

CPT-CAM-007-15

Concepto Técnico Tipo "D"

CONCEPTO TÉCNICO SOBRE MORTANDAD DE PECES EN EL SECTOR PUERTO LUZ Y EL ACUARIO DE SANTA MARTA, MARZO 2015

Solicitado por:

Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG



Santa Marta, abril 15 de 2015

CUERPO DIRECTIVO

Director

Francisco A. Arias Isaza

Subdirector

Coordinación Científica

Jesús Antonio Garay Tinoco

Coordinador

Programa Biodiversidad y Ecosistemas
Marinos (BEM)

David Alonso Carvajal

Coordinador

Programa Valoración y Aprovechamiento
de Recursos Marinos y Costeros (VAR)

Mario Rueda Hernández

Coordinadora

Programa Calidad Ambiental Marina (CAM)
Luisa Fernanda Espinosa

Coordinadora

Coordinación de Investigación e
Información para Gestión Marina y
Costera (GEZ)

Paula Cristina Sierra Correa

Coordinadora

Programa de Geociencias Marinas y
Costeras (GEO)

Constanza Ricaurte

Coordinador

Coordinación de Servicios Científicos (CSC)
Julián Mauricio Betancourt

Subdirectora Administrativa (SRA)

Sandra Rincón Cabal

Preparado por:

**Subdirección de Coordinación de
Investigaciones –SCI**

Programa CAM

Luisa Fernanda Espinosa

Programa VAR

Efrain Viloria

Mario Rueda

Programa BEM

Manuel Garrido

Andrea Polanco

Diana Gómez

Programa GEO

Martha Bastidas

Magnolia Murcia

Constanza Ricaurte

Imagen portada: Peces muertos en la Bahía de Santa Marta, sábado
28 de marzo de 2015 (11°12'32.1"N 74°14'02.5"W). Foto tomada por:
Corpamag.

INVEMAR

Calle 25 No. 2-55, Playa Salguero

Santa Marta – Colombia

Tel: (57) (5) 4328600, Fax: (57) (5) 4328682

www.invemar.org.co

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN/ANTECEDENTES.....	1
2.	METODOLOGÍA.....	2
2.1.	Área Afectada	2
2.2.	Análisis de Peces	3
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	3
3.1.	Análisis de las condiciones atmosféricas y oceanográficas.....	3
3.2.	Análisis de Peces	6
3.2.1.	Aspectos teóricos.....	6
3.2.2.	Análisis de los peces entregados por CORPAMAG	8
4.	CONCLUSIÓN	11
5.	RECOMENDACIONES.....	11
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Foto de los peces entregados por CORPAMAG en las instalaciones de INEVAMAR el 30 de marzo del 2015.....	1
Figura 2-1. Ubicación área de mortandad de peces (recuadro Rojo), (imagen tomada y modificada de google earth).....	2
Figura 3-1. Serie de tiempo de magnitud del viento (m/s) registrada cada media hora en la estación COMARTA durante marzo de 2015. Fuente de datos: Universidad Jorge Tadeo Lozano – Sede Santa Marta.....	5
Figura 3-2. Aspecto de los ejemplares recolectados de Sardinella aurita.....	9
Figura 3-3. Aspecto del ejemplar recolectado Scomber japonicus.....	10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3-1. Valores promedios \pm SD para las variables medidas el 26/03/2015 frente a las bahías de Santa Marta y Rodadero.....	5
Tabla 3-2. Morfometría (en mm) de los ejemplares de <i>Sardinella aurita</i> . (LT: longitud total, LE: Longitud estándar, LPA: Longitud preanal, LPD: Longitud predorsal, LC: Longitud cabeza, DO: Diámetro del ojo, LH: Longitud hocico, LMS: Longitud maxila superior, LAPc: Longitud aleta pectoral, LAD: Longitud aleta dorsal, LAPv: Longitud aleta pélvica, LAA: Longitud aleta anal).....	9
Tabla 3-3. Merística de los ejemplares de <i>Sardinella aurita</i> . (AP: aleta pectoral, AD: Aleta dorsal, AA: Aleta anal, APv: Aleta pélvica).	9
Tabla 3-4. Morfometría (en mm) de los ejemplares de <i>Scomber japonicus</i> . (LT: longitud total, LE: Longitud estándar, LPA: Longitud preanal, LPD: Longitud predorsal, LC: Longitud cabeza, DO: Diámetro del ojo, LH: Longitud hocico, LMS: Longitud maxila superior, LAPc: Longitud aleta pectoral, LAD: Longitud aleta dorsal, LAPv: Longitud aleta pélvica, LAA: Longitud aleta anal).....	10
Tabla 3-5. Merística de los ejemplares de <i>Scomber japonicus</i> . (AP: aleta pectoral, AD: Aleta dorsal, AA: Aleta anal, APv: Aleta pélvica).....	10

