

La pesca artesanal marítima del departamento del Magdalena

Una visión desde cuatro componentes

Marcela Grijalba-Bendeck
Diana Bustos-Montes
Camila Posada-Peláez
Angie Maribeth Santafé-Muñoz



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
República de Colombia



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO



incoder
instituto colombiano
de desarrollo rural

La pesca artesanal marítima del departamento del **M a g d a l e n a**

Una visión desde cuatro componentes

Editoras académicas

Marcela Grijalba-Bendeck

Diana Bustos-Montes

Camila Posada-Peláez

Angie Maribeth Santafé-Muñoz

Grupo de Investigación Dinámica y Manejo
de Ecosistemas Marino-Costeros -DIMARCO-



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

Santa Marta, 2012

La pesca artesanal marítima del departamento del Magdalena:
una visión desde cuatro componentes / editoras académicas
Marcela Grijalba-Bendeck... [et al.]. – Bogotá:
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2012.
458 p.: il.; 28 cm.

ISBN: 978-958-725-112-8

1. PESCA ARTESANAL – MAGDALENA (COLOMBIA). I. Grijalba-Bendeck, Marcela, ed.

CDD639.22"p473"

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO

Rectora

Cecilia María Vélez White

Vicerrector académico

Diógenes Campos Romero

Director de Investigación, Creatividad e Innovación

Manuel García Valderrama

Decano Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería

José Daniel Bogoya

Director Departamento Ciencias Biológicas y Ambientales

Iván Rey Carrasco

Director Sede Santa Marta

Hernando Valencia Abdala

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Juan Camilo Restrepo Salazar

Viceministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Ricardo Sánchez López

Director de Desarrollo Tecnológico

César Augusto Echeverry Castaño

Directora de Cadenas Productivas

Nohora Iregui

Proyecto Transición de la Agricultura

Mairo Urbina Amaris

Interventor

Javier Medina

MIEMBROS DE LA ALIANZA



Equipo de trabajo Proyecto:

"Valoración bioeconómica de las pesquerías artesanales con énfasis en la determinación actual de las tallas medias de madurez de las especies icticas de mayor importancia comercial, en los sitios de desembarque ubicados entre Tasajera y La Jorará, Departamento del Magdalena"

PRODUCCIÓN:

Dirección de Publicaciones UJTL

FOTOGRAFÍAS:

Equipo técnico del proyecto

CORRECCIÓN DE ESTILO Y REVISIÓN DE TEXTOS:

Henry Colmenares Melgarejo

Oscar Joan Rodríguez

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Oscar Joan Rodríguez

COORDINACIÓN EDITORIAL:

Henry Colmenares Melgarejo

IMPRESIÓN:

Ultracolor Ltda.

Todos los derechos reservados

Primera edición, Santa Marta, 2012

IMPRESO EN COLOMBIA - PRINTED IN COLOMBIA

Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción de este documento para fines comerciales. Este libro es producto de investigación científica y ha sido sometido a evaluación por pares.

Citar obra completa:

Grijalba-Bendeck, M.; Bustos-Montes, D.; Posada Peláez, C. y A. Santafé-Muñoz (Ed.) 2012. La pesca artesanal marítima del departamento del Magdalena (Colombia): una visión desde cuatro componentes. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Proyecto Transición de la Agricultura, Bogotá, Colombia. 454 p.

Citar artículos:

Autores. 2012. Título artículo. Pp (intervalo de páginas). En: Grijalba-Bendeck, M.; Bustos-Montes, D.; Posada Peláez, C. y A. Santafé-Muñoz (Ed.) 2012. La pesca artesanal marítima del departamento del Magdalena (Colombia): una visión desde cuatro componentes. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Proyecto Transición de la Agricultura, Bogotá, Colombia. 454 p. ISBN: 978-958-725-112-8

Créditos de las imágenes:

DIMARCO

Santa Marta, 2012

Estudiantes Tesistas-Pregrado

Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano

Laura Camacho Jaramillo

Lida Castro Martínez

José Andrés Cuéllar Pinzón

Camila Gómez Cubillos

Pablo Guerrero Bernal

Ana María Novoa Pabón

Cristhian Olaya Reyes

Yuli Páez Herrera

Carlos Mario Palacio Barros

Ramón Alejandro Plazas

Diana Restrepo Gómez

Alejandra Saza Quintero

Javier Torres Rodríguez

Universidad del Magdalena

Sarith Salas Castro

Karina Tejeda Rico

Estudiante Tesista-Posgrado

Universidad de Barcelona

Juan Pablo Beltrán

Encuestadores de Campo

Nolbys Matos

Olivia Acosta

Abelardo Meléndrez

Manuel Borja

Ramón Márquez

Angélica Urieles

Karen Urieles

Avelina Madrid

Mario Pinto

Mania Delgado

Luis Eduardo Vásquez

Ángel Arroyo

Manuel Vega

Yulis Mendoza

María Eugenia Santos

Antonio Castro

Jhon Jairo Gómez

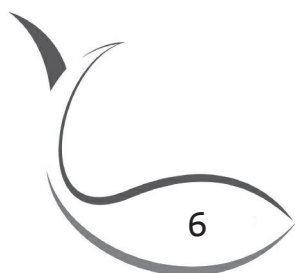
William Guerra

Janis Paola Rodríguez

TABLA DE CONTENIDO

	pág
Presentación	7
Prólogo	9
Agradecimientos	12
Capítulo 1. Condiciones atmosféricas y oceanográficas en la plataforma continental del departamento del Magdalena (junio 2008 – junio 2010)	15
Capítulo 2. Variación espacio-temporal del desembarco pesquero artesanal marítimo del departamento del Magdalena, Caribe colombiano	43
Capítulo 3. Aspectos biológicos de las principales especies comerciales de la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano	115
3.1. Aspectos biológicos de <i>Elops saurus</i> (macabí) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	117
3.2. Aspectos biológicos de <i>Opisthonema oglinum</i> (machuelo) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	130
3.3. Aspectos biológicos de <i>Bagre marinus</i> (chivo banderillo) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	147
3.4. Aspectos biológicos de <i>Centropomus undecimalis</i> (róbalo) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	157
3.5. Aspectos biológicos de <i>Caranx crysos</i> (cojinúa negra) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	174
3.6. Aspectos biológicos de <i>Caranx hippos</i> (juel aleta amarilla) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	191
3.7. Aspectos biológicos de <i>Selar crumenophththalmus</i> (ojo gordo) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	208
3.8. Aspectos biológicos de <i>Lutjanus synagris</i> (pargo rayado) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	225
3.9. Aspectos biológicos de <i>Pristipomoides aquilonaris</i> (pargo cacique) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	245

3.10. Aspectos biológicos de <i>Rhomboplites aurorubens</i> (pargo cunaro) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe Colombia	258
3.11. Aspectos biológicos de <i>Conodon nobilis</i> (cocó) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	272
3.12. Aspectos biológicos de <i>Micropogonias furnieri</i> (coroncoro o corvinata) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	289
3.13. Aspectos biológicos de <i>Sphyraena guachancho</i> (picúa) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	305
3.14. Aspectos biológicos de <i>Trichiurus lepturus</i> (sable) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	322
3.15. Aspectos biológicos de <i>Auxis thazard thazard</i> (cachorreta) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	338
3.16. Aspectos biológicos de <i>Euthynnus alletteratus</i> (bonito) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	354
3.17. Aspectos biológicos de <i>Scomberomorus brasiliensis</i> (carite) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	372
3.18. Aspectos biológicos de <i>Scomberomorus cavalla</i> (sierra) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	391
3.19. Aspectos biológicos de <i>Thunnus alalunga</i> (albacora) capturado por la pesca artesanal en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano	405
Capítulo 4. Elementos de manejo y conservación de los recursos ícticos aprovechados por la pesca marítima artesanal que se efectúa en el margen costero del departamento del Magdalena, Caribe colombiano	417



PRESENTACIÓN

A través de los años la pesquería artesanal se ha convertido en una tradición arraigada a la vida de numerosas familias que viven en la zona costera a lo largo de la región Caribe y representa para muchos habitantes la principal fuente del sustento diario. Específicamente en el departamento del Magdalena, la pesca soporta complejas cadenas productivas que conforman un importante renglón de la economía local y nacional. No obstante, Colombia aún desconoce el gran valor social de esta actividad, y el pescador artesanal tiene acceso limitado a beneficios gubernamentales y a planes de mejoramiento e impulso empresarial. Solo con su ingenio y destreza, desafiando a ese gigante llamado mar, los pescadores se internan en él día a día, noche a noche, en busca de un recurso que significa para ellos y sus familias un futuro mejor.

La Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano consciente de la necesidad de conocer y conservar los recursos ícticos del país y la pesca como actividad ancestral, evaluó la situación de la pesquería artesanal marina del departamento del Magdalena y concluyó que su situación es crítica. La sobreexplotación de la que han sido objeto muchas de las especies de la región ha conllevado a que su volumen de desembarco haya disminuido con los años y que sus poblaciones naturales estén claramente reducidas. En este contexto el conocimiento básico de la actividad pesquera desde sus diversos componentes representa un significativo aporte para la formulación y aplicación de medidas de manejo de los recursos, resaltando la importancia de hacer partícipes de las decisiones, a las comunidades que se benefician directa e indirectamente de la pesca artesanal.

El Proyecto en el cual se enmarca este documento buscó obtener un acercamiento con las comunidades de pescadores artesanales del departamento y evaluar en conjunto todo lo relacionado con el desarrollo de la pesca. Fueron años de dedicación a este Proyecto, que se desarrolló no solo desde la óptica investigativa, sino también con la visión de una actividad socioeconómica fundamental para la región. La comunidad representada por aproximadamente 500 familias, se vinculó en las diferentes etapas del proyecto, el cual se convirtió en un espacio con sentido social en el que se enfatizó la necesidad de promover la pesca responsable. La vinculación de la mujer en esta investigación fue fundamental, muchas de ellas se capacitaron en la toma de información pesquera, biológica y económica, labor que realizaron con gran responsabilidad, llegando incluso a liderar procesos dentro de su comunidad para la gestión de recursos para nuevos proyectos, de acuerdo a sus necesidades.

Desde una perspectiva histórica, la actividad pesquera en el Magdalena, ha tenido muy poca evolución y hoy se ve compartiendo el territorio con puertos carboníferos como en el sector de Ciénaga y municipios del sur del departamento, con la actividad turística y con áreas marinas protegidas como Parques Nacionales Naturales al norte del mismo. Dichas actividades han conllevado a que estas comunidades traten de buscar el recurso en aguas más lejanas y profundas, utilizando las mismas embarcaciones propias de la pesca somera y costanera. Así lo entendió el grupo de investigadores del Proyecto quienes dentro de esta investigación, gestionaron la adquisición de un equipo de propulsión para la embarcación de una asociación organizada de pescadores de la región (Coopestaganga) como alternativa productiva para el sector y un aliciente a esos viajeros milenarios del océano.

Así pues, el efecto de este arduo trabajo ha sido maravilloso y un proceso de enriquecimiento mutuo entre la Universidad y la comunidad. La aceptación del grupo familiar en torno a métodos de pesca amables con el ambiente y sus beneficios, la importancia de respetar el tamaño de las diferentes especies que componen la riqueza íctica, así como de permitir por lo menos un desove de cada individuo; fueron entre otras las principales recomendaciones que compartieron con el grupo de trabajo desde su experiencia.

Es gratificante para la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Sede Santa Marta, poder entregar a la comunidad científica y académica, a la institucionalidad ambiental y pesquera y muy especialmente a los pescadores y sus familias, a través de este libro, parte de toda la experiencia recogida en estos años de trabajo, esperando contribuir al desarrollo pesquero sustentable del departamento del Magdalena y en general del Mar Caribe de Colombia.

HERNANDO VALENCIA ABDALA

Director Sede Santa Marta

La mayor parte de las pesquerías artesanales a nivel mundial revelan la falta de integración de la investigación biológica y ecológica con la información social y económica, condensada en bases de datos continuas y confiables; esta dificultad es señalada como la principal restricción para evaluar y administrar los recursos pesqueros, desarrollar adecuadamente un manejo integrado de zonas costeras y mejorar las técnicas extractivas y calidad de vida de quienes dependen de esta actividad. A través de esta investigación se constata que en Colombia la pesca artesanal es una actividad dinámica, compleja y de gran importancia socioeconómica porque aporta sustancialmente a la seguridad alimentaria de buena parte de las comunidades costeras del departamento del Magdalena, donde especies como la cojinúa negra, el machuelo o el sable, son las que mayor proporción de proteína aportan a las comunidades, pero contrariamente no figuran como importantes en las estadísticas gubernamentales, ni cuentan con ninguna medida de manejo o control en la actualidad.

Aunque el panorama para la pesca artesanal en Colombia no es muy alentador, la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL) a través de la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería y el Programa de Biología Marina, está comprometida con el desarrollo de la pesca en el país. Al interior de sus líneas de investigación en biodiversidad y bioconservación, sostenibilidad e impacto ambiental y biología aplicada, dirigiendo importantes esfuerzos para evaluar el estado actual de explotación tanto de peces óseos como cartilagosos en ambientes marino-costeros y continentales, con miras a aportar elementos que permitan ampliar su conocimiento y conservación, enfocándose principalmente en la pesca artesanal del Caribe colombiano.

En este sentido se formuló el proyecto de investigación titulado “Valoración bioeconómica de las pesquerías artesanales con énfasis en la determinación actual de las tallas medias de madurez de las especies ícticas de mayor importancia comercial, en los sitios de desembarque ubicados entre Tasajera y La Jorará, departamento del Magdalena”, cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia - Proyecto de Transición de la Agricultura y la UJTL registrado bajo el contrato número 289-2007T6682-289-07; en alianza con la Cooperativa Integral de Pescadores de Taganga Coopestaganga, Asopargo, la Corporación de Pescadores Chinchoreros de Taganga y la Asociación de Pescadores Piscicultores, por parte del sector productivo; con la participación del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), la fundación Museo del Mar y la fundación SilaKangama, como entidades colaboradoras.

La finalidad de este proyecto fue evaluar la pesca artesanal marítima que se realiza en el margen costero del departamento del Magdalena integrando cuatro ejes de acción: técnico, normativo, productivo y participativo, con miras al aprovechamiento sostenible del recurso íctico. El proyecto fue desarrollado por el Grupo de Investigación en Peces del Caribe - GIPECA (Grupo B, COL0037247), que a la fecha de publicación de este libro se fusionó al Grupo de Investigación Dinámica y Manejo de Ecosistemas Marino-Costeros - DIMARCO (Grupo B, COL0026228), adscritos al Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales del Programa de Biología Marina perteneciente a la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería de la UJTL.

Durante su ejecución el proyecto contó con la participación de egresados, estudiantes voluntarios, tesistas y pasantes del Programa de Biología Marina de la UJTL, también se vincularon estudiantes, egresados y asesores de otras universidades, así como pescadores, comercializadores, líderes comunitarios y encuestadores, quienes sumaron sus esfuerzos para la obtención de productos escritos como tesis trabajos de grado, artículos científicos, presentaciones en eventos, notas divulgativas, además de memorias de reuniones de trabajo, mesas de concertación y capacitaciones, con las que se aportó sustancialmente al conocimiento de los recursos pesqueros de la región, propendiendo con ello a su conservación y uso sostenible.

La pesca artesanal marítima en el departamento del Magdalena como en otros lugares del mundo es multiespecífica, lo que significa que aprovecha muchas especies según su disponibilidad, empleando variadas artes y métodos de pesca. Esto la hace altamente compleja y dinámica, dificultando su estudio integral y por consiguiente su manejo. Pero más allá de lo anterior, la pesca marítima artesanal en el departamento, como ocurre en toda pesquería de Colombia se nota claramente afectada por la cambiante y débil representación institucional del sector pesquero a nivel gubernamental. Esta dificultad se traduce en un sector acéfalo categorizado como “pobre” con el argumento de “no aportar sustancialmente al producto interno bruto del país”. La falta de estadísticas actualizadas, estandarizadas, continuas y rigurosas, pueden explicar porqué más que un sector poco productivo, se trata de uno prácticamente invisible. No obstante brinda seguridad alimentaria y empleo a las numerosas comunidades costeras, las cuales reiteradamente se referencian como las de mayor nivel de pobreza.

Durante el desarrollo del libro se evidenció cómo la debilidad de la institucionalidad pesquera conlleva un sinnúmero de afectaciones, que van desde problemáticas en el ordenamiento de las zonas costeras, pasando por el trabajo independiente y muchas veces desarticulado de la academia, Institutos de Investigación, ONG y Fundaciones, quienes entran a cubrir y a asumir estos vacíos, llegando hasta la visión del pescador que no reconoce institucionalidad alguna.

Más allá del futuro que tengan los proyectos de ley enfocados al fortalecimiento del sector pesquero, el país debe con urgencia pensar en que la pesca marítima y continental en Colombia está dando evidentes signos de alarma. Estamos frente a numerosas experiencias a nivel mundial de colapso de pesquerías y extinción de especies, es hora ya de que el país entero –gobierno, sociedad civil, comunidad, industria– centre su atención hacia la pesca, a esa que está al lado del turista, del carbón, la que interactúa con áreas marinas protegidas, la que ha sido desplazada por la violencia durante las últimas décadas; a esa misma que brinda empleo y alimento a tanta gente.

El apoyo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural mediante su Proyecto de Transición de la Agricultura, fue un importante impulso no solo por la duración y alcance que logró tener esta investigación, sino también por generar alianzas estratégicas entre las entidades investigadoras y el sector productivo, que conllevaron a la obtención de valiosos resultados, muchos de los cuales quedan acá plasmados y serán punto de partida de quienes seguiremos apostando por la pesca sostenible.

A lo largo del libro se realiza una revisión de los resultados obtenidos los cuales se agruparon en cuatro componentes o capítulos: Oceanometereológico, Pesquero-Bioeconómico, Biológico, y Manejo y Conservación. A través de ellos el lector tendrá una visión integral sobre el estado actual y la dinámica de la pesca artesanal marítima que se desarrolla en el margen costero del departamento del Magdalena desde Tasajera hasta La Jorará, aportando numerosos indicadores del nivel de explotación de esta pesquería y sus particularidades. El documento ofrece una visión integral e interdisciplinaria de la situación actual de la pesca con un nivel de detalle espacio-temporal único, que brinda información tanto de la línea de base de la biología de las principales especies, como herramientas para el manejo sostenible de la actividad pesquera que incluyen aspectos como tallas medias de madurez y captura, especies y áreas prioritarias de conservación, artes y métodos nocivos, además del costo y rentabilidad de la pesca –entre otros-, todo esto a la luz de las condiciones ambientales que rigen la disponibilidad y accesibilidad del recurso íctico presente en la región, con el valioso aporte de las comunidades pesqueras, las cuales desde la toma de información en campo hasta la participación activa en mesas de concertación, se apropiaron de los resultados obtenidos y dan a este libro un aporte único y especial.

