>et al.</i> (2004)	0,21 - 2,24
Ensenada de Gaira	Costeras	Barragán <i>et al.</i> (2003)	0,107 - 4,37
Media Guajira, Colombia	Costeras	Colorado (2003)	< 8,0 - >77
Delta del Rio Magdalena, Colombia	lagunas costeras	Gocke <i>et al.</i> (2003)	62 - 130
Delta del Rio Magdalena, Colombia	lagunas costeras	Ruíz (1999)	0, 58 - 212,18
Plataforma continental de la Guajira, Colombia	Oceánicas	Duarte (1996)	0,76 - 1,52
Parque Nacional Natural Corales del Rosario	Oceánicas	Franco-Herrera <i>et al.</i> (1992)	0,01 - 0,08
Parque Nacional Natural Corales del Rosario	lagunas costeras	Gualteros <i>et al.</i> (1992)	0,1 - 0,8
Ciénaga Grande de Santa Marta	lagunas costeras	Hernández y Gocke (1991)	5,6 - 181,7
Bahía de Cartagena	Costeras	Arias y Durán (1984)	0,20 - 19,25
Bahía de Taganga y, Ensenadas de Gaira y Granate	Costeras	Presente estudio	< 0,01 - 1,610
Bahía de Mochina, Venezuela	Costeras	González <i>et al.</i> (2006)	1,11 - 44,59
Zona costera del Iquique, Chile	Costeras	Santander <i>et al.</i> (2003)	5, 0 - 11,0
Zona costera del Iquique, Chile	Oceánicas	Santander <i>et al.</i> (2003)	2, 0 - 5,0
Bahía de la Florida	Costeras	Philips y Badylak (1996)	0,2 - 39,9
Costa Hellshire, Jamaica	Costeras	Webber y Roff (1996)	0,70 - 2,64
Golfo de México	Costeras y oceánicas	Bianchi <i>et al.</i> (1995)	0,15 - 2,85
Plataforma continental noreste de Venezuela	Costeras y Oceánicas	Rodríguez y Varela (1987)	0,1 - 5,2
Costa central de Chile	Oceánicas	Arcos y Salamanca (1984)	5,0 - 20,0