1. INTRODUCCIÓN/ANTECEDENTES

El sábado 28 de marzo del 2015, mediante comunicación telefónica, el Viceministro de Agricultura informó al Subdirector de Coordinación Científica del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR, sobre la mortandad de peces que se había registrado los días viernes 27 y sábado 28 de marzo en inmediaciones del sector de Puerto Luz y el acuario de Santa Marta, zona costeras del departamento del Magdalena.

La Corporación Autónoma Regional de Magdalena, CORPAMAG, realizó una visita de inspección al lugar donde se evidencio la mortandad ubicado entre las coordenadas 11°12'32.1"N y 74°14'02.5"W. En esta visita se tomaron fotos que se entregaron a INVEMAR, y se colectaron 5 muestras biológicas que fueron entregados el día 30 de marzo en instalaciones del INVEMAR (Figura 1-1). Las muestras fueron almacenadas en el laboratorio de Calidad Ambiental Marina y se analizaron unos días después.



Figura 1-1. Foto de los peces entregados por CORPAMAG en las instalaciones de INVEMAR el 30 de marzo del 2015.

De acuerdo a las versiones suministradas por CORPAMAG, no se realizó ningún tipo de conteo o alguna estimación para calcular la cantidad de peces muertos, por lo cual no se tiene información de la magnitud del siniestro. Las versiones entregadas por CORPAMAG y por los diferentes medios de comunicación hacen referencia a una gran cantidad de peces muertos acumulados a lo largo de la playa entre Puerto Luz y el Acuario de Santa Marta, sin encontrar indicios de peces agonizantes o en regular estado.

Debido a que no se tomaron muestras de agua, ni se hicieron mediciones in situ de las variables que puedan indicar cambios en las condiciones ambientales que hayan podido producir la mortandad de los peces; y entendiendo que estos eventos se vienen produciendo hace varios años y de acuerdo con estudios realizados en otras zonas del mundo son el resultado de fenómenos naturales (Blaber, 2000) en el presente concepto técnico se describen las condiciones atmosféricas y oceanográficas de los días previos al evento, se hace un análisis de la ecología de las especies reportadas y se analizan los peces entregados por CORPAMAG, para tratar de establecer las causas probables de la mortandad.

2. METODOLOGÍA

2.1. Área Afectada

Con base a la información suministrada por CORPAMAG y los medios de comunicación se identificó que los peces muertos se encontraron en el área ubicada entre Puerto Luz y el Acuario de Santa Marta Figura 2-1.



Figura 2-1. Ubicación área de mortandad de peces (recuadro Rojo), (imagen tomada y modificada de google earth).

2.2. Análisis de Peces

La muestra biológica proveniente de la mortandad sucedida el día 28 de marzo del presente año, recibida por INVEMAR el 30 de marzo, estaba compuesta por ocho peces muertos. Los ejemplares fueron revisados en los laboratorios del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) del INVEMAR, a través de un análisis anatómico y su posterior identificación taxonómica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de las condiciones atmosféricas y oceanográficas

Observar los cambios en la magnitud del viento es importante, puesto que junto con la radiación solar, es uno de los principales forzantes atmosféricos e influye directamente en las capas superiores del océano. Para la zona costera norte de Colombia, se registran eventos de surgencia derivados del comportamiento estacional de los vientos; proceso impulsado por los vientos del noreste que actúan paralelos a la costa (Lonin et al., 2010), lo cual produce una fuerte divergencia en el transporte de Ekman y ocasiona un ascenso de Aguas Subsuperficiales Subtropicales (ASS) (Cabrera y Donoso, 1993; Andrade y Barton, 2005). En un ecosistema de surgencia, existe una gran variabilidad espacial a lo largo de la costa en cuanto a la intensidad de la surgencia, influyendo en los procesos y los efectos sobre la física, los sistemas biogeoquímicos y el ecosistema pelágico en general (Chavez y Toggweiler, 1995; Pauly Christensen, 1995). Durante estos eventos, las isopícnas (zonas donde cambia la densidad del agua) en la plataforma continental se elevan, lo cual hace que llegue a la superficie agua fría, con contenidos de oxígeno bajos, alto contenido de CO₂, bajo pH y alta concentración de nutrientes (Checkley y Barth, 2009). Estos aportes de nutrientes promueven el incremento de la producción primaria, aumentando la carga de materia orgánica en la superficie del agua (Falkowsky et al., 1998; Blaber, 2000).