Este libro está dedicado a Kelly Katherine Acevedo Urzola †,

... al mar Caribe de Colombia y a los recursos que viven en él.

AGRADECIMIENTOS

El equipo de trabajo del Proyecto "Valoración bioeconómica de las pesquerías artesanales con énfasis en la determinación actual de las tallas medias de madurez de las especies ícticas de mayor importancia comercial, en los sitios de desembarque ubicados entre Tasajera y La Jorará, departamento del Magdalena -289-2007T6682-289-07-", manifiesta sus agradecimientos al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR), al Proyecto de Transición de la Agricultura y a la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL) a través de la Dirección de Investigación, Creatividad e Innovación, por la financiación de cada una de las fases del Proyecto. La ejecución del mismo fue posible gracias al apoyo académico y administrativo de las diferentes dependencias de la Universidad, quienes brindaron su colaboración por más de tres años al Proyecto. Agradecimiento en particular a la Rectoría, a la Vicerrectoría Académica, a la Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería y al Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales.

Agradecimientos al doctor José Fernando Isaza Delgado, exrector de la Universidad; especial reconocimiento al doctor Hernando Valencia Abdala, director de la Sede Santa Marta por la colaboración y apoyo permanente al Grupo de Trabajo; al doctor Diógenes Campos Romero, Vicerrector académico por sus valiosas contribuciones, por el soporte de la Dirección de Investigación, Creatividad e Innovación, doctor Manuel García Valderrama; finalmente por su gestión y acompañamiento al doctor Iván Rey Carrasco, director del Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales, en el marco del Programa de Biología Marina que acogió el Proyecto hasta su culminación.

Agradecimientos especiales a los profesores de la UJTL Adolfo Sanjuan Muñoz, Olga Esperanza González Sarmiento, Aminta Jáuregui Romero, Valeria Pizarro Novoa, Orlando Pedro Lecompte y Luisa Marcela Villamil. A los investigadores Arturo Acero Pizarro, Juan Pablo Caldas, Javier De La Hoz Maestre y Félix Cuello. A los funcionarios que brindaron valioso apoyo administrativo en las sedes de la Universidad en Bogotá y Santa Marta; Lamia Cuello Daza, Liliana Rocha García, Nérida Navarro Pérez, Dareidis Fuentes Rojas, Rogelio Rafael Hernández Beltrán y Jaime Carranza Granados.

Reconocimiento al personal técnico de los laboratorios: Edgar Alzamora Correa, Carlos Charris Sierra, Iván Antonio Morales Forero, Luer León Vargas, Audrey Rivera Vargas, Carlos Casallas Parra y Hernán Villarraga Cardozo. Por la colaboración con los recursos bibliográficos a la doctora María Consuelo Moncada, Directora Biblioteca Central UJTL, a Alexi Torres Morales y Gloria Giraldo, por su valiosa gestión en la búsqueda y consecución de material científico.

Al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Invemar, por el suministro del Sistema de Información Pesquera (SIPEIN), en especial a Mario Rueda, Efraín Viloria y José Alexander Romero, del Programa Valoración y Aprovechamiento de Recursos.

Por la divulgación de la investigación a través del Proyecto Mundo Marino de la Fundación Museo del Mar, al Doctor Hernando Valencia, Paula Polanía Zenner, Orlando Cervantes y Uris Yepes, del Acuario Mundo Marino.

A la Fundación SilaKangama, por su participación en reuniones de socialización y apoyo para salidas de campo.

A Roberto Rivera y a los funcionarios de la Corporación Colombia Internacional (CCI) por la colaboración para el trabajo conjunto de toma de información en campo.

Especial gratitud a los estudiantes que se vincularon como voluntarios, tesistas y pasantes, quienes dieron cada uno su aporte personal al Proyecto y fueron fundamentales en la realización del trabajo de campo y en el procesamiento del material en laboratorio: José Andrés Cuellar, Sarith Salas Castro, Carlos Mario Palacio, Christian Olaya

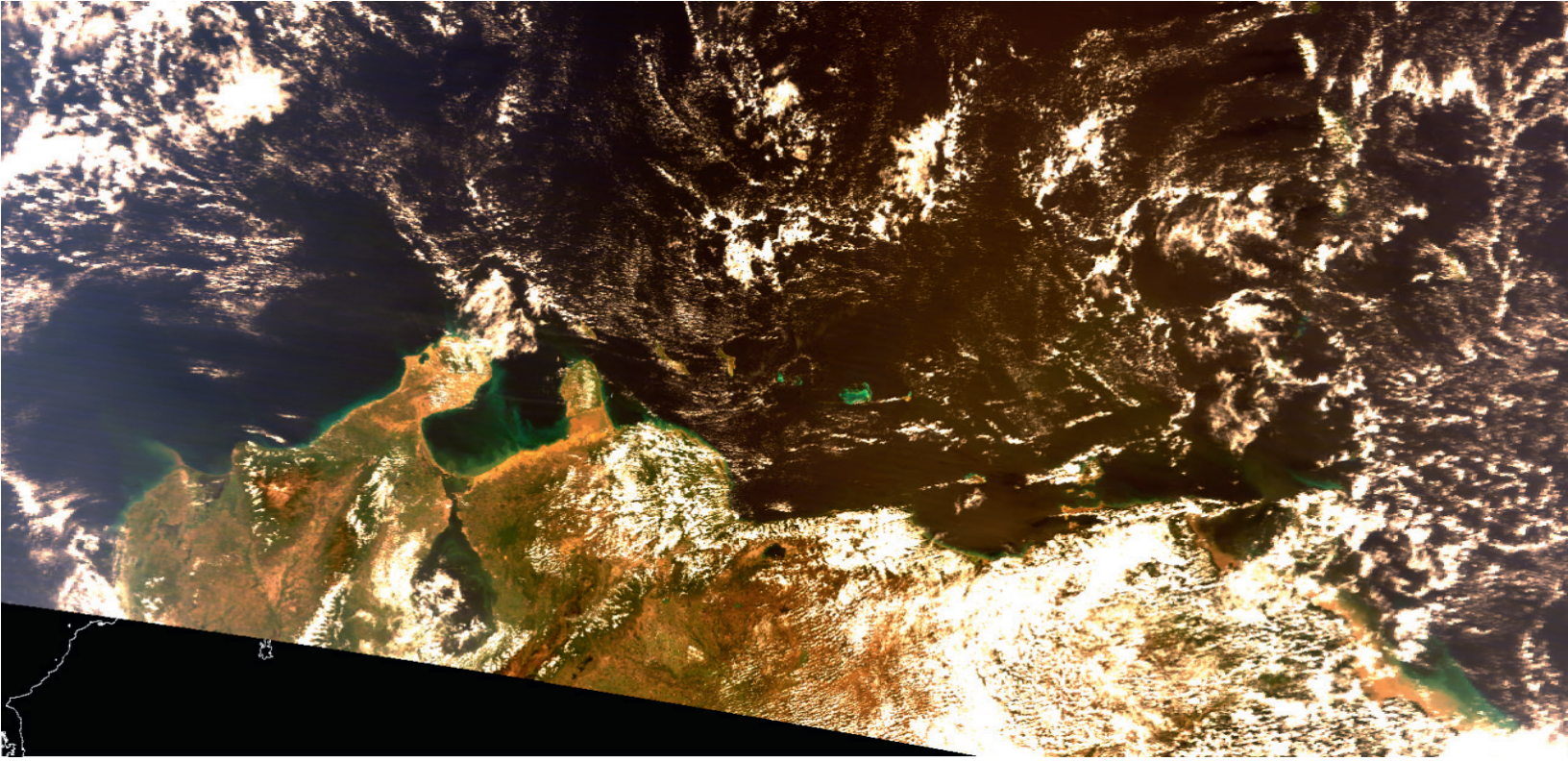
Reyes, Javier Alfonso Torres, Karina Tejeda Rico, María Camila Gómez Cubillos, Diana Carolina Restrepo Gómez, Ana María Novoa Pabón, Pablo Andrés Guerrero Bernal, Lida Castro Martínez, Yuli Alexandra Páez Herrera, Laura Camacho Jaramillo, Mónica Alejandra Saza Quintero, Ramón Alejandro Plazas, María Luisa Macías, Pamela Reátiga y Oscar Bautista.

A Carlos Herrera, a los pescadores artesanales y líderes comunitarios de la Cooperativa Integral de Pescadores de Taganga – Coopestaganga, Asopargo, Corporación de Pescadores Chinchoreros de Taganga y a la Asociación de Pescadores Piscicultores, por su participación en la esta alianza. Agradecimientos especiales a los encuestadores, quienes se vincularon al Proyecto capacitándose para el levantamiento de información pesquera con interés y esmero, y a las asociaciones de pescadores del Magdalena por su acompañamiento y apoyo.

A Camilo Martínez de Cromatophoro, por el suministro de valioso material fotográfico empleado en el material divulgativo obtenido.

Se resalta el apoyo de la Universidad del Magdalena (Planta Piloto Taganga), Asocociénaga, la Casa Comunitaria y los Colegios de Pueblo Viejo y Buritaca, por el préstamo de sus instalaciones para la realización de las reuniones, charlas y capacitaciones.

Al SENA y sus instructores Oriana Paulina Barrios Johnson y Freddy Restrepo, por el ofrecimiento de las diferentes capacitaciones dirigidas a la comunidad.



CAPÍTULO 1

Condiciones atmosféricas y oceanográficas en la plataforma continental del departamento del Magdalena (junio 2008 – junio 2010)

Franco-Herrera A.

Resumen

Se presenta la dinámica atmosférica y oceanográfica de la plataforma continental del departamento del Magdalena donde se realizan las capturas de peces por la pesca artesanal, como línea base para el conocimiento de la variabilidad abiótica y del acoplamiento océano-atmósfera entre junio de 2008 y junio de 2010. Se analizaron las variables agua precipitable, precipitación, macrocorrientes superficiales, temperatura superficial del mar, concentración de clorofila-a, así como el efecto de los campos de vientos y los eventos Niño-Niña sobre ellas. Para ello, la información fue tomada de diferentes servicios en línea de imágenes satelitales provenientes del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas-Caribe, la Universidad de Wisconsin at Madison, el Institute of Marine Remote Sensing de la Universidad del Sur de la Florida, la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), así como la base de datos del Centro de Observación Marina Tadeísta (COMARTA) de la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL). Los resultados para este período de dos años indican claras anomalías en la duración de los períodos climáticos, producto de la dinámica de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) que tuvo menor afectación en el segundo semestre de 2009 y mayor influencia en el año 2010, producto de los eventos Niño-Niña registrados entre 2008 y 2010. Las macrocorrientes estuvieron claramente moduladas por la Corriente del Caribe (CC), la Contracorriente Panamá-Colombia (CPC) y el Giro Panamá Colombia (GPC). La temperatura superficial del mar (T_{SM}), así como la concentración de clorofila-a, se caracterizaron por una clara estacionalidad, determinada por los eventos de surgencia en época seca y los aportes de aguas continentales en época de lluvias, que reflejan una alta oferta de alimento generada por los productores primarios pelágicos. Espacialmente, es evidente una sectorización entre aquellas áreas ubicadas al norte del departamento desde la bahía de Santa Marta hasta La Jorará, con las del sur que van desde la ensenada de El Rodadero hasta Tasajera.

Introducción

La dinámica oceanográfica tiene como uno de sus principales moduladores a la atmósfera, la cual a través del viento o las precipitaciones, transfiere materia y energía que dinamiza procesos complejos como por ejemplo los eventos de surgencia, los aportes continentales, la entrada de nutrientes del continente y por ende la oferta de alimento para la red trófica sustentada por los autótrofos pelágicos y bentónicos, vía fotosíntesis, principalmente. La plataforma continental del departamento de Magdalena en el Caribe centro-norte colombiano es bastante compleja en estos procesos de acoplamiento océano-atmósfera, varios actores como los campos de vientos alisios, la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), los aportes continentales procedentes del río Magdalena, la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) o ríos provenientes de la SNSM como el Toribio, Córdoba, Gaira o Manzanares, participan e interactúan conjuntamente, generando un ambiente marino-costero altamente dinámico reflejado en la gran heterogeneidad geomorfológica costera, como en la alta diversidad de ecosistemas pelágicos y bentónicos (Molina, 1990; Cabrera y Donoso, 1993; Kasakov *et al.*, 1996; Ideam, 2008); esto sin contar con eventos de escala regional como Niño-Niña, que también pueden alterar la dinámica histórica del ambiente abiótico del lugar. De esta manera, el presente capítulo pretende mostrar esta variabilidad espacial y temporal de las condiciones atmosféricas y de la superficie del mar en el Caribe colombiano, haciendo especial énfasis en la plataforma continental del departamento del Magdalena, con el fin de dar las bases ambientales que permitan entender la variabilidad en la captura que realiza la pesca artesanal que se expone a profundidad en el capítulo 2 de este libro.

Metodología

Área de Estudio

El área de estudio descrita en el presente capítulo debe ser también consultada para demás capítulos, todos componentes enmarcados en el macroproyecto “Valoración bioeconómica de las pesquerías artesanales con énfasis en la determinación actual de las tallas medias de madurez de las especies ícticas de mayor importancia comercial, en los sitios de desembarque ubicados entre Tasajera y La Jorará, departamento del Magdalena”, cofinanciado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (MADR)-Proyecto de Transición de la Agricultura y la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL) registrado bajo el contrato número 289-2007T6682-289-07.

El Proyecto se desarrolló en la franja costera del departamento del Magdalena que limita al norte con el

Mar Caribe y se extiende desde Tasajera hasta La Jorará ($11^{\circ} 00'$ y $11^{\circ} 15' N$ y $74^{\circ} 10'$ y $75^{\circ} 30' W$) abarcando una extensión aproximada de 220 km al norte del país (Corpamag, 2011; Franco-Herrera, 2005). A lo largo del margen costero se encuentran diversos ambientes que determinan particularidades únicas para la región, es así como del suroeste al noreste se encuentran la desembocadura del río Magdalena y la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM), seguidamente aparecen playas arenosas, ensenadas y bahías abiertas de playas cortas, rodeadas por las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) que definen numerosas ensenadas y bahías; finalmente se encuentran las poblaciones de Los Cocos, Mendihuaca, Buritaca, Don Diego y La Jorará, que efectúan al igual que los pobladores de Ciénaga y sus alrededores, pesca artesanal durante la mayor parte del año (Franco-Herrera, 2005) (figura 1).

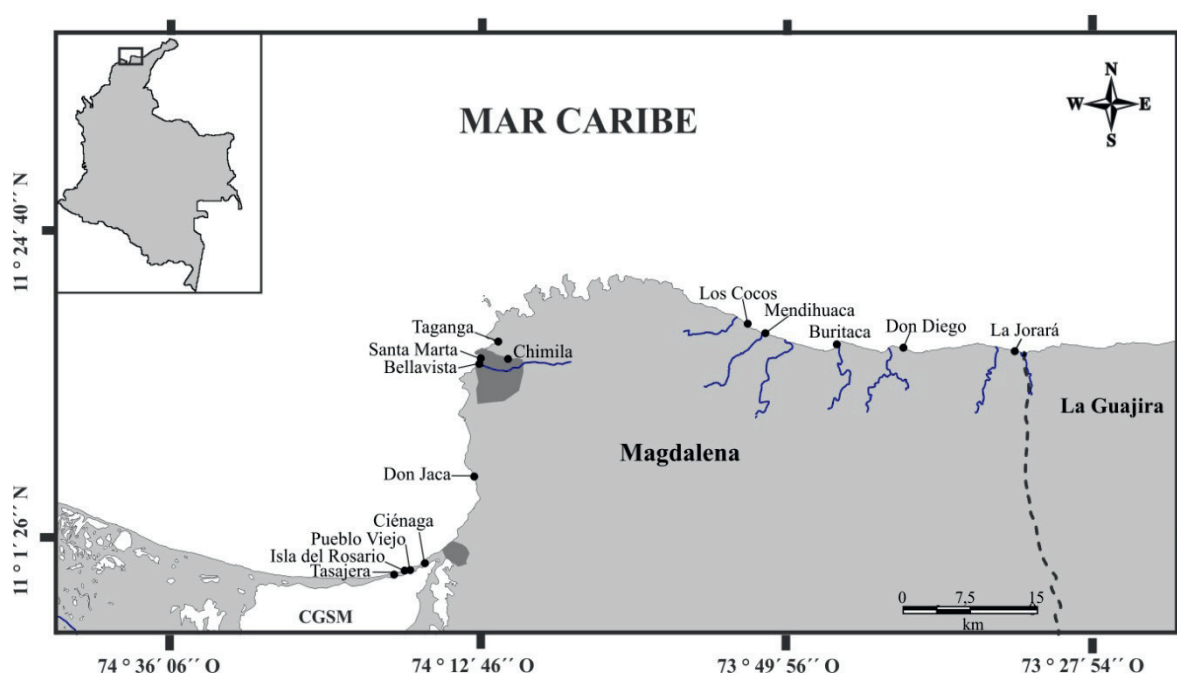


Figura 1. Mapa del área de estudio del Proyecto, que incluye los principales sitios de desembarco desde Tasajera hasta La Jorará, en el departamento del Magdalena, Caribe colombiano (elaborado por Felix Cuello, Grupo de Investigación en Evaluación y Ecología Pesquera - GIEEP).

Considerando sus características geomorfológicas el litoral costero del Magdalena puede decirse que abarca tres de las ecoregiones descritas por INVEMAR (2000), que a saber son: 1. **Magdalena**, que recibe las descargas di-

rectas e indirectas del río Magdalena y de la CGSM, 2. **Tayrona**, que abarca desde Punta Gloria hasta la desembocadura del río Piedras y 3. **Palomino**, que se extiende desde la desembocadura del río Piedras hasta el río

Palomino. La ecoregión **Magdalena** se caracteriza por aguas turbias, una plataforma continental de anchura variable conteniendo una interfase de sistemas terrestres y marinos como consecuencia de la presencia de la CGSM y escasa profundidad. **Tayrona**, presenta una plataforma continental estrecha con profundidades de más de 200 metros a poca distancia del litoral, aguas claras, fondos rocosos y arenosos, en la parte somera, y lodosa en la profunda. **Palomino** por su parte se considera una región de alta energía, provista de una plataforma continental de ancho medio, constituida por amplias playas de grano grueso, con el mismo tipo de sedimento en las zonas someras y lodo en las profundas (INVEMAR, 2000).

