

Aplicación de la Teledetección para la Determinación de Indicadores de Áreas con Mayor Probabilidad de Pesca en el Sector Noreste del Caribe Colombiano

MARY LUZ CAÑÓN PAEZ¹

RESUMEN

R El presente trabajo realiza una evaluación del evento de afloramiento del sector noreste del Caribe colombiano, su relación con la distribución y abundancia de especies de interés comercial. Inicialmente se realiza una descripción espacio temporal del área de influencia del afloramiento a través del procesamiento de las imágenes de AVHRR/HRPT de resolución espacial 1,1 km del satélite NOAA 12, correspondientes a los períodos enero - abril/98, agosto/98, y mayo - julio/99, y de un análisis de clasificación jerárquica (CLUSTER) con base en una matriz de presencia - ausencia de especies, para determinar afinidad entre épocas (intensidad alta, moderada y nula de afloramiento). Finalmente se comparó la variación de la temperatura superficial marina (TSM) con la presencia - ausencia de las especies para determinar indicadores de áreas pesqueras. La evaluación de la TSM permitió identificar la presencia del afloramiento característico de la

región noreste, con la presencia además de frentes térmicos costeros entre el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) - Manaure, y el sur de Castilletes con gradientes térmicos positivos del mar hacia la costa, contrario al de la región de afloramiento. Se estableció además que *L. synagris*, *H. aurolineatum*, *P. maculatus*, *C. chrysurus*, *S. guachancho*, *U. parvus*, *P. arenatus*, *S. foetens*, *T. lepturus*, *L. analis* son las especies que presentan la más alta frecuencia de aparición y que están muy asociadas a la región más productiva del Caribe colombiano.

ABSTRACT

This study proposes as its central research goal the monitoring of the upwelling zone and near by regions, for the presence or absence of species of commercial interest. With this purpose, the investigation was divided into two parts: a description through space and time of the area of influence of the upwelling, through the processing of AVHRR/HRPT

images with 1,1 Km resolution, from the satellite NOAA 12, through the time intervals of January - April of '98, August '98 and May - July '99, and a cluster analysis with basis on a presence - absence matrix of fish species, to determine the affinity between periods of high, moderate and null intensity of upwelling. Lastly, the Sea Surface Temperature (SST) variation was compared with the presence/absence of species to determine indicator species of fishing areas.

The SST evaluation permitted the identification of the presence of upwelling, typical of the northeast zone. The presence of a coastal thermic front is also evident, between the PNNT (National Nature Park Tayrona) and Manaure, presenting a positive thermic gradient the one in the from the ocean towards the coast, opposite upwelling zone and so it was established that *Lutjanus synagris*, *Haemulon aurolineatum*, *P. Maculus*, *S. Foetens*, *Thrichiurus lepturus*, *Lutjanus analis* are the species with highest appearance frequency and are very associated with the most productive regions

¹ Bióloga Marina, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, E-mail: mcpaez@cioh.org.co

of the colombian Caribbean.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este estudio comprende el sector noreste del Caribe colombiano en el extremo norte de sur América, parte sur central del Mar Caribe, aproximadamente entre los 10° y los 12° de latitud norte y los 71° y 74° de longitud oeste. El Caribe se caracteriza por una alta estratificación y una baja productividad, en marcado contraste las aguas costeras de la Guajira y el área de Margarita en Venezuela se tipifican por su alta productividad biológica, originada por el patrón eólico característico de la zona el cual da origen a la corriente ascensional o también llamada surgencia documentada desde 1954 por varios autores (Perloht, 1968; Fajardo, 1972, ; Corredor, 1976, 1979, 1992; Andrade, 1993). Una de las variables que permite identificar este evento es la temperatura superficial del mar (TSM) de la cual sus rangos de variación resultan ser específicos para los ciclos de vida de los organismos, es además una variable que permite identificar el comportamiento, distribución o concentración de muchas especies.

El análisis de la TSM a partir de técnicas de sensoramiento remoto, ha ofrecido una solución al problema de escalas, dando la posibilidad de estudiar la dinámica del sistema de acuerdo con los

cambios que experimenta el medio a través del tiempo, por los eventos físicos que dentro de este se presentan.

En el país no existen antecedentes de estudios en teledetección aplicados a la investigación pesquera, sin embargo, se cuenta con el potencial de recursos evaluado desde 1969 por la FAO, INDERENA, INPA, INVEMAR, entre otros para implementar la técnica, pues en otros lugares donde los sistemas de afloramiento alcanzan gran cobertura e intensidad se ha dado a conocer la efectividad de la misma, ya que a través de la utilización de cartas de TSM generadas a partir de información satelital se facilita la ubicación e identificación de frentes oceánicos y otras estructuras oceanográficas, donde se concentran muchas especies durante la temporada de pesca disminuyendo el tiempo de búsqueda de los pesqueros.