A nivel mundial, se han venido registrando eventos de mortalidad de peces, que en muchos casos son resultado de fenómenos naturales o en algunas ocasiones se producen por actividades humanas. Sin embargo en muchos de los casos es muy difícil determinar la causa real de la mortalidad (Blaber, 2000).

Arévalo y Franco (2008), en su estudio de la caracterización oceanográfica de la ensenada de Gaira (también conocida como El Rodadero) mostraron que para el 2006, la velocidad promedio del viento para el ciclo anual fue de 2.4 ± 2.6 m/s, fluctuando entre 0 y 9.8 m/s en las horas de la mañana, con ráfagas ocasionales superiores a 4.5 m/s producidas por la influencia

de los vientos Alisios sobre la ensenada. Para la época seca mayor y a partir de mediciones efectuadas 48 horas después de periodos de alta intensidad de viento (>4 m/s), se registraron características propias de una surgencia: bajas temperaturas (25.6 ± 0.4 °C), alta salinidad (36.0 ± 0.4) y bajos niveles de oxígeno disuelto (4.24 ± 0.19 mL/L). Adicionalmente, la serie de tiempo de la magnitud del viento registrada en la estación meteorológica COMARTA (Centro de Observación Marina Tadeísta) ubicada en el Rodadero, para el periodo Dic/2009 – Sep/2014, evidencia que durante los primeros meses del año, la magnitud del viento presenta los mayores valores.

Se debe tener en cuenta que las plataformas continentales que experimentan surgencia, están sujetas a las secuencias entre la surgencia y eventos de relajación; cada uno en escalas de tiempo del orden de 1 semana normalmente. Estos episodios tienen impactos pronunciados en la estructura de la temperatura y la densidad de la masa de agua a lo largo de la costa y los regímenes de flujo transversal. Durante una fase de relajación ocurre advección de agua caliente a lo largo de la costa en las regiones de menor intensidad de la surgencia, aumentando así el balance de calor y proporcionando una mayor oscilación de estos flujos. Se ha documentado que las condiciones de todo el ecosistema se alteran cuando hay estas oscilaciones en los regímenes de surgencia; es así como las condiciones de oxígeno disuelto en la costa oeste de América del Norte han recibido una atención creciente debido a la observación de eventos de hipoxia y anoxia que son letales para algunos componentes del ecosistema. Por lo tanto las variaciones a nivel costero en la concentración de oxígeno, pueden ser el resultado de procesos advectivos de mayor concentración a menor concentración durante un evento de relajación (Send y Nam, 2012). En las horas nocturnas, esta condición oceanográfica, unida al consumo de oxígeno disuelto debido a que se detienen los procesos de fotosíntesis y se incrementa la actividad bacteriana de degradación de la materia orgánica, puede llevar a niveles por debajo de 3 mg/L, bajo esta condición, el oxígeno es insuficiente y pueden causar mortandades de organismos (Ohrel y Register, 2006).

Para el mes específico de marzo de 2015, la serie de tiempo de datos COMARTA, la cual registra datos cada 30 minutos, mostró una disminución de la magnitud del viento para la segunda quincena del mes (Figura 3-1). El promedio de la primera semana fue de 3.1 m/s, el cual en la segunda semana subió a 3.5 m/s. Posteriormente en la tercera semana disminuyó 1.7 m/s para finalmente terminar con un promedio de 1.3 m/s en la última semana de marzo, durante la cual se registró la mortandad de peces en el sector del Rodadero.