Adicionalmente y con el fin de facilitar el ordenamiento ambiental y la planificación de las zonas costeras, el INVEMAR (Alonso *et al.*, 2003) definió unidades geográficas a escala nacional, regional y local. A nivel de la región Caribe continental se planteó subdividir la zona en diferentes unidades ambientales, entre las cuales se encuentran la (1) Unidad Ambiental Costera de la Vertiente Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta, que va desde la boca del río Ranchería hasta la boca del río Córdoba y la (2) Unidad Ambiental Costera del Río Magdalena, Complejo Canal del Dique - Sistema Lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta, que abarca desde la boca del río Córdoba hasta el delta del Canal del Dique (Bolívar). Al considerar esta zonificación, el área de estudio contemplaría parte de cada una de estas dos unidades.

Los sitios de desembarco considerados por el Proyecto marco (tabla 1) para efectuar el registro diario del desembarco considerando las principales artes y métodos de pesca, entre junio (2008) y junio (2010), se seleccionaron teniendo en cuenta aquellos de mayor relevancia en estudios como COLCIENCIAS-CIID-F.E.S. (1986), Manjarrés (1993), Barros y Manjarrés (2004) y Manjarrés (2004), que a saber son: Tasajera, Isla del Rosario, Pueblo Viejo, Ciénaga, Don Jaca, Bellavista, Santa Marta, Taganga, Chimila (punto de comercialización de los productos obtenidos en Bahía Concha), Los Cocos, Mendihuaca, Buritaca, Don Diego y La Jorará. Se excluyó el área correspondiente al Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), ya que según el decreto 622 del 16 de marzo 1977, en esta área protegida solo se permite la pesca de subsistencia y de investigación.

Para facilitar la caracterización y el seguimiento de las pesquerías del departamento del Magdalena, Manjarrés (2004b) propuso subdividir el área costera en cuatro estratos geográficos (sub-áreas) así: (1) Tasajera-Aeropuerto, (2) Bello Horizonte-Santa Marta, (3) Taganga-Cinto y (4) Los Cocos-La Jorará. Dentro de cada sub-área se ubican los diferentes sitios de desembarco y/o comercialización de recursos pesqueros de los que se obtuvo información para el Proyecto marco (tabla 1).

Tabla 1. Coordenadas geográficas para cada uno de los sitios pesqueros y/o de comercialización evaluados a lo largo de la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano.

Unidad Ambiental	Ecorregión	Sub-área	Lugar	Latitud (°) N	Longitud (°) O
1	Magdalena	Sub-área 1	Tasajera	10° 58.769	74° 19.688
1	Magdalena	Sub-área 1	Pueblo Viejo	10° 59.720	74° 17.231
1	Magdalena	Sub-área 1	Isla del Rosario	10° 59.087	74° 18.265
1	Magdalena	Sub-área 1	Ciénaga	11° 00.656	74° 15.600
1	Magdalena	Sub-área 1	Don Jaca	11° 05.853	74° 13.269
2	Tayrona	Sub-área 2	Bellavista	11° 14.260	74° 13.099
2	Tayrona	Sub-área 2	Santa Marta	11° 14.825	74° 12.880
2	Tayrona	Sub-área 3	Taganga	11° 16.083	74° 11.524
2	Tayrona	Sub-área 3	Bahía Concha	11° 17.766	74° 09.151
2	Palomino	Sub-área 4	Los Cocos	11° 17.118	73° 52.695
2	Palomino	Sub-área 4	Mendihuaca	11° 16.674	73° 51.885
2	Palomino	Sub-área 4	Buritaca	11° 15.760	73° 46.114
2	Palomino	Sub-área 4	Don Diego	11° 15.442	73° 42.366
2	Palomino	Sub-área 4	La Jorará	11° 15.569	73° 34.625

Para efectos de la evaluación de las condiciones ambientales y oceanometeorológicas que se plasma en este capítulo, los sitios de desembarco se separaron en dos sectores: sur (Tasajera-Aeropuerto) y norte (Bahía Santa Marta-La Jorará), basados en los estudios de Cortés y Campos (1999) y Franco-Herrera (2005), quienes definen que en la zona hay un comportamiento diferencial en estos dos sectores debido a las características distintivas en la plataforma continental (Molina, 1990), los aportes de aguas continentales (*i.e.* río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta, ríos Córdoba, Toribio, Gaira y Manzanares) y ecosistemas bentónicos asociados (Díaz-Merlano y Gómez, 2000).

Los resultados que se presentan en este capítulo buscan hacer una descripción temporal y espacial de las condiciones climáticas del Caribe colombiano entre junio de 2008 y junio de 2010 y el efecto que sobre estas pueden tener los eventos Niño y Niña que se presentaron. Para tal fin, se trabajó con las imágenes del Servicio de Ciclones Tropicales de la Universidad de Wisconsin (CIMSS, 2008-2010). De esta forma, se establecieron los períodos climáticos anuales e interanuales, en respuesta a la cantidad de agua precipitable, así como al desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Esta información se complementó con los registros diarios de precipitación generados por el Centro de Observación Marina Tadeísta, COMAR-TA (2009-2010), que consta de una Estación Meteorológica Davis-Vantage Pro2® ubicada a 10 msnm en la zona costera del departamento del Magdalena, con sensores de nivel de precisión $\pm 0,01$, la cual registra 15 variables meteorológicas a intervalos de 30 min, de tal forma que se obtuvo un promedio diario por variable ($n=48$). Para efectos de la tendencia temporal del Pacífico Ecuatorial sobre el desarrollo de eventos Niño-Niña, se utilizó el índice trimestral ONI (anomalías

de temperatura superficial) obtenido de la NOAA (National Weather Center–Climate Prediction Center, 2011), el cual tiene en cuenta la anomalía de temperatura superficial en esta sección del océano, considerando que un evento Niño se desarrolla cuando la anomalía sobrepasa $+ 0,5^{\circ}\text{C}$ y la Niña cuando es menor a $- 0,5^{\circ}\text{C}$, en tres meses seguidos.

Para los patrones de circulación de corrientes horizontales, los cuales permiten establecer la influencia de aguas oceánicas y/o continentales sobre la plataforma continental, se usó la información mensual del Boletín Meteomarinero del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada Nacional, que genera los vectores de velocidad y dirección de la corriente superficial promedio mensual, indicando así la presencia de corrientes norte-sur, sur-norte o *Eddies* para el Caribe centro colombiano (CIOH-SARPAR, 2008-2010). Paralelamente, se apoyó la descripción en la información de altímetro y escaterómetro en tiempo real que ofrece el Programa Ocean Surface Current Analyses – Real Time de la NOAA (OSCAR, 2008-2010).

Para la temperatura superficial del mar, se utilizaron imágenes satelitales de la cuenca del Caribe sureste derivadas del AVHRR (Advanced Very High Radiometer Resolution), mientras que para la clorofila-a del SeaWiFS; ambos tipos de imágenes fueron procesadas por la Universidad de South Florida-Institute for Remote Marine Sensing. Cuentan con una resolución espacial $2,83 \text{ km} \times 2,76 \text{ km}$ con máximos de $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$; globalmente la imagen cubre el área $8^{\circ} \text{ N} - 16^{\circ} \text{ N}$ y $77^{\circ} \text{ W} - 58^{\circ} \text{ W}$. Dentro de este campo de observación se seleccionaron 10 coordenadas costeras que van desde Tasajera hasta La Jorará en un gradiente sur-norte en la zona costera del departamento del Magdalena (tabla 2). Esto permitió obtener imágenes diarias, cuando no se presentaba nubosidad sobre el campo de observación.

Tabla 2. Coordenadas geográficas para cada uno de los lugares costeros donde se obtuvo información satelital de temperatura del agua y concentración de clorofila-a, a lo largo de la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano.

Lugar	Latitud (°) N	Longitud (°) O
Tasajera-Isla del Rosario-Pueblo Viejo	11,037	74,319
Ciénaga	11,069	74,258
Don Jaca	11,100	74,258
Aeropuerto	11,131	74,258
Bellavista-Bahía de Santa Marta	11,256	74,258

Lugar	Latitud (°) N	Longitud (°) O
Taganga-Bahía Concha	11,413	74,137
Los Cocos-Poza de Mendihuaca	11,350	73,894
Cabañas Buritaca	11,319	73,773
Don Diego	11,319	73,712
La Jorará	11,319	73,591

Igualmente, para justificar los posibles desplazamientos de plumas de aguas continentales sobre la plataforma, el estudio se apoyó en las imágenes procesadas de campos de vientos para 100 y 500 mb de altura, procedentes del Servicio de Ciclones Tropicales de la Universidad de Wisconsin (CIMSS, 2008-2010).

Resultados y discusión

Precipitación

La segunda mitad del año 2008 inició con el ascenso de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), alcanzando el máximo norte en el mes de agosto y en consecuencia los mayores niveles de agua precipitable, con valores de entre 50 y 60 mm/d. Junto a ello, el desarrollo del período de huracanes entre junio y diciembre de 2008, incrementó las masas de nubes, producto de los coletazos, especialmente en un año donde el número total de huracanes fue de ocho con igual número de tormentas tropicales, siendo Bertha, Dolly, Hanna y Ike, los de mayor impacto hacia finales de agosto (figura 2).

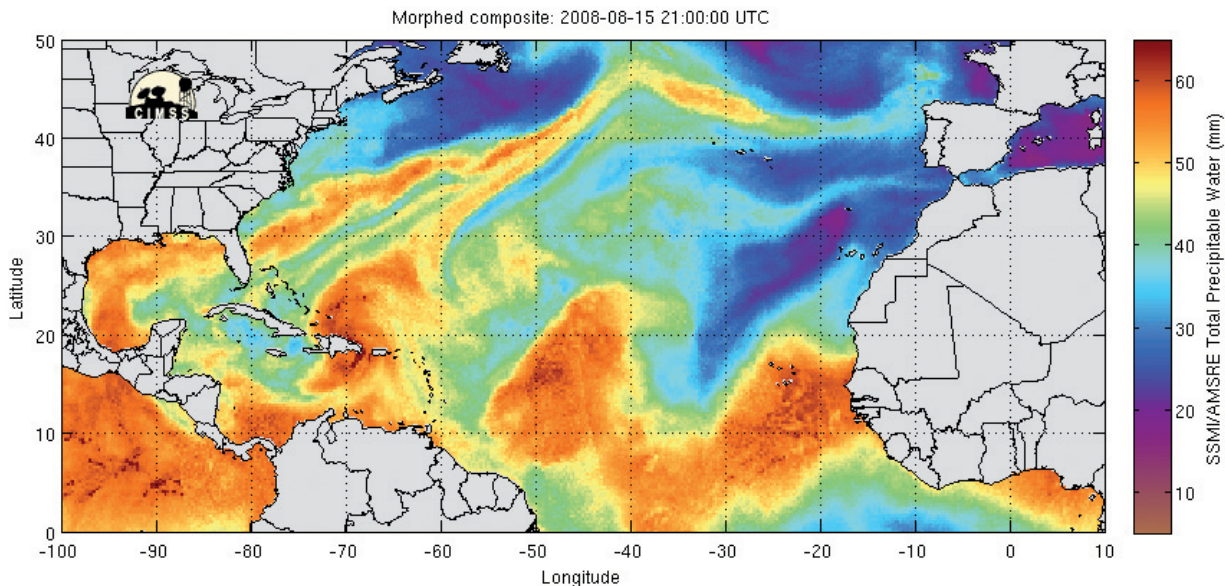


Figura 2. Niveles de agua total precipitable para el mes de agosto de 2008, donde se destaca la presencia de la ZCIT sobre el Caribe colombiano, y la formación de sistemas de tormenta tropical y huracanes al centro y oeste del Atlántico tropical (tomado de CIMSS, 2008).

Debido a esta dinámica de precipitaciones y huracanes, se presentaron frecuentemente en la zona costera del departamento del Magdalena, mares de leva, producto principalmente de los coletazos huracanados que se generaron sobre la Gran Cuenca del Caribe. Este comportamiento se mantuvo hasta mediados de diciembre de 2008, donde la ZCIT inició su migración hacia el sur, disminuyendo la cantidad de agua precipitable en el Caribe centro colombiano a niveles de entre 40 y 50 mm/d (figura 3). Esto llevó a que los primeros meses del año 2009, se vieran favorecidos por una baja o nula probabilidad de precipitación (< 10 mm/d), solamente interrumpida por el efecto colateral de frentes fríos provenientes del Atlántico Norte, que eventualmente generaron la entrada de masas con alta carga de humedad, específicamente hacia principios y mediados del mes de febrero de 2009 (figura 4). Este fenómeno sobre la zona costera del departamento del Magdalena, se vio reflejado en días lluviosos, especialmente hacia los sectores de los Cocos, Buritaca y Taganga en los primeros días del mes de febrero.

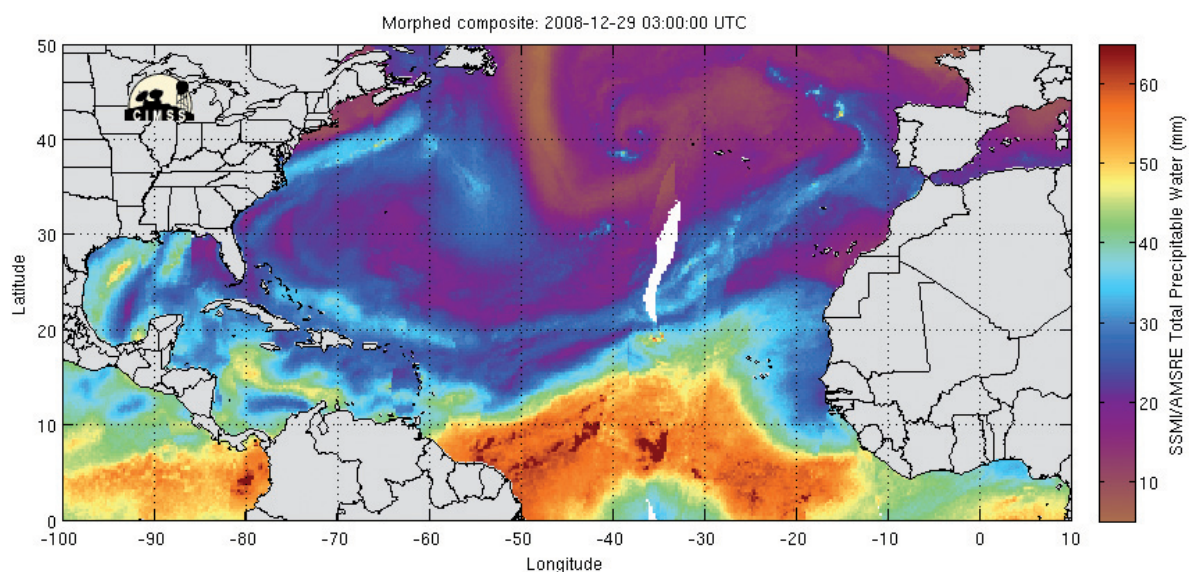


Figura 3. Niveles de agua total precipitable para el mes de diciembre de 2008, donde se observa ya el desplazamiento hacia el sur de la ZCIT y la disminución de probables precipitaciones en el Caribe centro colombiano (tomado de CIMSS, 2008).

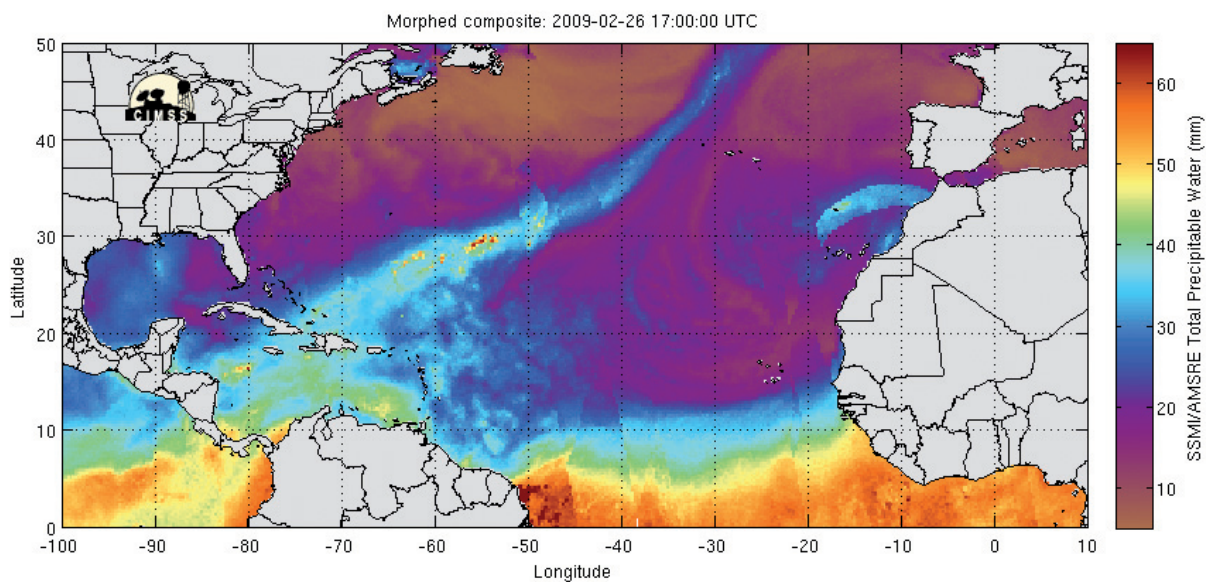


Figura 4. Niveles de agua total precipitable para el mes de febrero de 2009, destacándose la presencia de frentes fríos del norte (color púrpura sobre el Atlántico Norte) que causaron anomalías atmosféricas sobre la Gran Cuenca del Caribe (tomado de CIMSS, 2009).

A lo largo de los meses de marzo y abril del mismo año, predominó el tiempo seco y solamente hasta principios de mayo se empezaron a detectar masas de aire con niveles de agua precipitable de entre 40 y 50 mm/d, producto del inicio de la temporada de lluvias menores en el área de estudio por la migración nuevamente hacia el norte de la ZCIT, comportamiento que se intensificó a lo largo del mes de junio de 2009 (figura 5). No obstante, las mayores lluvias sobre el área se dieron hacia principios y mediados de junio afectando tanto el norte como el sur del departamento.