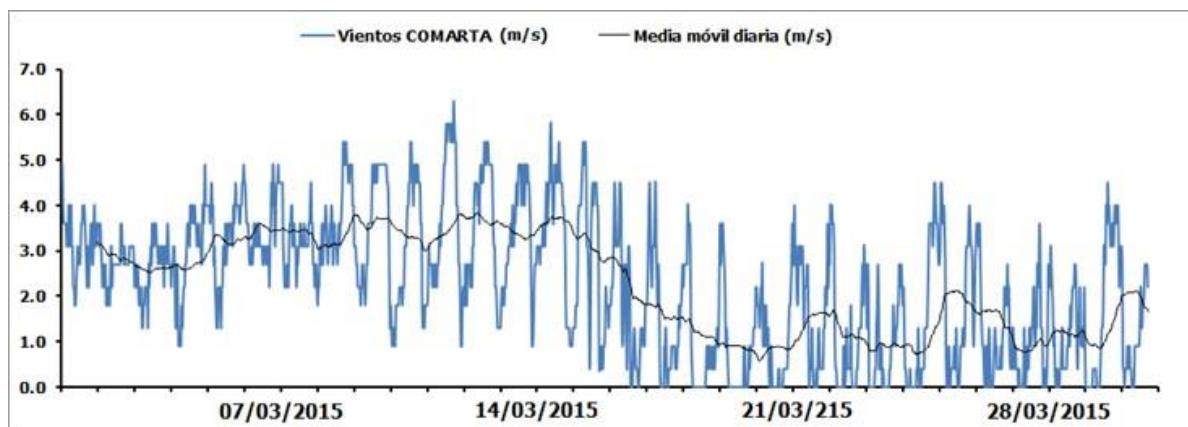


Figura 3-1. Serie de tiempo de magnitud del viento (m/s) registrada cada media hora en la estación COMARTA durante marzo de 2015. Fuente de datos: Universidad Jorge Tadeo Lozano – Sede Santa Marta.

Dentro del marco del proyecto “Variabilidad oceanográfica y climática en la bahía de Santa Marta, ensenada de Gaira y zona de puertos (Caribe colombiano) y su relación con la dinámica sedimentaria del carbón”, el Programa Geociencias Marinas y Costeras del INVEMAR, realizó una salida de campo el 26/03/2015 para realizar mediciones in situ de la columna de agua en dos puntos ubicados frente a las bahías de Santa Marta (11.258°N, 74.219°W) y Rodadero (11.201°N, 74.244°W). Empleando perfilador marino CTDO (por sus siglas en inglés: Conductivity, Temperature, Depth, Oxygen), se obtuvieron perfiles de temperatura (°C), salinidad y oxígeno disuelto (mg/L), a partir de los cuales se identificaron valores cercanos a los reportados por Arévalo y Franco (2008) para la época seca mayor del 2006 (Tabla 3-1), destacando que los valores de oxígeno disuelto para las épocas secas (mayor y menor – Veranillo) fueron más bajos en comparación con las épocas de lluvias. Los resultados oceanográficos de la salida de campo, junto con la evidencia de relajación del viento durante la misma semana, permiten inferir que en la semana en la que se presentó la mortandad de peces, hubo un descenso en la concentración de oxígeno en la zona, lo que a su vez, pudo afectar las especies presentes en el área.

Tabla 3-1. Valores promedios \pm SD para las variables medidas el 26/03/2015 frente a las bahías de Santa Marta y Rodadero.


Variable	Santa Marta	Rodadero
Temperatura (°C)	26.33 \pm 0.49	25.78 \pm 0.43
Salinidad	36.82 \pm 0.01	36.81 \pm 0.01
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.5 \pm 0.07	4.57 \pm 0.03

3.2. Análisis de Peces

De la muestra analizada, fueron identificados siete ejemplares de la especie *Sardinella aurita* (nombre común: sardina) y un ejemplar de la especie *Scomber japonicus* (nombre común: cachorreta).

3.2.1. Aspectos teóricos

Sardinella aurita Valenciennes, 1847 (sardina).

Phylum: CHORDATA	
Subphylum: Vertebrata	
Clase: Actinopterygii	
Orden: Clupeiformes	
Familia: Clupeidae	
Género: Sardinella	

Diagnosis: Cuerpo subcilíndrico en algunas ocasiones un poco comprimido, escudetes abdominales presentes, dos supramaxilas presentes arcos branquiales con numerosas branquioespinas por lo general más de 80, aleta pélvica con 8 radios, aleta dorsal 13 – 21 radios, aleta anal 12 – 23 radios (Cervigón, 1992; Froese y Pauly, 2015; Harrison, 2002, Nelson, 2006).

Coloración: Los flancos plateados con una línea media-lateral de oro débil; un punto de color oscuro muy tenue detrás de la abertura branquial; punto negro en la frontera posterior del opérculo. Abdomen gris azulado. No presenta manchas o rayas (Cervigón, 1992; Froese y Pauly, 2015; Harrison, 2002).

Dimensiones: Alcanza los 30 cm de longitud total (Cervigón, 1992).

Distribución global: Presente el Atlántico occidental, Atlántico Oriental y en el mar Mediterráneo (Cervigón, 1992; Froese y Pauly, 2015; Harrison, 2002).

Distribución local: A lo largo del Caribe colombiano (Cervigón, 1992; Froese y Pauly, 2015).

Comentarios generales: Especie pelágica costanera, forma cardúmenes muy compactos y suele estar asociada a lugares con eventos de surgencia, la especie se caracteriza por permanecer en ambientes de temperaturas bajas y altas salinidades siendo susceptible como la mayoría de los clupeidos a cambios ambientales. Por último se resalta su alta capacidad reproductiva la cual se mantienen a lo largo del año dividida en dos periodos que acontecen de acuerdo a condiciones ambientales favorables (Gassman, 2008).

Aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros de la especie *Sardinella aurita*:

Esta especie conocida como sardina en la región de Santa Marta, es de amplia distribución en el Atlántico, desde Sudáfrica hasta el Mediterráneo, con presencia en la costa este desde el Cabo Cod en USA, pasando por el Golfo de México y el Caribe hasta la Argentina (<http://www.fishbase.org/>). Habita ambientes marinos y estenohalinos (> 35) entre muy poca profundidad (< 1 m) hasta los 350 m. En el área de Santa Marta ha sido reportada en aguas con temperaturas entre 26 y 26.5 °C (Manjarrés et al., 1997 y 1998; Paramo y Viaña, 2002).

Respecto a su biología, la especie alcanza su madurez sexual a los 14,5 cm y es común que su talla llegue a los 25 cm. Forma cardúmenes en las aguas costeras y prefiere aguas claras con temperaturas incluso por debajo de 24°C. Los juveniles tienden a estar en las áreas de crianza, pero cuando alcanzan su madurez migran costa afuera. Los adultos se alimentan principalmente de zooplancton, mientras que los juveniles lo hacen de fitoplancton. Suele desovar a lo largo del año con varios picos (<http://www.fishbase.org/>; Cervigón, 1991; Johnson y Vaught, 1986, Gómez, et al., 2006). Estas sardinas son especies con ciclos de vida rápido, fase larvaria planctónica y baja dependencia de hábitat como es el caso de las encontradas en el evento, son altamente vulnerables a cambios en la temperatura de los océanos, por lo que representan un bioindicador excepcional para medir la dirección y velocidad del cambio climático que se espera en un futuro reciente (Montero-Serra, 2015).

Por su baja abundancia en la zona de Santa Marta, no representa un recurso de valor pesquero para la zona de la mortandad, registrándose mayor presencia en su distribución en La Guajira colombiana (Manjarrés et al., 1997 y 1998; Paramo y Viaña, 2002), donde es usada como carnada en la pesca artesanal. Contrariamente en Venezuela si se constituye en un recurso de mayor importancia, de acuerdo a lo reportado por Gomez et al., 2006, donde *Sardinella aurita*, fue la especie más importante de Venezuela en 2002 (159.110 t capturadas), con mayor utilización en la industria de conservas.

Scomber japonicus Houttuyn 1782 (cachorreta).

Phylum: CHORDATA	
Subphylum: Vertebrata	
Clase: Actinopterygii	
Orden: Perciformes	
Familia: Scombridae	
Género: Scomber	

Diagnos: Cuerpo alargado y redondeado, presenta dos aletas dorsales la primera de ellas con 9 -10 espinas, la segunda aleta dorsal y la aleta anal son seguidas por cinco aletillas, presenta dos quillas sobre el pedúnculo caudal, proceso interpélvico pequeño y simple, presenta párpado adiposo. Aleta dorsal: 9-11 espinas, radios blandos dorsales 112 (Total). Espinas anales: 1, radios blandos anales 12-14 (Cervigón, 1992; Froese y Pauly, 2015; Harrison, 2002, Nelson, 2006)

Coloración: Sobre la parte dorsal superior presenta estrías negras oblicuas y onduladas Dorsalmente de color claro. Aleta pélvica y anal pálida (Cervigón, 1992; Froese y Pauly, 2015; Harrison, 2002).