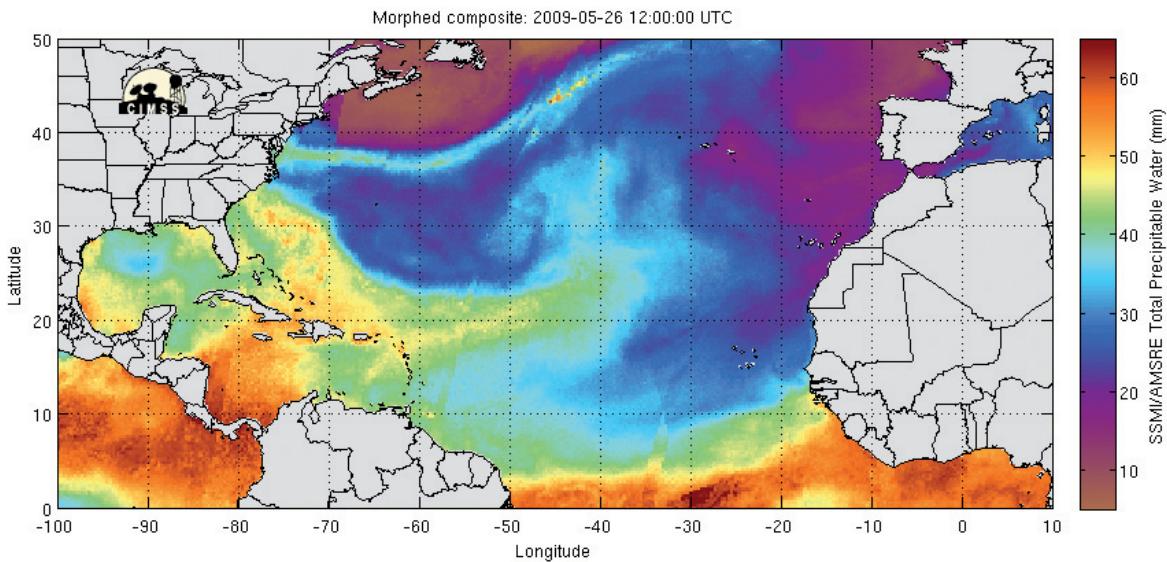


Figura 5. Niveles de agua total precipitable para el mes de mayo de 2009, donde nuevamente se observa la presencia de sistemas nubosos en el Caribe colombiano, producto del inicio del ascenso de la zCIT (tomado de CIMSS, 2009).

Ya para el segundo período de 2009, la presencia activa de la zCIT (figura 6), siguió favoreciendo las precipitaciones en la zona costera del departamento del Magdalena. Esta intensificación tuvo su mayor realce hacia los meses de agosto (figura 7) y septiembre de 2009, donde además se desarrollaron tormentas tropicales (6), depresiones tropicales (2) y huracanes (3), estos últimos de categoría 2, 3 y 4 y denominados Ida, Fred y Bill, respectivamente. Los recorridos de estas alteraciones atmosféricas fueron hacia el Atlántico Norte, principalmente en dirección a la costa este de Estados Unidos, Bahamas y norte de Cuba y República Dominicana, por lo cual, su impacto no fue mayor en la zona costera del departamento del Magdalena (figura 8). El comportamiento de la zCIT al norte se mantuvo hasta mediados del mes de noviembre de 2009, ya que en diciembre, nuevamente migró hacia el sur, entrando así la época seca al Caribe colombiano (figura 9).

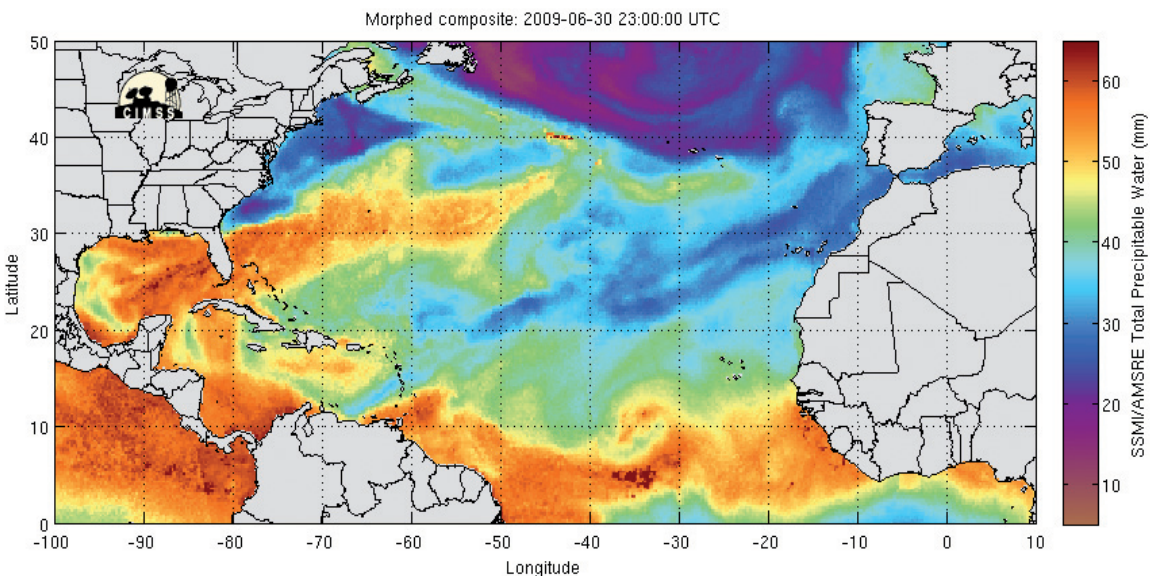


Figura 6. Niveles de agua total precipitable para el mes de junio de 2009, donde se destaca el ascenso de la zCIT sobre los 10° N afectando el Caribe colombiano (tomado de CIMSS, 2009).

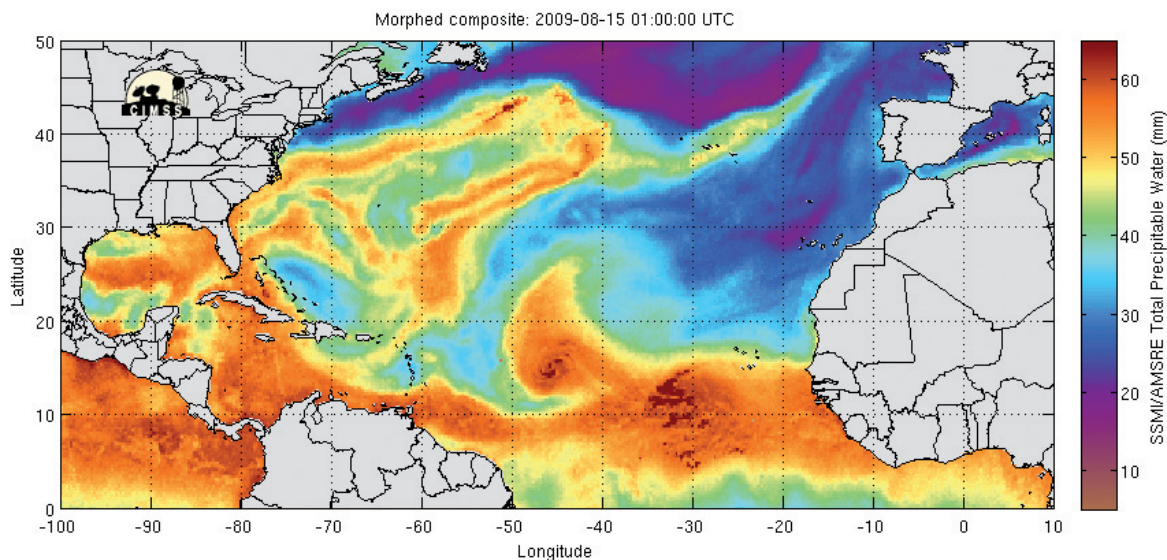


Figura 7. Niveles de agua total precipitable para el mes de agosto de 2009, donde la presencia de la ZCIT es evidente sobre todo el Caribe colombiano y se ve la formación de tormentas tropicales en el Atlántico centro tropical (tomado de CIMSS, 2009).

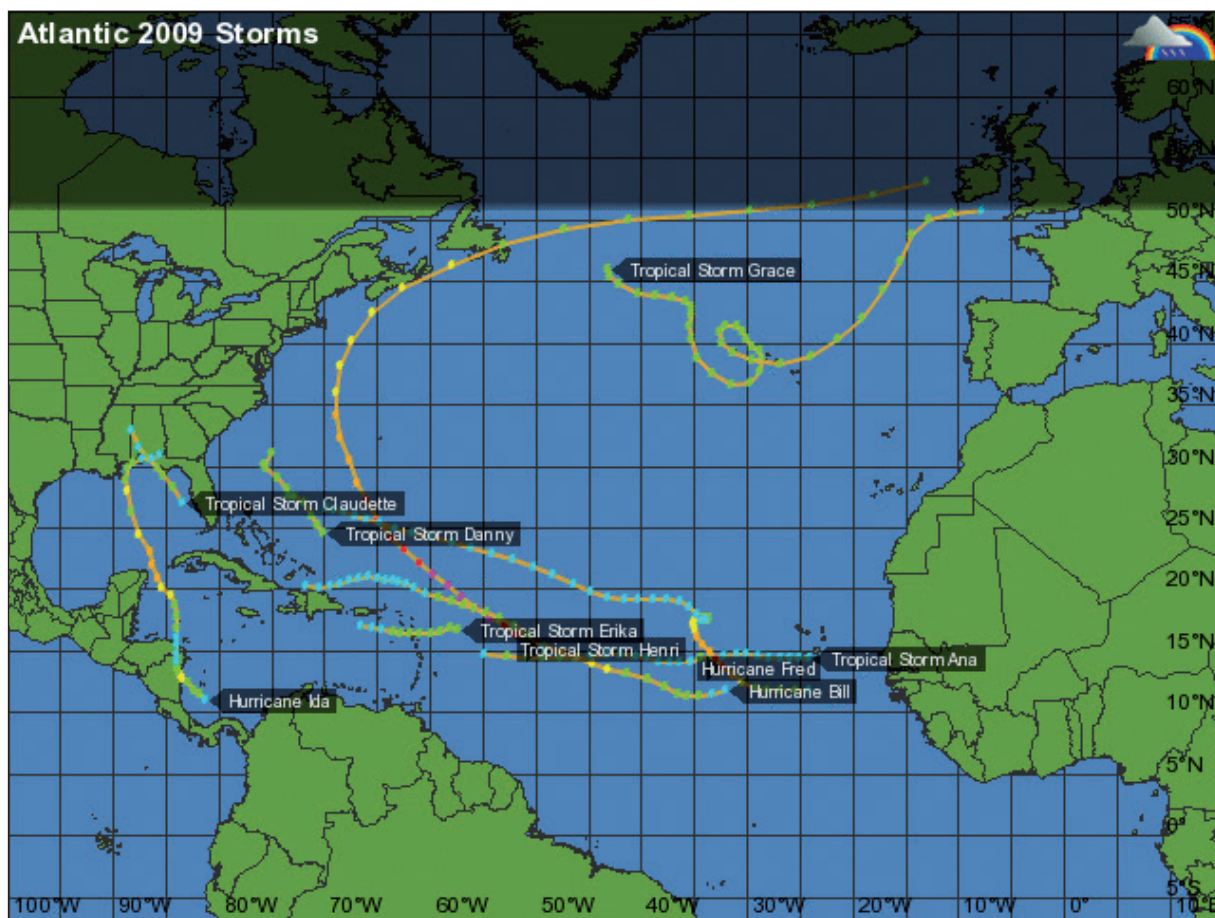


Figura 8. Recorridos realizados por los diferentes huracanes, tormentas tropicales y depresiones tropicales, que se presentaron durante la temporada oficial de huracanes entre 01 de junio y 30 de noviembre de 2009 (tomado de Weather Underground, 2010).

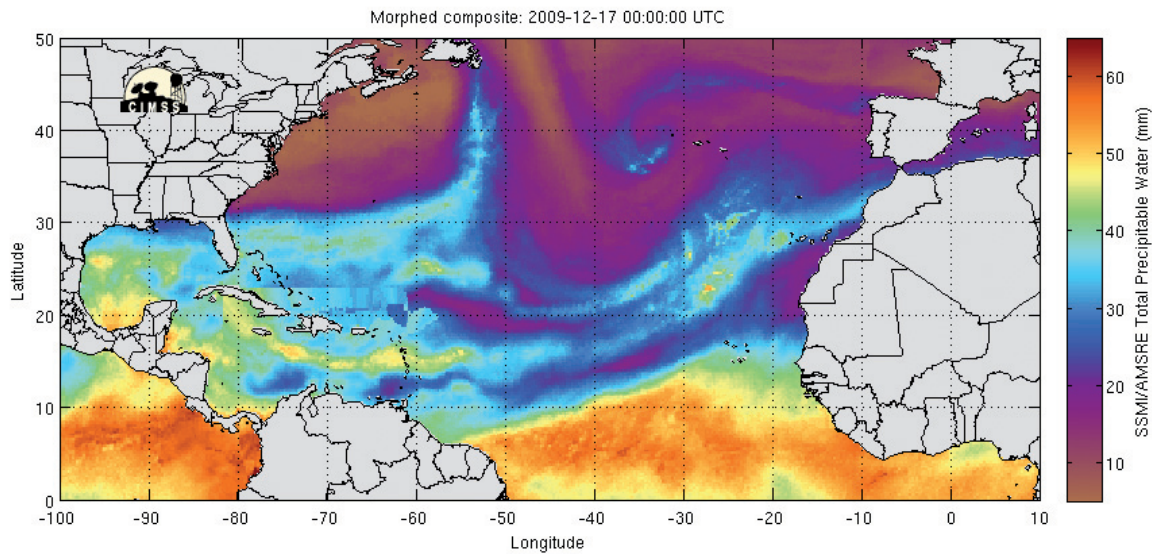


Figura 9. Niveles de agua total precipitable para el mes de diciembre de 2009, donde se inicia la migración hacia sur de la zcIT y se favorece el inicio de la época seca en todo el Caribe colombiano (tomado de CIMSS, 2009).

A principios del año 2010, la zcIT se mantuvo hacia el sur solamente hasta finales de febrero, haciendo que en el Caribe colombiano los niveles de agua precipitable fueran menores a los 30 mm/d (figura 10). No obstante, desde principios de marzo los valores se incrementaron por encima de 50 mm/d, acompañados además de frentes fríos fomentados por las masas de aire con baja temperatura provenientes de Norteamérica (figura 11). Esta tendencia se mantuvo a lo largo de todo el primer semestre, incluso generando precipitaciones reales de entre 20 y 40 mm/mes desde marzo hasta finales de junio. Aunque no hace parte de la ventana de observación de este capítulo, es importante mencionar que los niveles de precipitación a todo lo largo de 2010 fueron bastante elevados, pudiendo decir que en este año solamente hubo una época seca entre enero y marzo, y que la época lluviosa se extendió por el resto de los meses con sus mayores picos en julio y noviembre (figura 12).

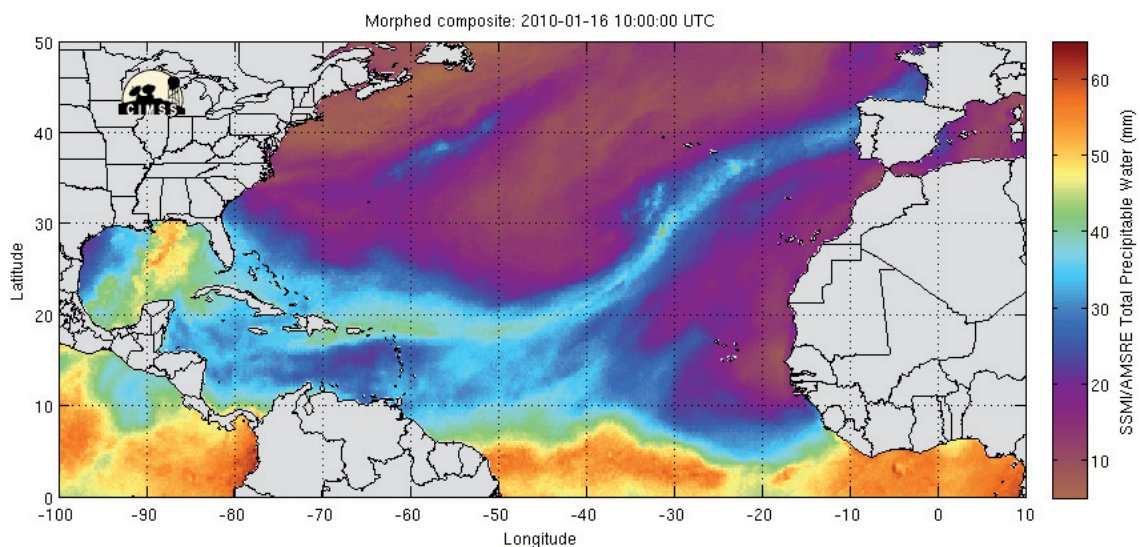


Figura 10. Niveles de agua total precipitable para el mes de enero de 2010, mostrando el desplazamiento de la zcIT hacia el sur y tiempo seco en el Caribe colombiano (tomado de CIMSS, 2010).

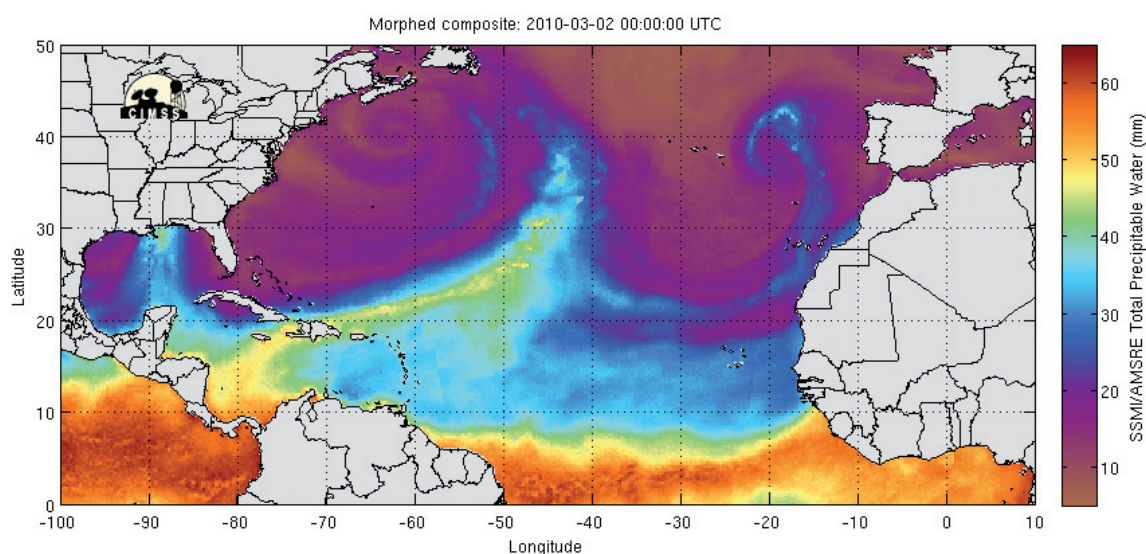


Figura 11. Niveles de agua total precipitable para el mes de marzo de 2010, donde la ZCIT se encuentra prematuramente en el norte y se ve la formación de un frente frío al norte de la Cuenca del Gran Caribe (tomado de CIMSS, 2010).

Bajo esta perspectiva, la precipitación del período 2009-2010 estuvo por debajo del promedio multianual, debido principalmente al efecto del evento Niño sobre el Caribe colombiano, que se expresa –entre otras condiciones– con disminuciones en las precipitaciones e intensificaciones de los períodos de sequía.