Dimensiones: Alcanza los 50 cm de longitud total (Cervigón, 1992).

Distribución global: Presente a lo largo de Suramérica (Cervigón, 1992).

Distribución local: A lo largo del Caribe colombiano (Froese y Pauly, 2015).

Comentarios generales: Especie epipelágica o mesodermo entre profundidades de 1 y 300m, presenta patrones de migración marcados y se alimenta principalmente de anchoas y sardinas así como de invertebrados pelágicos (Cervigón, 1992; Froese y Pauly, 2015).

Aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros de la especie *Scomber japonicus*:

La especie *Scomber japonicus*, conocida en el caribe de Colombia como macarela, es una especie de muy poca y estacional abundancia. Es una especie pelágica a mesopelágica con tallas entre 26 cm (madurez sexual) hasta los 30 cm. Se alimenta de peces y crustáceos y es muy usada en otras partes del mundo en conservas, ahumada y para carnada (<http://www.fishbase.org/>).

3.2.2. Análisis de los peces entregados por CORPAMAG

Las muestras entregadas por CORPAMAG consistieron en siete ejemplares que fueron identificados como *Sardinella aurita* (Tabla 3-2, Tabla 3-3 y Figura 3-2); y un ejemplar de la especie *Scomber japonicus* (Tabla 3-4, Tabla 3-5 y Figura 3-3). De acuerdo a las observaciones realizadas en laboratorio, cerca del 90% de la muestra presentaba un avanzado estado de descomposición. Sin embargo, pudo confirmarse que los ejemplares no presentaron condiciones anatómicas irregulares tales como hematomas o lesiones, el estado de sus branquias fue normal así como su apariencia general, descartando una posible muerte a causa del uso de dinamita u otro explosivo que pudiese generar lesiones por onda expansiva.

Tabla 3-2. Morfometría (en mm) de los ejemplares de *Sardinella aurita*. (LT: longitud total, LE: Longitud estándar, LPA: Longitud preanal, LPD: Longitud predorsal, LC: Longitud cabeza, DO: Diámetro del ojo, LH: Longitud hocico, LMS: Longitud maxila superior, LAPc: Longitud aleta pectoral, LAD: Longitud aleta dorsal, LAPv: Longitud aleta pélvica, LAA: Longitud aleta anal).

Morfometría												
Ejemplar	LT	LE	LPA	LPD	LC	DO	LH	LMS	LAPc	LAD	LAPv	LAA
<i>Sardinella aurita</i>	np	62.01	48.71	24,4	17,34	3,77	3,75	3.62	6,15	np	np	np
<i>Sardinella aurita</i>	83,32	68,89	51,9	26,2	18,95	5,21	4,42	4,86	7,93	10,22	6,06	np
<i>Sardinella aurita</i>	np	54,32	41,9	20,3	16,48	3,94	3,82	np	np	np	np	np
<i>Sardinella aurita</i>	np	59,21	43,5	np	17,4	3,7	4,19	4,2	np	np	np	np
<i>Sardinella aurita</i>	68,77	61,82	49,9	28,7	17,41	4,56	4,71	5,93	np	8,41	np	np
<i>Sardinella aurita</i>	73,58	63,83	np	38,3	20,14	4,36	4,55	4,23	np	10,79	np	np

np: No presenta (a causa del avanzado estado de descomposición)

Tabla 3-3. Merística de los ejemplares de *Sardinella aurita*. (AP: aleta pectoral, AD: Aleta dorsal, AA: Aleta anal, APv: Aleta pélvica).

Merística				
Ejemplar	AP	AD	AA	APv
<i>Sardinella aurita</i>	12	17	np	8
<i>Sardinella aurita</i>	12	np	np	np
<i>Sardinella aurita</i>	12	14	np	8
<i>Sardinella aurita</i>	np	np	np	np
<i>Sardinella aurita</i>	np	np	np	np
<i>Sardinella aurita</i>	np	18	np	np
<i>Sardinella aurita</i>	np	16	np	np

np: No presenta (a causa del avanzado estado de descomposición)



Figura 3-2. Aspecto de los ejemplares recolectados de *Sardinella aurita*.

Tabla 3-4. Morfometría (en mm) de los ejemplares de *Scomber japonicus*. (LT: longitud total, LE: Longitud estándar, LPA: Longitud preanal, LPD: Longitud predorsal, LC: Longitud cabeza, DO: Diámetro del ojo, LH: Longitud hocico, LMS: Longitud maxila superior, LAPc: Longitud aleta pectoral, LAD: Longitud aleta dorsal, LAPv: Longitud aleta pélvica, LAA: Longitud aleta anal)

Morfometria													
Ejemplar	LT	LE	LPA	LPD	LC	DO	LH	LMS	LAPc	LAD	LAD2	LAPv	LAA
<i>Scomber japonicus</i>	112,2	98,73	72,1	37,1	29,14	6,83	7,32	9,98	12,6	15,9	13,4	11	11,6

Tabla 3-5. Merística de los ejemplares de *Scomber japonicus*. (AP: aleta pectoral, AD: Aleta dorsal, AA: Aleta anal, APv: Aleta pélvica)

Merística					
Ejemplar	AP	AD 1	AD 2	AA	APv
<i>Scomber japonicus</i>	22	9	10	15	6



Figura 3-3. Aspecto del ejemplar recolectado *Scomber japonicus*.

Debido al estado avanzado de descomposición de los ejemplares y métodos de preservación, no fue viable llevar a cabo análisis microbiológicos. Por otro lado, como no existen reportes sobre vertimientos de sustancias contaminantes al sistema en el momento del evento, se descarta la posibilidad de muerte por envenenamiento de los organismos, sustentado también con el hecho que solo murieron dos especies de peces. Ya que en caso de envenenamiento la mortandad hubiera sido de una gran diversidad de especies de la zona.

4. CONCLUSIONES

- El análisis de los peces aportados por CORPAMAG, permitió descartar que la mortandad de peces haya sido producida por el uso de dinamita, dadas las características anatómicas de los individuos.
- Se descarta la posibilidad de muerte por envenenamiento, ya que solo se afectaron dos especies dentro de la gran variedad existente en la zona.
- El análisis de las condiciones meteorológicas y oceanográficas que se presentaron en la zona durante los días de la mortandad, permiten concluir que hubo un descenso en la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua. Bajo estas condiciones las especies menos tolerantes a las bajas concentraciones de oxígeno mueren, considerándose esta como una de las probables causas de la mortandad.

5. RECOMENDACIONES

Es indispensable que ante eventos como el ocurrido el 28 de marzo en la zona costera del Magdalena, los técnicos de las Entidades ambientales con ingerencia en las zonas costeras y marinas, utilicen el Protocolo de Actuación en caso de Mortandades de Organismos Marinos, elaborado por INVEMAR y socializado durante el curso taller REDCAM el 15 de agosto del año 2013 a los técnicos de las CAR costeras que asistieron. El mencionado protocolo, indica que tipo de muestras se deben coleccionar y como se deben coleccionar y preservar, para garantizar su utilización para los análisis de laboratorio.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, C. y E. Barton. 2005. The Guajira upwelling system. Continental Shelf Research. 25: 1003-1022.
- Arévalo, D. y A. Franco. 2008. Características oceanográficas de la surgencia frente a la ensenada de Gaira, departamento de Magdalena, época seca menor de 2006. Boletín Investigaciones Marinas y Costeras. 37(2): 131-162.
- Blaber, S.J.M. 2000. Tropical estuarine fishes: Ecology, exploitation and conservation. Oxford: Blackwell Science. Fish and aquatic resources series 7. 372 pp.
- Cabrera, E. y M.C. Donoso. 1993. Estudio de las características oceanográficas del Caribe