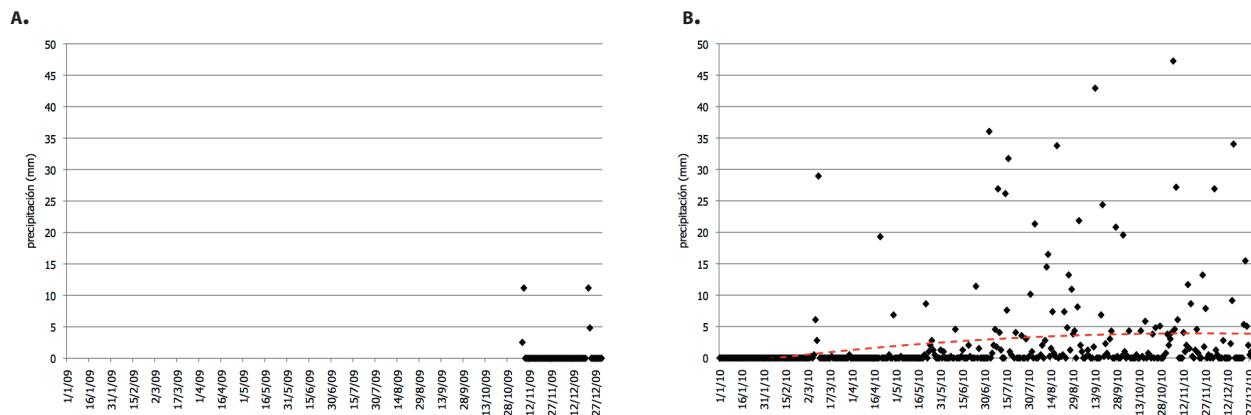


Figura 12. Precipitación diaria en la zona costera del departamento del Magdalena, obtenida por la estación meteorológica de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, ubicada en la ensenada de Gaira entre noviembre y diciembre de 2009 (A) y a lo largo de 2010 (B).

El evento Niño 2009-2010, se caracterizó por su mayor intensidad durante el período septiembre de 2009 y enero de 2010 (figura 13), que generó un fuerte verano en el territorio colombiano, el cual, impactó igualmente en la zona del Caribe de Colombia. Prueba de ello, se evidencia en la precipitación diaria registrada por la Estación Meteorológica de la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (UJTL), la cual, entre el 6 de noviembre de 2009 y el 14 de febrero de 2010, solo registró dos días de precipitación significativa (figura 12A). Pero contrariamente a lo largo del año 2010, se empezó a desarrollar un fuerte evento Niña, especialmente en el segundo semestre (figura 13), que generó incrementos en precipitación, incluso desde el mes de marzo, haciendo de este uno de los años más lluviosos, no solamente en el norte sino en todo el país, a lo largo de los doce meses (figura 12B).

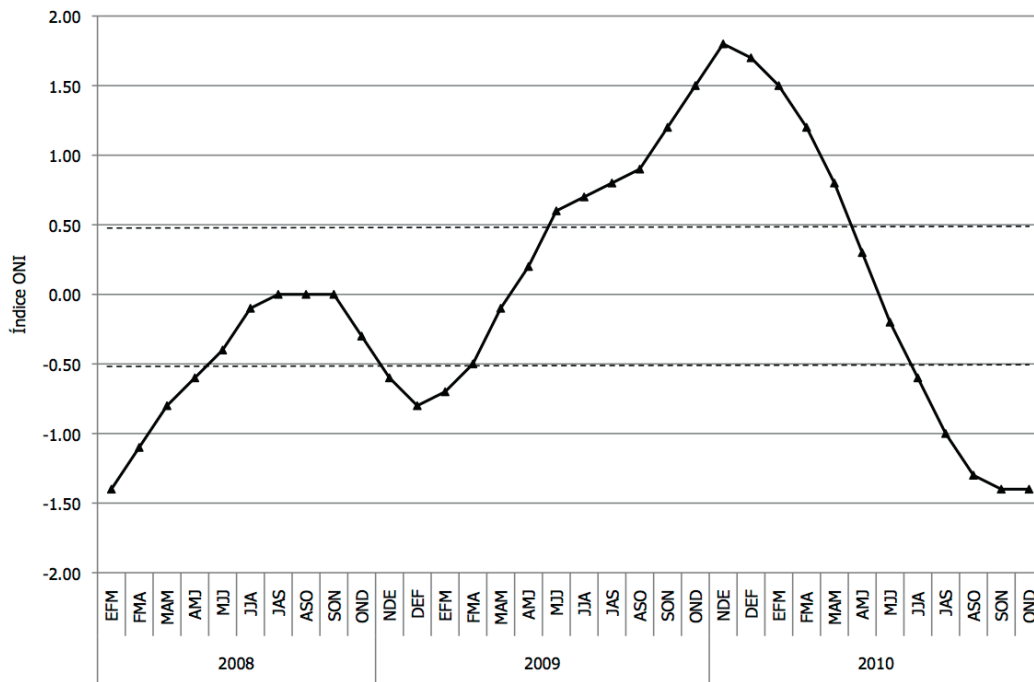


Figura 13. Índice ONI (anomalías de temperatura superficial) trimestral entre enero de 2008 y diciembre de 2010, donde se destaca que las mayores anomalías de temperatura superficial, se dieron en el año 2009 y las menores en 2010, reflejando eventos Niño y Niña, respectivamente. $ONI > +0,5 = \text{Niño}$, $ONI < -0,5 = \text{Niña}$ (tomado de NOAA, National Weather Center – National Hurricane Center, 2010).

Corrientes superficiales

Los patrones de corrientes superficiales para el mar Caribe colombiano, durante el período junio de 2008 a junio de 2009, muestran inicialmente una tendencia a dominar la Contracorriente Panamá-Colombia (CPC), a lo largo de la zona costera colombiana, mientras que la Corriente del Caribe (CC) solamente tiene una influencia marcada en aguas oceánicas y en el sector de la Alta Guajira. Esto hace que se presente permanentemente en la cuenca sur del mar Caribe, un giro ciclónico denominado el Giro Panamá Colombia (GPC), cuya velocidad a medida que se llegó a los meses de julio-agosto, fue de hasta 1,0 m/s. Durante todo el mes de agosto, los patrones de corrientes costeros responden a una dirección suroeste-noreste, con un dominio claro de la CPC y velocidades cercanas a los 0,9 m/s (figura 14).

Contrariamente, a inicios del mes de septiembre, se retomó un comportamiento típico de época seca, donde la CC fue dominante a lo largo de la costa colombiana y la CPC quedó limitada al sector del Golfo de Urabá. Sin embargo, el resto del año (i.e. octubre-diciembre), se reflejó el dominio de la CPC, en respuesta al invierno de finales de 2008, que favoreció el predominio de vientos del suroeste y en consecuencia de dicho patrón de corrientes. Algunas anomalías se observaron en días puntuales (e.g. 24-10-2008; figura 15), donde la presencia de la corriente del Caribe era evidente para la parte norte de la costa colombiana, pero no constituyó un patrón ni dominante, ni duradero en el tiempo. Las velocidades superficiales del agua a lo largo de este período de tiempo variaron entre 0,3 y 0,5 m/s.

Para inicios del mes de enero de 2009, se siguió observando la dominancia de la CPC, con la influencia de la CC en la parte norte de la península de La Guajira, tendencia que se mantuvo en el mes de febrero, donde claramente la CPC

afecta la zona costera y la cc, aguas adentro (figura 16). En los meses de marzo y abril, producto de la presencia de los vientos alisios del noreste, la dominancia de la cc fue mayor, al menos en el Caribe norte y centro colombiano con velocidades de entre 0,1 y 0,3 m/s, siendo altamente dominante en el mes de abril y mayo, donde la velocidad superficial alcanzó valores de 0,7 m/s (figura 17).

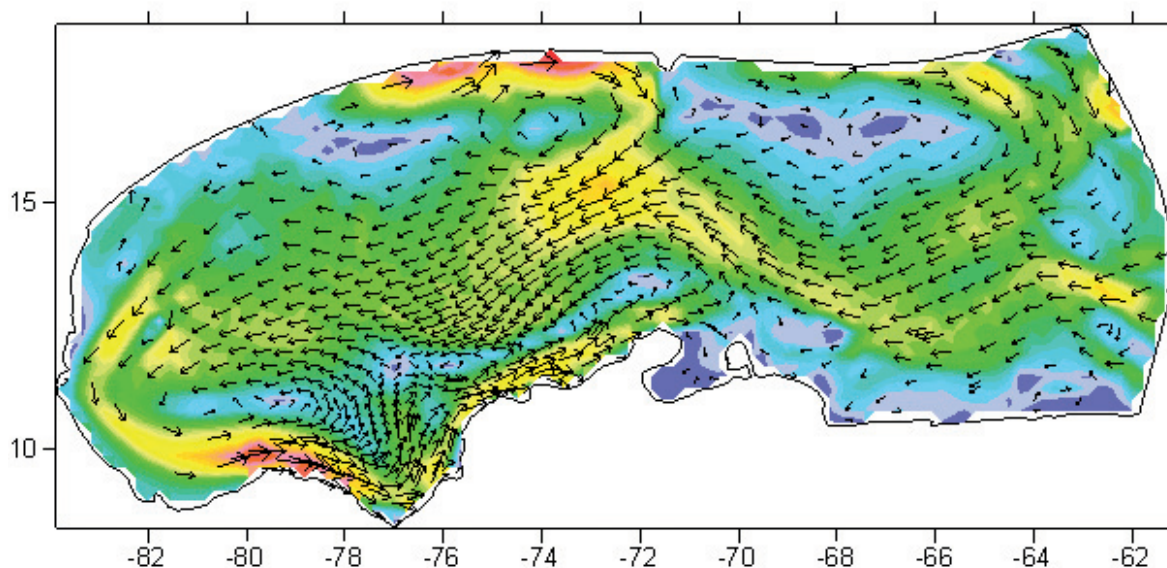


Figura 14. Patrones de corrientes superficiales para el 4 de agosto de 2008, mostrándose la dominancia costera de la Contracorriente Panamá-Colombia y en aguas abiertas la Corriente del Caribe. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2008).

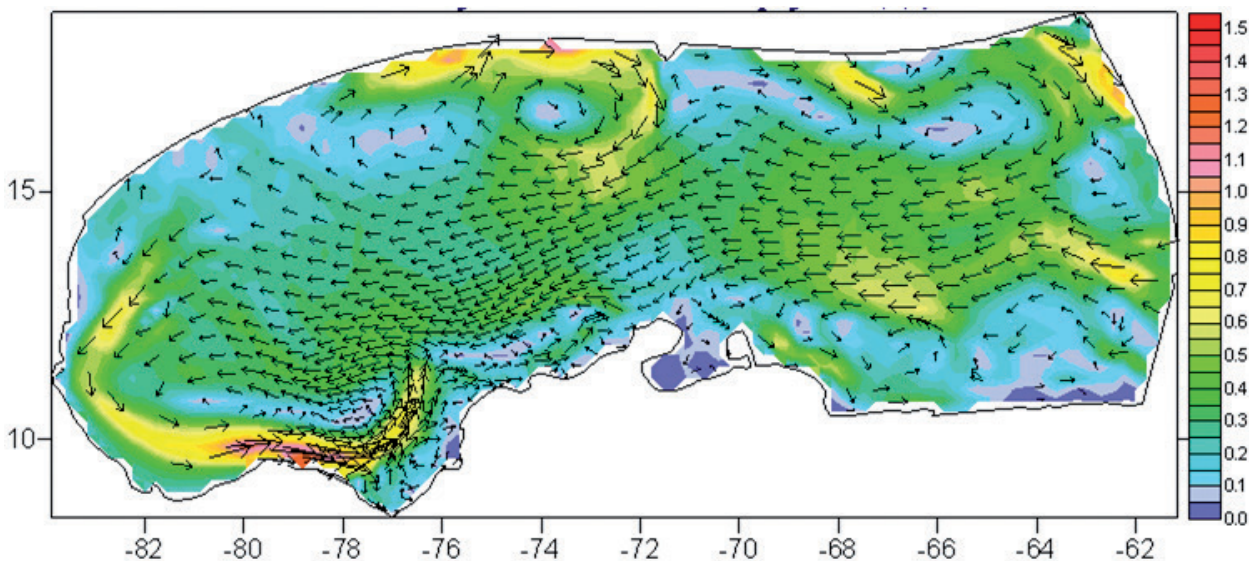


Figura 15. Patrones de corrientes superficiales para el 24 de octubre de 2008, expresando un comportamiento atípico para esta época climática de lluvias, con dominancia de la Corriente del Caribe. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2008).

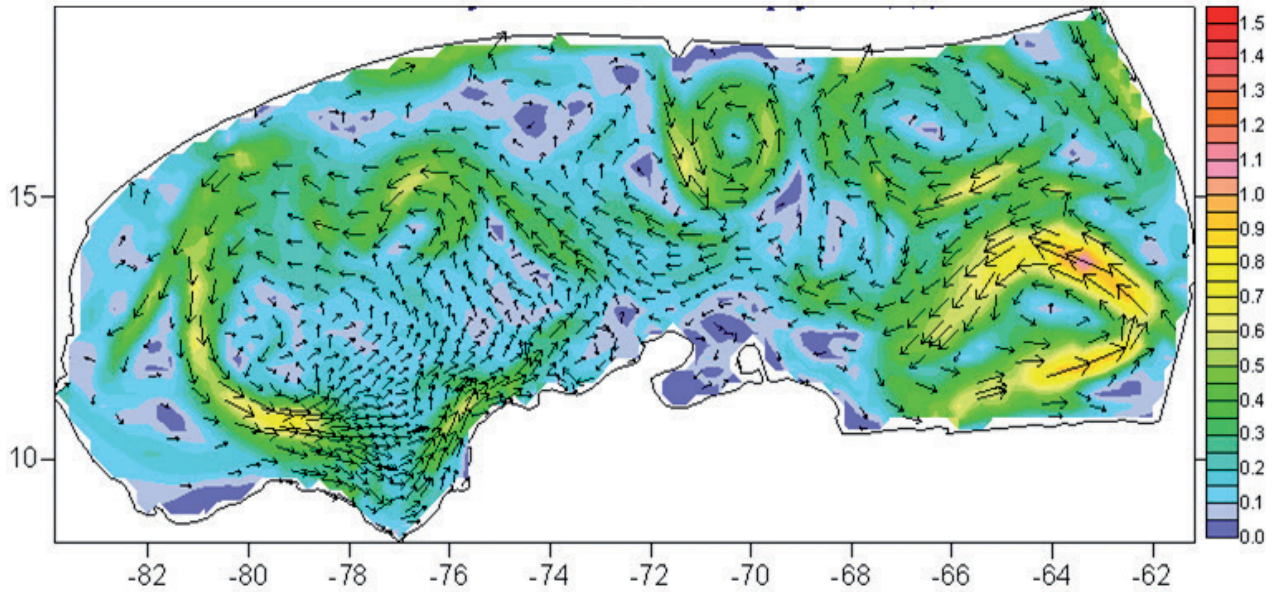


Figura 16. Patrones de corrientes superficiales para el 12 de febrero de 2009, donde la Corriente del Caribe tiene su mayor influencia en la península de La Guajira y sigue habiendo un predominio costero de la Contracorriente Panamá-Colombia. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2009).

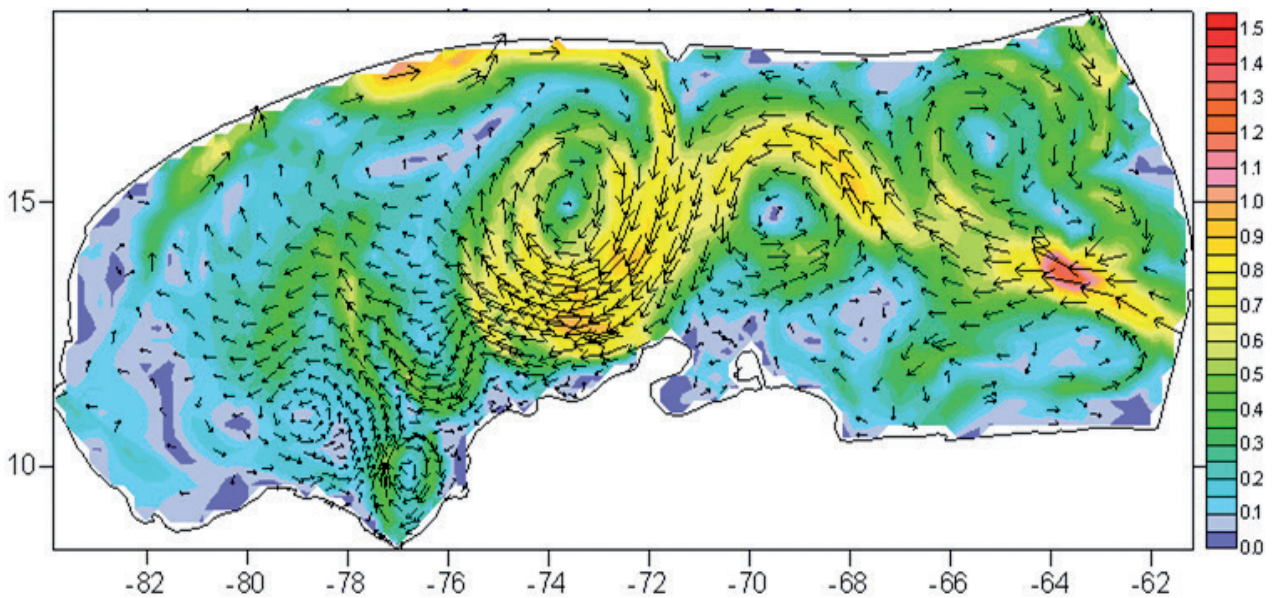


Figura 17. Patrones de corrientes superficiales para el 24 de mayo de 2009, donde se destaca la dominancia de la Corriente del Caribe. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2009).

En el período julio a diciembre de 2009, las corrientes superficiales fueron dominadas permanentemente por la cpc a lo largo de la zona costera colombiana, con velocidades de entre 0,7 y 1,1 m/s, mientras que la cc tuvo influencia en la zona oceánica, con velocidades de entre 0,3 y 0,6 m/s (figura 18). Si bien la cpc llegó incluso hasta la parte norte de la península de La Guajira, hacia principios de octubre, se empezó a formar un giro ciclónico (*Eddy*) frente a la zona costera del departamento del Magdalena (figura 19A), el cual, pudo tener clara influencia en la distribución de especies asociadas, giro que por lo demás, empezó a migrar en dirección oeste, al punto que hacia finales de

octubre este hace parte del gran giro ciclónico de la cuenca sur del Gran Caribe (figura 19B), que afecta las costas de Costa Rica, Panamá y sur del Caribe colombiano. A partir de esa fecha y hasta el mes de diciembre, se observó la influencia de la cc desde La Guajira hasta el sector norte del departamento del Magdalena y de la CPC desde el sector sur del Magdalena hasta el golfo de Urabá (figura 20).

El escenario para el año 2010 no fue muy diferente al inmediatamente anterior, es decir un predominio a principio de año de la cc en el sector oceánico y una prevalencia de la CPC en la zona costera desde el Golfo de Urabá hasta el departamento del Magdalena (figura 21). En el mes de marzo ya se detecta un claro debilitamiento de la cc y la dominancia de la CPC y del GPC, convirtiéndose en los moduladores de los patrones de corrientes regionales en el Caribe centro y sur del país (figura 22).

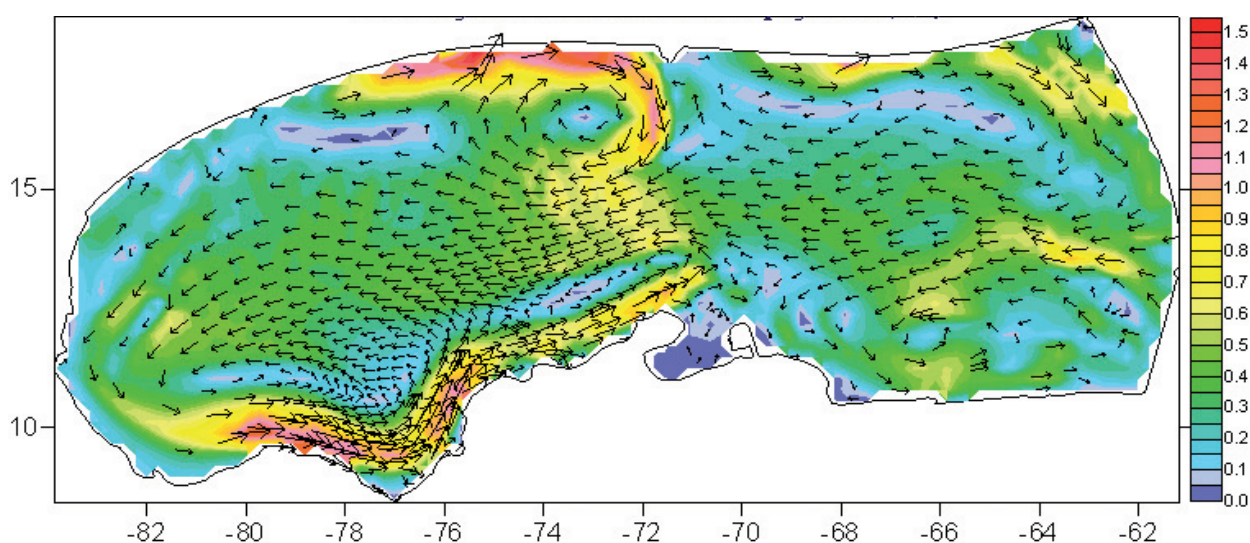
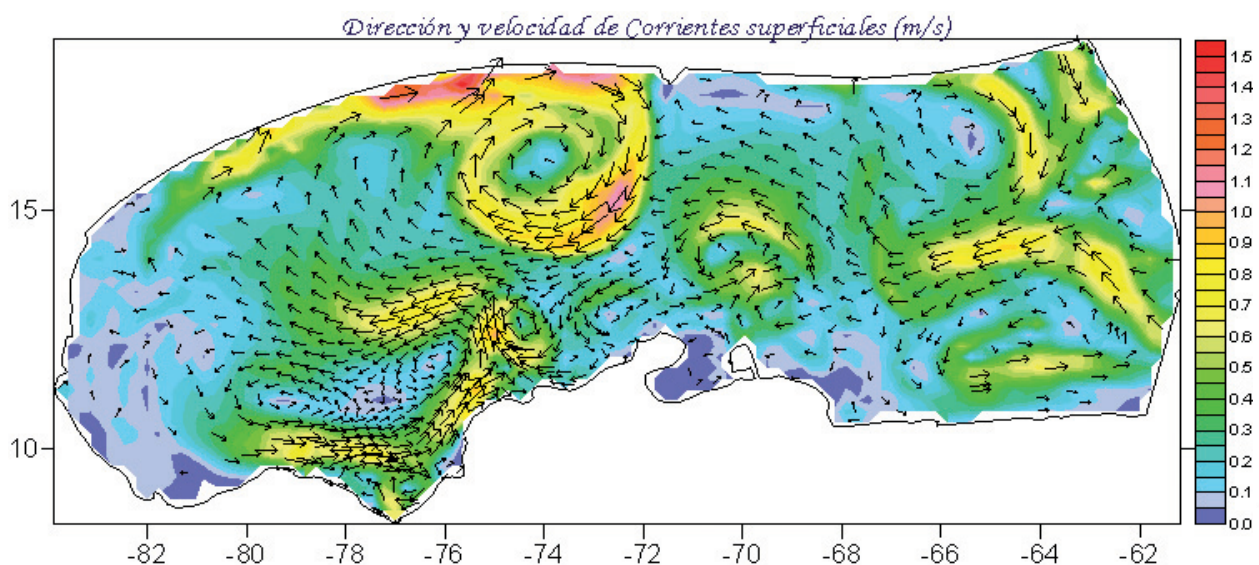


Figura 18. Patrones de corrientes superficiales para el 22 de septiembre de 2009 en la Gran Cuenca del Caribe, donde se expresa a lo largo de la costa Caribe colombiana la presencia de la Contracorriente Panamá-Colombia. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2009).

A.



B.

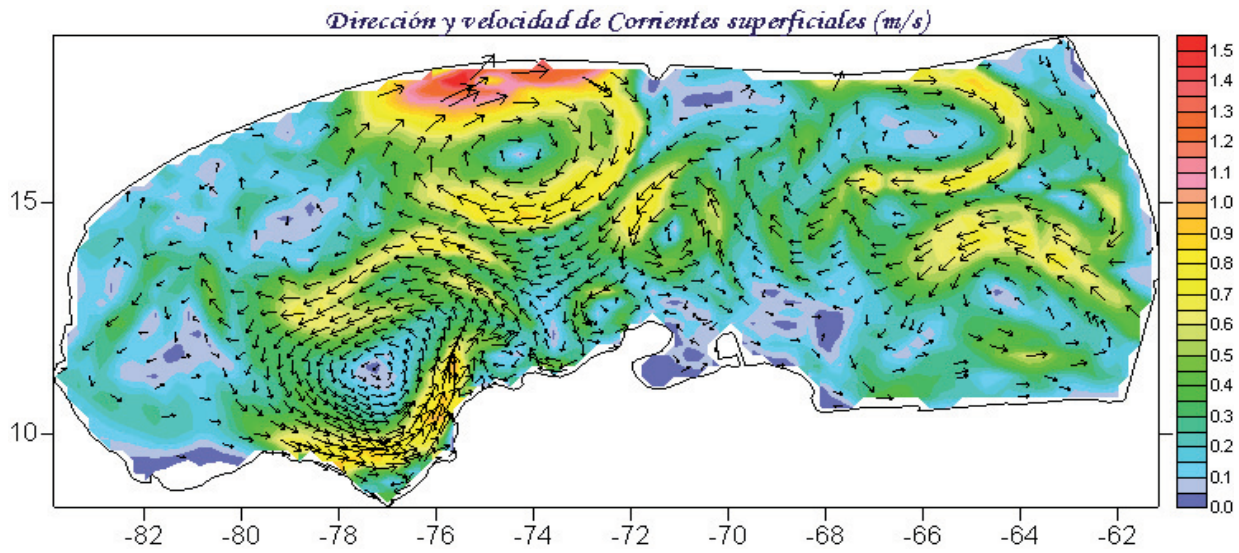


Figura 19. Patrones de corrientes superficiales para el 5 de octubre (A) y 22 de octubre (B) de 2009 en la Gran Cuenca del Caribe, mostrando la migración de un *Eddy* hacia el oeste de la cuenca sur del Caribe. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2009).

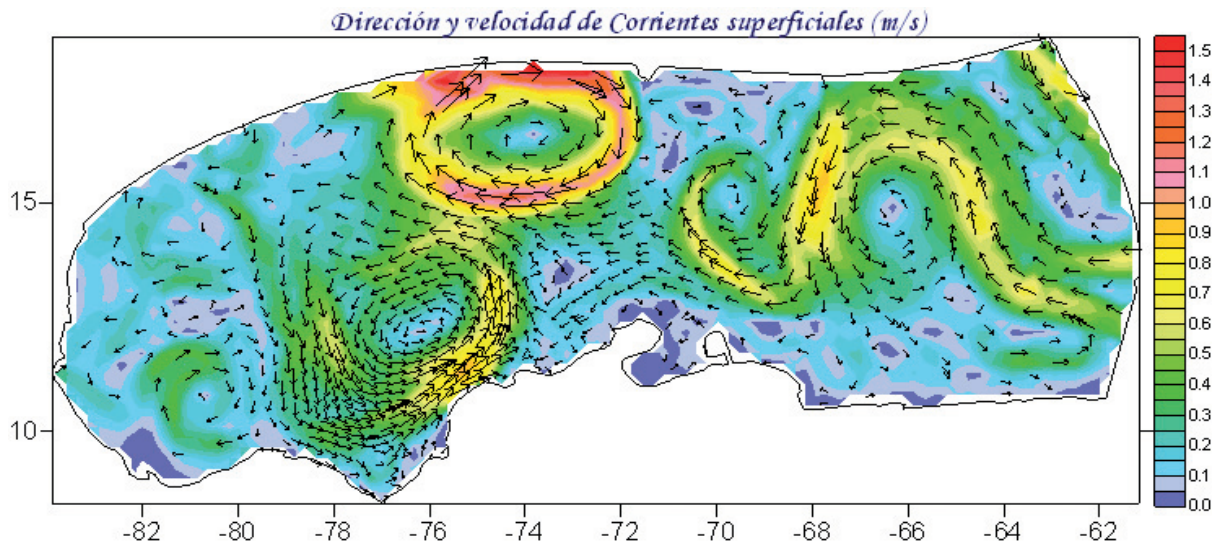


Figura 20. Patrones de corrientes superficiales para el 12 de diciembre de 2009 en la Gran Cuenca del Caribe. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2009).

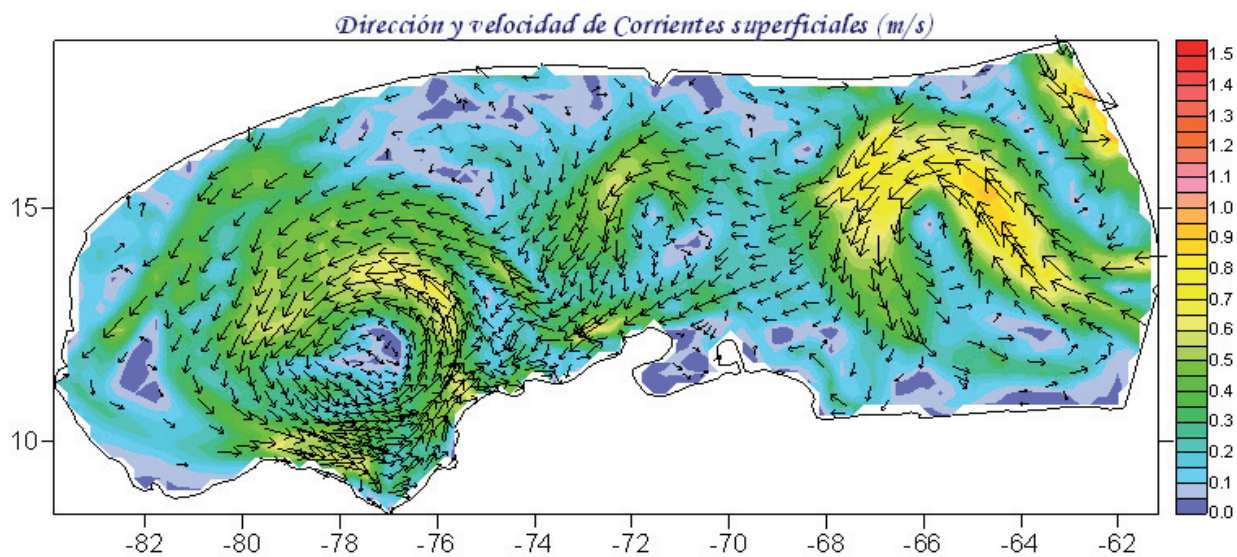


Figura 21. Patrones de corrientes superficiales para el 19 de marzo de 2010 en la Gran Cuenca del Caribe. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2010).

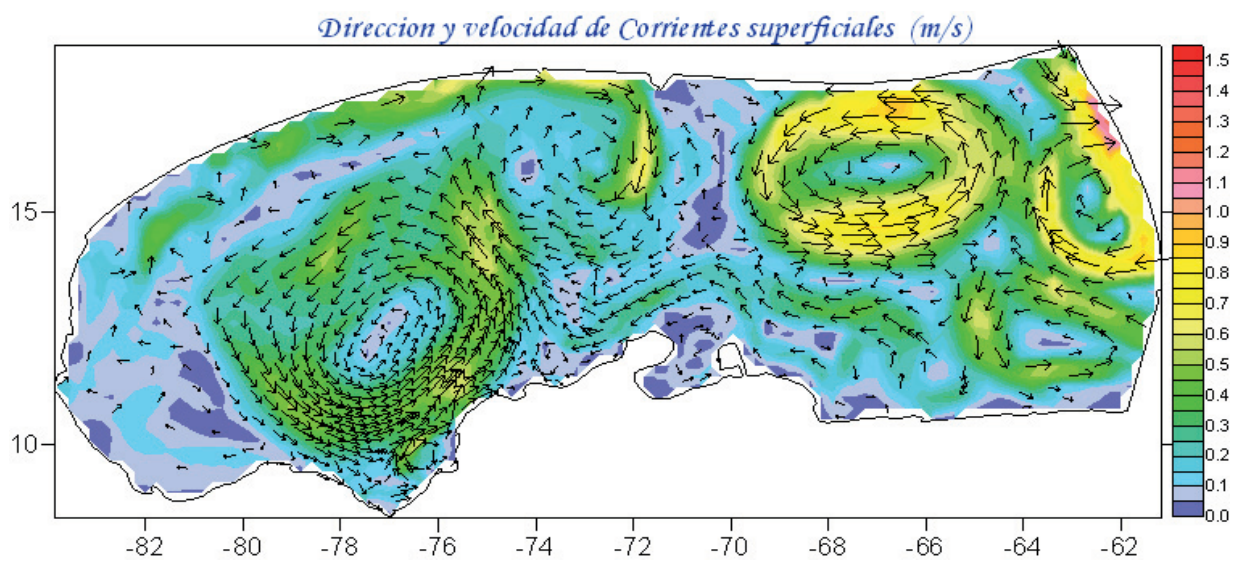


Figura 22. Patrones de corrientes superficiales para el 21 de abril de 2010 en la Gran Cuenca del Caribe. Velocidades expresadas en m/s (tomado de CIOH-SARPAR, 2010).

Temperatura superficial del mar (TSM)

El comportamiento de esta variable entre junio y diciembre de 2008, mostró niveles altos entre $25,9 \pm 2,2$ y $27,3 \pm 2,7^{\circ}\text{C}$ de promedio mensual (figura 23A), reflejando en la mayoría de los casos altos valores para cada uno de los sitios de desembarco pesquero objeto de estudio (*i.e.* Tasajera-Pueblo Viejo, Ciénaga, Don Jaca, Aeropuerto, Bahía de Santa Marta, Taganga-Bahía Concha, Los Cocos-Pozas de Mendihuaca, Don Diego y La Jorará; figura 24A). Ya para los primeros meses de 2009 y concordante con la época seca y la presencia del evento de surgencia local del Caribe centro colombiano (Franco-Herrera, 2005), la temperatura descendió alcanzando valores promedio de entre $24,7 \pm 1,6$ y $25,2 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$ (figura 23B), con valores mínimos, incluso cercanos a los 22°C al norte del departamento, en el sector de las Pozas de Mendihuaca y La Jorará (figura 24B). Posterior a ello, fue común volver a encontrar incrementos en los valores de temperatura desde el mes de mayo hasta noviembre, con un leve descenso en el mes de julio, producto del Veranillo de Sanjuán. En este lapso de tiempo la TSM fluctuó entre $25,4 \pm 2,7$ y $28,5 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ (figura 23B). Complementariamente, la tendencia fue similar para todos los subsectores, con los ya mencionados ascensos en la temperatura superficial del agua hacia finales del año, disminuciones en los primeros meses del año, con tendencia a incrementarse hacia el mes de mayo y junio. El año 2010 siguió el mismo patrón que el año inmediatamente anterior (figura 24C), es decir bajos valores en los primeros tres a cuatro meses del año ($< 27^{\circ}\text{C}$) y elevaciones destacadas en el segundo semestre, producto además de las fuertes precipitaciones que favorecieron un incremento en la temperatura de la atmósfera (*i.e.* efecto de invernadero natural por las nubes), calor que se transmite a las capas superficiales de la columna de agua, generando valores máximos promedio de hasta $29,3 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$. El análisis sectorial muestra la misma tendencia con menores temperaturas en los sectores del norte del departamento del Magdalena y mayores hacia el sur (Figura 24C).