- colombiano, Región III, Zona 1, PDCTM. Boletín. Científico. CIOH. 13: 19-32.
- Cervigón, F. 1991. Los peces marinos de Venezuela. Fundación Científica Los Roques. Segunda edición. Volumen I. Caracas, 425 p.
- Cervigón, F. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de las costas septentrional de Sur América. Roma, FAO, 513 p.
- Chavez, F.P., y J.R. Toggweiler. 1995. Physical estimates of global new production: The upwelling contribution, in *Upwelling in the Ocean: Modern Processes and Ancient Records*, edited by C. P. Summerhayes et al., John Wiley. Nueva York, 313–320 pp.
- Checkley, D.M. y J.A. Barth. 2009. Patterns and processes in the California Current System, *Progress in Oceanography*. 83: 49–64.
- Falkowski, P.G., R T. Barber y V. Smetacek. 1998. Biogeochemical controls and feedbacks on ocean primary production. *Science*. 281: 200-206.
- Froese, R. y D. Pauly (Eds.). 2015. Fish Base. *Sardinella aurita*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2015).
- Gassman, J., N. Eslava y Leo Gonzalez. 2008. Reproducción de la sardina, *Sardinella aurita* (Cupleiformes: Clupeidae) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Revista Biología Tropical*. 56 (4): 1813-1824.
- Gómez, A., M. Cellamare, O. Gómez, I. Hernández, E. Izaguirre, M. Jácome y W. González. 2006. Ecología costera y pesca de sardina en el sureste de Margarita Venezuela. pp. 91-106. En S. Salas, M.A. Cabrera, J. Ramos, D. Flores y J. Sánchez. (eds). *Memorias Primera Conferencia de Pesquerías Costeras en América Latina y el Caribe. Evaluando, Manejando y Balanceando Acciones*. Mérida, Yucatán, México. Octubre 4-8, 2004.
- Harrison I.J. 2002. Clupeidae. En: Carpenter, K.E. (ed.). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 2*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Roma, FAO. pp. 601-1374.
- INVEMAR-GEO, 2014. Dispersión de sedimentos mediante el estudio de la dinámica meteorológica en el sector Isla-Salamanca – PNN Tayrona (departamento del Magdalena). Informe técnico final. Actividad GEO - BPIN INVEMAR. Santa Marta. 60 p.
- Johnson, A. y R. Vaught. 1986. Species profile of Spanish sardine *Sardinella aurita*. NOAA. Tech. Mem., 187: 82.

- Longhurst, A.R. y D. Pauly. 1987. Ecology of tropical oceans. Academic Press, San Diego. 407 p.
- Lonin, S., J. Hernández y D. Palacio. 2010. Atmospheric events disrupting coastal upwelling in the southwestern Caribbean. Journal of Geophysical Research. 115: 1-17.
- Manjarrés, L, G. Rodríguez, A. Vergara, E. Arteaga, Y. Rodríguez, J. Arévalo, J. Viaña, R. Galvis, F. Amaya, D. García, J. Páramo y G. De León. 1997. Crucero de evaluación de peces pelágicos pequeños en el Caribe colombiano UE-INPA/VECEP/PELAG/9707. Informe final. Programa Regional de Pesca UE-INPA/VECEP ALA/92/43. Santa Marta, 13 p.
- Manjarrés, L, G. Rodríguez, A. Vergara, E. Arteaga, Y. Rodríguez, J. Arévalo, J. Viaña, R. Galvis, F. Amaya, D. García, J. Páramo y G. De León. 1998. Crucero de evaluación de peces pelágicos pequeños en el Caribe colombiano UE-INPA/VECEP/PELAG/9711. Informe final. Programa Regional de Pesca UE-INPA/VECEP ALA/92/43. Santa Marta, 20 p.
- Montero-Serra, I., M. Edwards y Genner, M.J. 2015. Warming shelf seas drive the subtropicalization of European pelagic fish communities. Global Change Biology 21 (1): 144-153.
- Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. 4rd ed. John Wiley & Sons. Nueva York. 622 p.
- Ohrel, R.L. y K.M. Register (Eds.). 2006. Volunteer Estuary Monitoring. A Methods Manual. 2a. Edición. The Ocean Conservancy and EPA. Washington, D.C. 325 pp.
- Paramo, J. y J. Viaña. 2002. Evaluación hidroacústica del machuelo (*Opisthonema oglinum*) y la sardina (*Sardinella aurita*), en la zona norte del Caribe colombiano, durante julio-agosto y diciembre de 1997. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. 31(1): 33-52.
- Pauly, D., y V. Christensen. 1995. Primary production required to sustain global fisheries, Nature, 374, 255-257.
- Send, U. y S.H. Nam. 2012. Relaxation from upwelling: The effect on dissolved oxygen on the continental shelf. Journal of Geophysical Research. 117, C04024, doi:10.1029/2011JC007517.