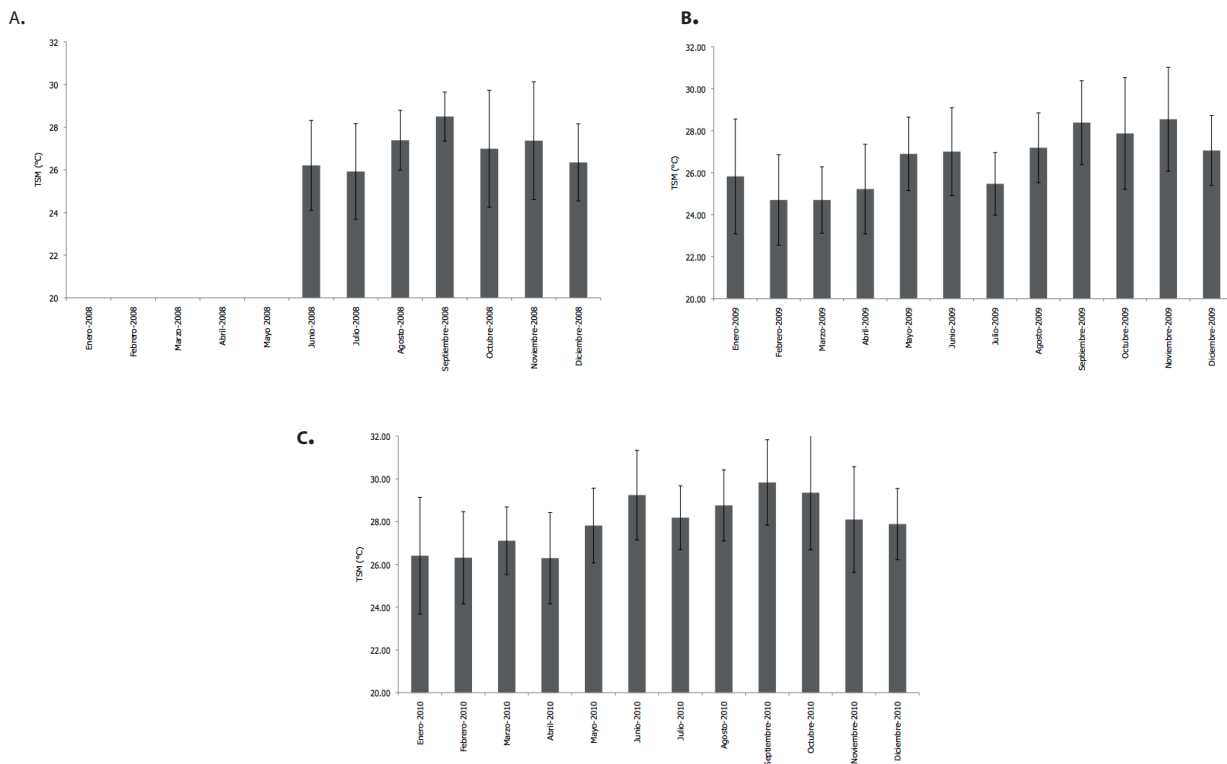


Figura 23. Temperatura superficial del mar (TSM) promedio para junio-diciembre de 2008 (A), como para los años 2009 (B) y 2010 (C), considerando los 10 puntos de muestreo pesquero a lo largo de la zona costera del departamento del Magdalena. Barras de error = desviación estándar.

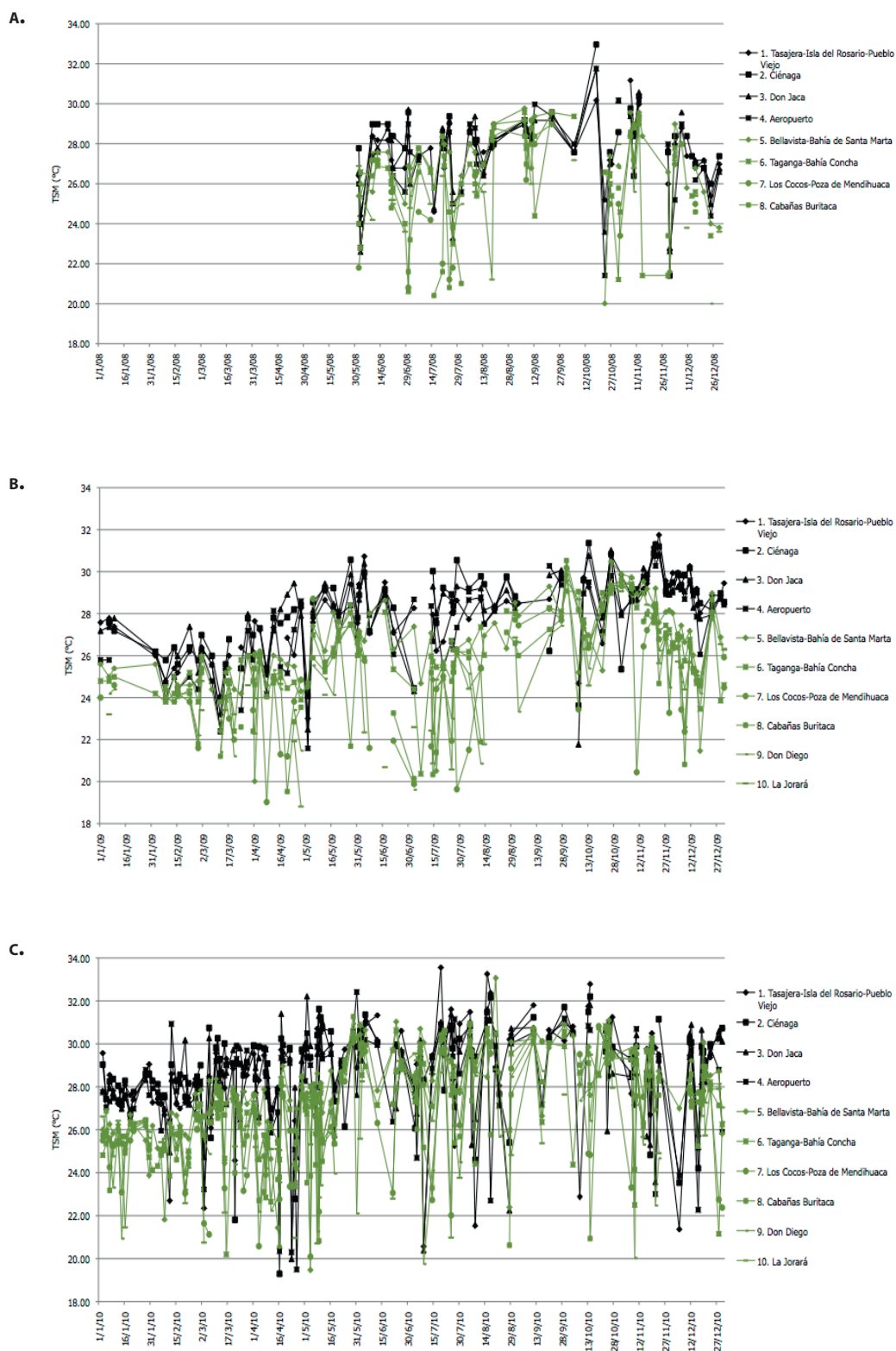
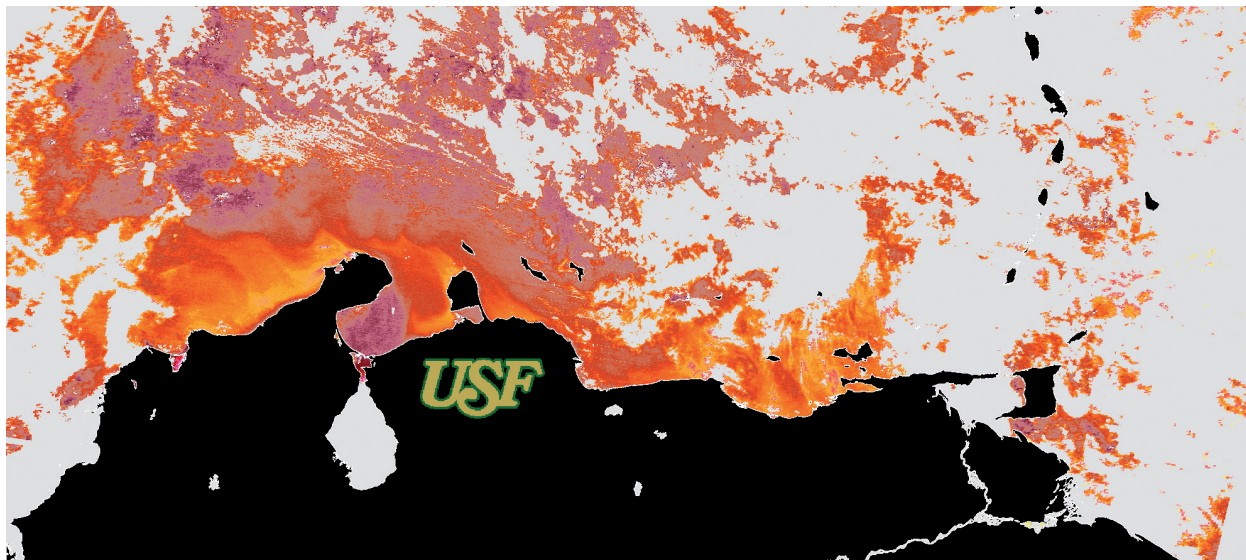


Figura 24. Temperatura superficial del mar (TSM) mensual promedio (°C), en cada uno de los 10 sectores de pesca definidos a lo largo la costa del departamento del Magdalena, Caribe colombiano, entre junio y diciembre de 2008 (A), el año 2009 (B) y 2010 (C).

La pesca artesanal en el departamento del Magdalena

Las imágenes satelitales provenientes de la Universidad del Sur de la Florida (IMARS, 2008-2010), dan un claro reflejo de este comportamiento estacional, es decir bajas temperaturas en los primeros meses del año o bajo la presencia del veranillo de Sanjuán (figura 25A), producto de la surgencia que afecta al Caribe norte y centro de Colombia (Ramírez, 1983; 1990), y altas temperaturas en el segundo semestre del año, a causa del debilitamiento de este evento gráfico (figura 25B).

A.



B.

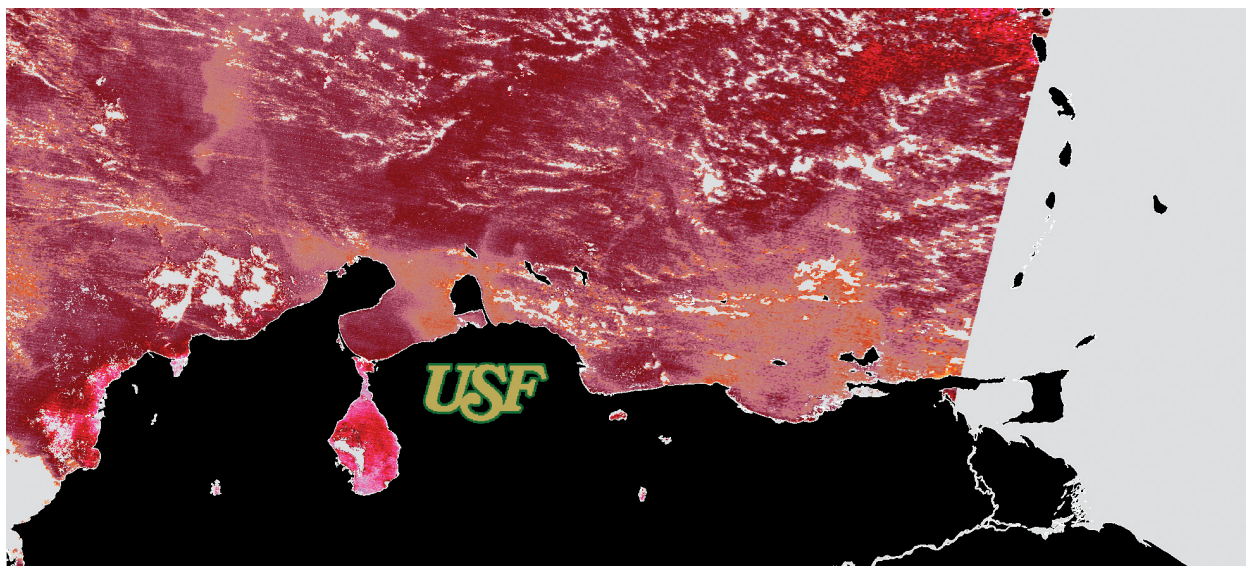


Figura 25. Temperatura superficial del mar (TSM) para el Caribe colombiano, para el día 20 de julio de 2009, (A) donde se observan las menores temperaturas del agua hacia el Caribe centro y norte de Colombia y para el 26 de octubre de 2009 (B), donde se destaca el incremento general de la TSM en todo el Caribe colombiano (tomado de Institute of Marine Remote Sensing-University of South Florida, 2009).

Concentración de clorofila-a superficial del mar

Los niveles de este pigmento fueron evaluados a partir del mes de septiembre de 2009. Preliminarmente en los últimos cuatro meses del año 2009, las concentraciones promedio mensuales variaron desde $1,5 \pm 1,8$ hasta $4,9 \pm 5,7$ mg clorofila-a/m³ (figura 26), valores elevados producto de la fertilización que recibe la plataforma continental del departamento del Magdalena por aporte de aguas continentales provenientes de la Ciénaga Grande de Santa Marta y del río Magdalena, cuyo desplazamiento hacia el noreste es favorecido por el patrón de vientos dominantes (Arévalo-Martínez y Franco-Herrera, 2008; García-Hoyos *et al.*, 2010;) (figura 27). Durante principios del año 2010, la biomasa fitoplanctónica mantuvo concentraciones superiores a 1 mg clorofila-a/m³, por acción del evento de surgencia que trae nutrientes nuevos a la zona eufótica favoreciendo el incremento de la biomasa autotrófica pelágica, niveles que por lo demás se incrementaron a partir de mayo hasta llegar incluso a valores promedio de hasta $9,4 \pm 9,6$ mg clorofila-a/m³ en el segundo semestre (figura 28), producto del ya mencionado incremento en las precipitaciones por acción del evento Niña de 2010.

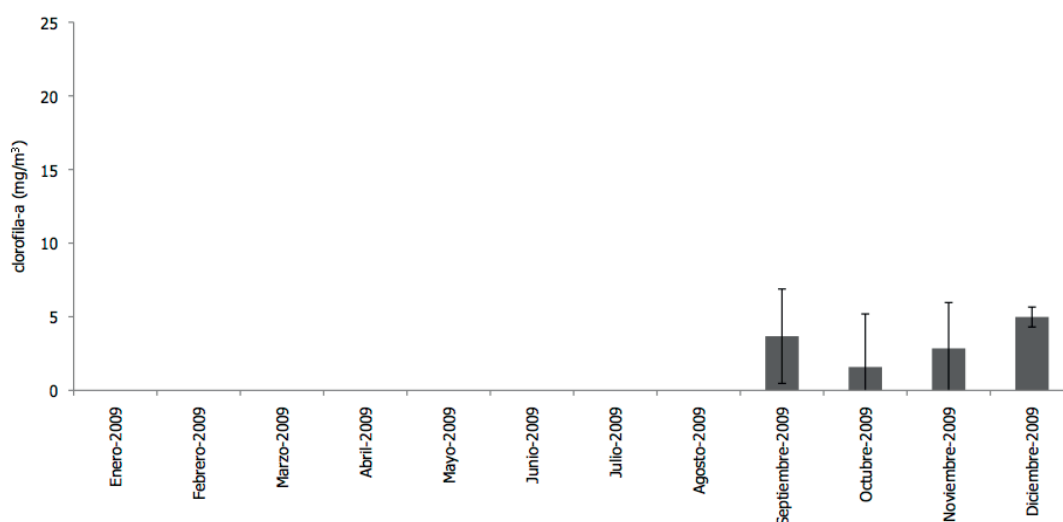


Figura 26. Concentración promedio mensual de clorofila-a entre septiembre y diciembre de 2009, considerando los 10 puntos de muestreo pesquero a lo largo de la zona costera del departamento del Magdalena. Barras de error = desviación estándar. No se reportan valores para julio y agosto de 2009, porque el área de estudio presentó masas nubosas que no permitieron una resolución adecuada de los resultados.

Este comportamiento en la base de la red trófica marina, permitiría inferir que las altas biomásas fitoplanctónicas en la superficie del mar deberían redundar en un amplio flujo de materia y energía a lo largo de la red trófica y en consecuencia tener el ecosistema pelágico la capacidad de soportar alta biomasa heterotrófica (*e.g.* peces de hábitos herbívoros o planctófagos). Al igual que la TSM, también se destaca una sectorización espacial en la zona costera del departamento del Magdalena, con niveles más altos entre Tasajera y el Aeropuerto, de entre 4,3 y 9,2 mg/m³ y 7,8 y 11,8 mg/m³ en los años 2009 y 2010, respectivamente, y más bajos desde la Bahía de Santa Marta hasta La Jorará (0,90 y 1,29 mg/m³ en 2009 y 1,1 y 2,6 mg/m³ en 2010; figura 29). Esto confirma que los procesos de fertilización con aguas continentales, a los que está sometida más directamente la plataforma sur del departamento del Magdalena, son mayores a aquellos generados por los eventos de surgencias (figura 30), que al final traen compuestos provenientes de los eventos de oxidación que se suceden en aguas profundas del Atlántico Norte y que son consideradas como tal, aguas nuevas, ya que su tiempo de recorrido es corto y por lo tanto los procesos de remineralización menores (Millero, 2006).

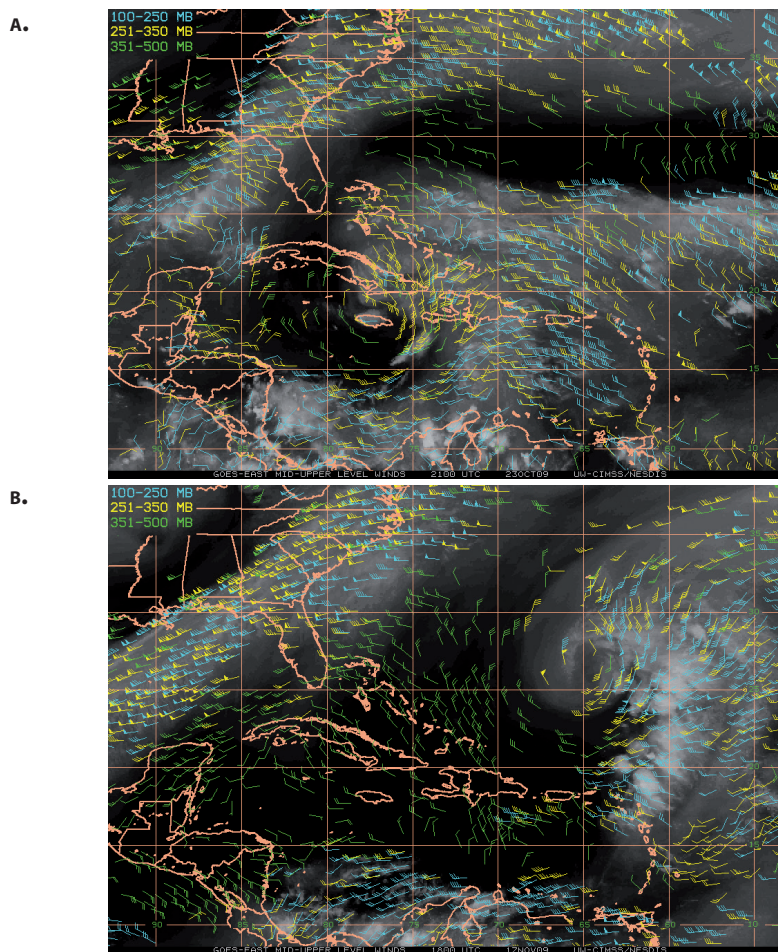


Figura 27. Velocidad y dirección del viento entre 100 y 500 mb de altura para la Gran Cuenca del Caribe el 23 de octubre (C) y el 17 de noviembre (B) de 2009 (tomado de CIMSS, 2009).

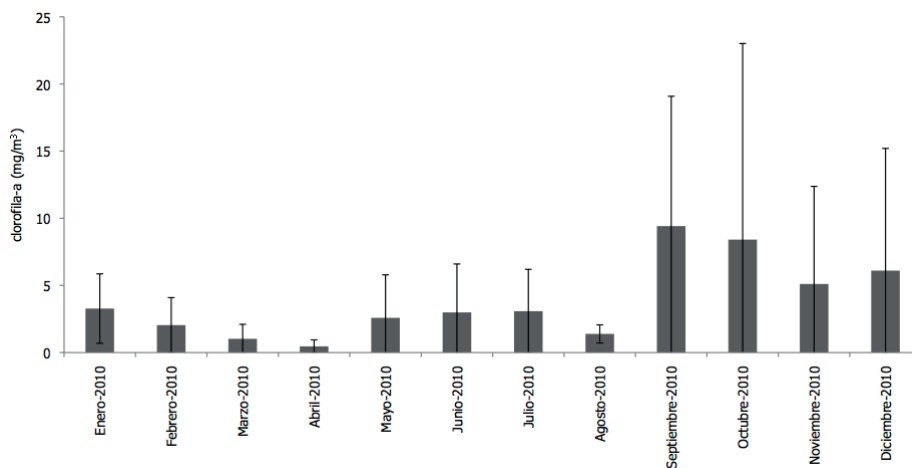


Figura 28. Concentración promedio mensual de clorofila-a a lo largo del año 2010, considerando los 10 puntos de muestreo pesquero a lo largo de la zona costera del departamento del Magdalena. Barras de error = desviación estándar.

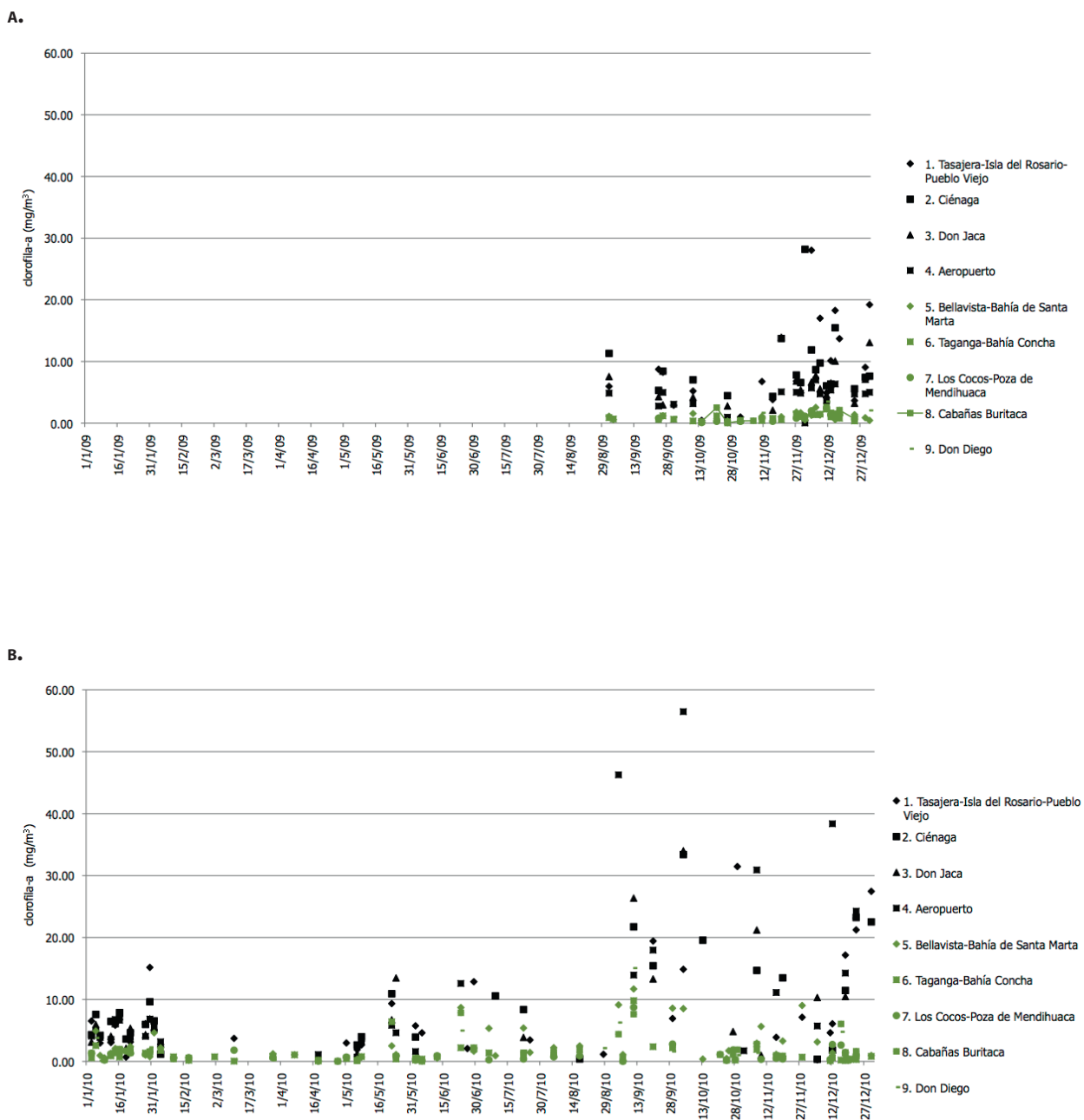


Figura 29. Serie de tiempo de concentración de clorofila-a (mg/m³) entre septiembre y diciembre de 2009 (A) y a lo largo del año 2010 (B), para diez subsectores pequeños, pertenecientes a la costa del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. Puntos negros: sectores al sur del departamento del Magdalena. Puntos verdes: sectores al norte del departamento del Magdalena.

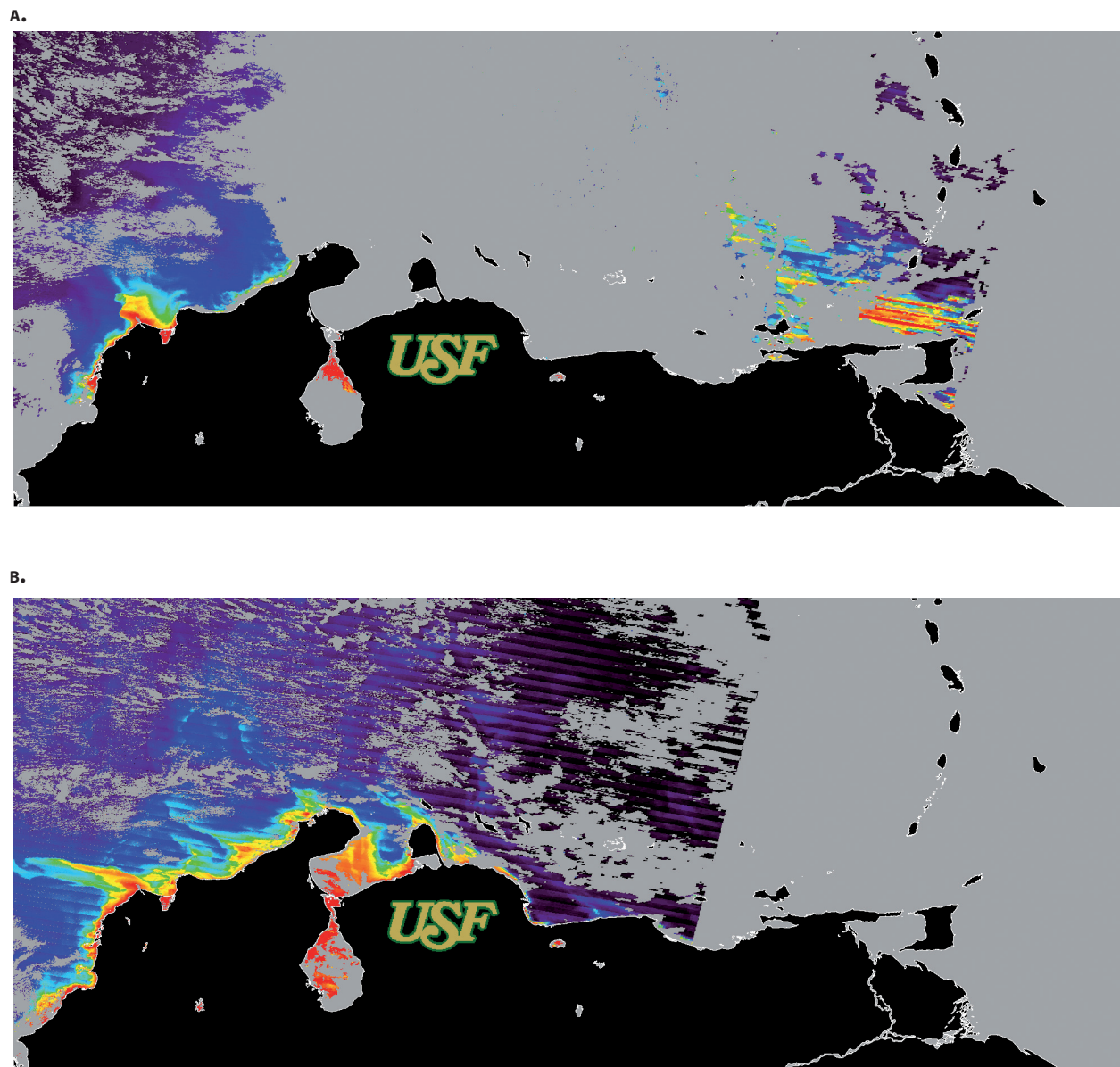


Figura 30. Concentración superficial de clorofila-a (mg/m^3) para el 1 de septiembre de 2009 (A), correspondiente al período climático lluvioso y para el 11 de diciembre de 2009 (B), que hace parte del período seco (IMARS, 2009).

Conclusiones finales

La dinámica de la ZCIT en el período junio 2008-junio 2010, se caracterizó por presentar claras anomalías a su comportamiento histórico, afectando menos la zona Caribe en el segundo semestre de 2009 e incrementando su tiempo de permanencia a inicios de 2010, producto de los eventos Niño-Niña registrados entre 2008-2010. Esto llevó a tener un sistema con bajas precipitaciones en el año 2009 y muy fuertes lluvias a lo largo de 2010.

Los patrones de macrocorrientes estuvieron claramente modulados por la CC, la CCP y el GPC, como es típico en esta zona del Caribe colombiano. Vale destacar que la presencia de la CPC es permanente a lo largo del año en la zona costera del departamento del Magdalena y no como se consideraba anteriormente que esta solo producía efecto de manera significativa en el período lluvioso.

La TSM en la plataforma continental del departamento del Magdalena se caracteriza por una clara estacionalidad, con valores bajos durante el primer semestre del año producto del evento de surgencia y con mayores niveles en el segundo semestre a causa del debilitamiento de este evento oceanográfico. En una escala espacial, es claro que aquellas áreas ubicadas al norte del departamento desde la bahía de Santa Marta hasta La Jorará siempre presentan niveles más bajos de temperaturas, comparadas con aquellas al sur desde la ensenada de El Rodadero hasta Tasajera, siendo más evidente esta sectorización norte-sur en la primera época del año.

Finalmente, hay que indicar que la plataforma continental del departamento del Magdalena presenta de una manera permanente altos niveles de biomasa fitoplanctónica producto de la fertilización que da la surgencia y los aportes continentales en las épocas seca y de lluvias, respectivamente, destacando que durante este último período los afloramientos de estos productores primarios son mayores y se expresan mejor hacia el sector sur de la plataforma debido a la cercanía a estas fuentes de agua.

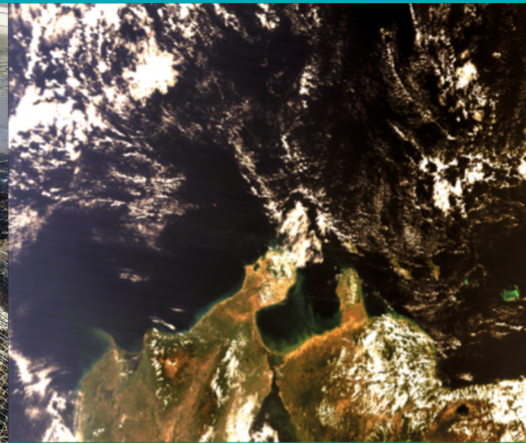
Bibliografía

- ALONSO, D.; SIERRA-CORREA, P.; ARIAS-ISAZA, P.; FONTALVO, M. 2003. Conceptos y guía metodológica para el manejo integrado de zonas costeras en Colombia, manual 1: preparación, caracterización y diagnóstico. *Serie de Documentos Generales de INVEMAR* No.12, 94 p.
- ARÉVALO-MARTÍNEZ, D.L.; FRANCO-HERRERA, A. 2008. Características oceanográficas de la surgencia frente a la Ensenada de Gaira, departamento del Magdalena, época seca menor de 2006. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 37:131-162.
- BARROS, M.E.; MANJARRÉS, L. 2004. Inventario y caracterización de la flota pesquera artesanal del sector norte del departamento del Magdalena (Taganga-La Jorará). En: MANJARRÉS, L. (Ed.). 2004. Pesquerías demersales del área norte del Caribe colombiano y parámetros biológico - pesqueros y poblacionales del recurso pargo. Universidad del Magdalena. Santa Marta. 318 p.
- CABRERA, E.; DONOSO, M. 1993. Estudio de las características oceanográficas del Caribe colombiano, Región III, Zona 1. PDCTM. *Boletín Científico del CIOH* 13:19-32.
- CIMSS (COOPERATIVE INSTITUTE FOR METEOROLOGICAL SATELLITE STUDIES). 2008-2010. Tropical cyclones information. University of Wisconsin-Madison. Disponible *on line*: www.cimss.ssec.wisc.edu/tropic.
- CIOH-SARPAR (CENTRO DE INVESTIGACIONES OCEANOGRÁFICAS E HIDROGRÁFICAS). 2008-2010. Boletín Meteomarinero mensual de Caribe colombiano, Junio de 2008- Abril 2010. Disponible *on line*: www.cioh.org.co/meteorologia/ResumenClimatologico.php.

La pesca artesanal en el departamento del Magdalena

- COLCIENCIAS–CIID–FES. 1986. *Desarrollo de la pesca artesanal en la región de Santa Marta* (Informe anual). Ed. Guadalupe Ltda. Bogotá, Colombia.
- COMARTA, 2009-2010. Centro de Observación Marina Tadeísta, Base de datos años 2009 y 2010. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Informe técnico final. Santa Marta. 120 p.
- CORPAMAG, 2011. Magdalena Ambiental. Localización, límites y extensión. Disponible *on line*: www.corpamag.gov.co. Fecha de consulta: febrero 23 de 2011.
- CORTÉS, S.M.L.; CAMPOS, N.H. 1999. Crustáceos decápodos de fondos blandos, en la franja costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 23(89):603-614.
- DÍAZ-MERLANO, J.M.; GÓMEZ, D.I. (Eds.). 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera PNIBM. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis. Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo, Ministerio del Medio Ambiente. Santa Marta. 83 p.
- FRANCO-HERRERA, A. 2005. *Una aproximación a la oceanografía de la ensenada de Gaira: El Rodadero, más allá que un centro turístico*. Servigraphic Ltda. Santa Marta. 58 p.
- GARCÍA-HOYOS, L.M.; FRANCO-HERRERA, A.; RAMÍREZ-BARÓN, J.S.; LÓPEZ-CERÓN, D.A. 2010. Dinámica océano-atmósfera y su influencia en la biomasa fitoplanctónica en la zona costera del departamento del Magdalena, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 39(2):307-336.
- IDEAM. 2008. Predicción climática y alerta. Condiciones hidrológicas y meteorológicas en Colombia desde abril 2004 hasta diciembre 2006. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Disponible *on line*: www.ideam.gov.co:8080/informe/historico.shtml.
- IMARS (INSTITUTE OF MARINE REMOTE SENSING) 2008-2010. USF Modis Direct Broadcast Data Products. University of South Florida. Disponible *on line*: <http://modis.marine.usf.edu/index.html>.
- INVEMAR (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS). 2000. Programa Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina y Costera –PNIBM-. Editado por Juan Manuel Díaz Merlano y Diana Isabel Gómez López. Santa Marta DTCH., Colombia. 83 p.
- KASAKOV, A.L.; LEZHENIN, A.A.; SPERANSKIY, L.S. 1996. Resultados preliminares del estudio de la capa límite mesometeorológica de la atmósfera en la costa norte colombiana aplicando un modelo numérico. *Boletín Científico del CIOH*. 17:17-26.
- MANJARRÉS, L.M. 1993. Aspectos biológico-pesqueros de las principales especies ícticas capturadas en el área de Santa Marta. En: Correa, F.; Majarrés, L.M. 1993. Proyecto Integral de Investigaciones y Desarrollo de la Pesca Artesanal Marítima en el área de Santa Marta. INPA-CIID-UNIMAGDALENA. Colombia.
- MANJARRÉS, L.M. 2004. *Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológicos-pesqueros y poblacionales del recurso pargo*. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA, Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia “Francisco José de Caldas” COLCIENCIAS. Santa Marta DTCH., Colombia. 317 p.
- MILLERO, F. 2006. *Chemical Oceanography*. 3 Edición. Boca Ratón: CRC Press LLC. 496 p.
- MOLINA, A. 1990. Estudio geológico de la plataforma continental del Caribe (Santa Marta-Punta Morro Hermoso). En: cco (Ed.). 120-131. Memorias VII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Comisión Colombiana de Oceanografía. Cali. 792 p.
- NOAA NATIONAL WEATHER CENTER–CLIMATE PREDICTION CENTER. 2011. Monitoring and Data: ENSO impacts. Cold and warm

- episodes by season. Disponible *on line*: www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/).
- NOAA NATIONAL WEATHER CENTER–NATIONAL HURRICANE CENTER, 2011. Tropical Weather Outlook. Disponible *on line*: www.nhc.noaa.gov/.
- OSCAR (OCEAN SURFACE CURRENT ANALYSES–REAL TIME). 2010. Near-real time ocean surface currents derived from satellite altimeter and scatterometer data. NOAA Disponible *on line*: www.oscar.noaa.gov/.
- RAMÍREZ, G. 1983. Características fisicoquímicas de la Bahía de Santa Marta. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín* 3:111-121.
- RAMÍREZ, G. 1990. Distribución de los nutrientes inorgánicos en las aguas costeras de la región de Santa Marta, Caribe colombiano. En: Cco (Ed.). 244-254. Memorias VII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Comisión Colombiana de Oceanografía, Cali. 792 p.
- WEATHER UNDERGROUND. 2010. Hurricane Archive-2009. Disponible *on-line*: <http://www.wunderground.com/hurricane/at2009.asp>



UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ
JORGE TADEO LOZANO

www.utadeo.edu.co

ISBN: 978-958-725-112-6



9 789587 251128