MATERIALES Y METODOS

El procedimiento buscó establecer las relaciones entre los factores ambientales, la distribución y abundancia de los recursos pesqueros a través de información ambiental obtenida por satélites y cruceros oceanográficos, e información pesquera proveniente de los diarios de pesca e información secundaria, con el fin de identificar áreas con mayor potencial pesquero que permitan

mejorar la eficacia en la captura. Para esto se obtuvieron: indicadores ambientales (TSM) a partir de la recepción de imágenes de satélite, de lo cual se encargó la estación HRPT mediante el seguimiento de los satélites NOAA por medio del cálculo preciso de sus órbitas de forma totalmente automática, un receptor digital se encargó de la decodificación de la señal que es dirigida hacia la estación de trabajo y transmitió la información en tiempo real.

Una vez capturadas las imágenes se procedió a la selección de aquellas con baja cobertura de nubes, de ruido y a las cuales se les aplicó los respectivos algoritmos de rectificación y corrección radiométrica. Para el cálculo de la TSM se aplicó el algoritmo SPLIT NIGHT MCSST [$T_s = A_0 T_{11} + A_1 (T_{3.7} - T_{12}) + A_2 (T_{3.7} - T_{12}) (Sec - 1) + A_3 sec + A_4$] (McBroum, 1981), el cual tubo en cuenta la energía emitida por la superficie del océano en los tres canales del infrarrojo y la radiancia del canal 4 con la diferencia del 3 y del 5 para la corrección atmosférica por el vapor de agua, calculando la temperatura con una precisión de 0.5°C. Finalizado el proceso de rectificación y determinación de la TSM se procedió a aplicar una paleta de color la cual finalmente fue la que permitió observar los eventos que gobernaban el medio marino. A partir de esta información con el software SURFER 3.2 Y GRAPHER se diseñaron los mapas

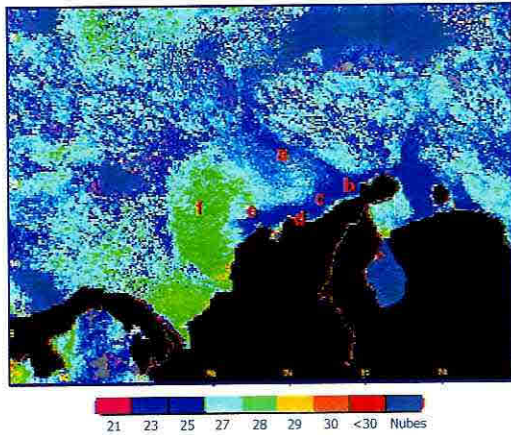


Fig. 1 Temperatura superficial del mar en el Caribe colombiano. a. Filamento oceanográfico; b. Surgencia en la Guajira; c. Frente térmico costero; d. Surgencia en el Parque Nacional Natural Tayrona; e. Pluma del Río Magdalena; f. Sedimentación Golfo de Morrosquillo

de TSM, producto final que facilita la ubicación de áreas donde posiblemente se congregan gran cantidad de especies de interés comercial.

Para la obtención de los indicadores ambientales se tomó información de las evaluaciones pesqueras realizadas en el área por el Fridtjof Nansen, INPAVECEP, Vikingos (Comercializadora internacional de productos pesqueros), a la cual se le aplicó una prueba estadística para determinar la presencia, ausencia o especies características de cada una de las etapas del evento de afloramiento, esta prueba se basa en un análisis de clasificación jerárquica con la utilización del índice de Jaccard, el cual compara la composición de especies entre estaciones.

RESULTADOS Y ANALISIS

Coincidiendo con la afirmación realizada por Bula (1991), en líneas generales se puede apreciar la presencia de dos núcleos de surgencia bien definidos; uno en la Península de la Guajira y el otro en el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), (Figura.1).

Estos núcleos mantienen una variabilidad tanto en intensidad como en cobertura, bastantes significativas, presentándose en marzo el evento de mayor intensidad, como lo dejan ver las figuras. Marzo presenta las temperaturas más frías en los núcleos de afloramiento tanto de la Guajira como del PNNT, sin embargo enero se caracteriza por mayores velocidades de los vientos alisios (12.0 m/s) que marzo (11.5 m/s), por lo que al ser el viento el causante del afloramiento y presentarse en enero la mayor influencia de estos se esperaría que la intensidad del evento en enero con respecto a marzo fuese mayor; dado que como lo han documentado Bula (1984), Blanco (1988), Corredor (1981-1992), el patrón eólico característico del sector noreste en época de mayor persistencia e intensidad influye para que por medio del transporte de Ekman las masas de aguas superficiales adyacentes a la costa desplacen masas de agua más frías verticalmente rompiendo la estratificación térmica en las capas superficiales (Corredor, 1992).

Durante el mes de febrero se observó la incidencia de aguas cálidas provenientes del sur que desplazan a las aguas afloradas de la región de la Guajira hacia el océano, haciendo que la surgencia durante este mes perdiera intensidad, característica que coincide con un cambio en la dirección del viento durante este período conocido como rolar del viento. Durante este mes el viento pasó de ser NE a W - SW lo cual pudo influir para que el debilitamiento del afloramiento se manifestara. Durante el mes de abril el núcleo de afloramiento de la Guajira se localiza entre Punta Gallinas y el Cabo de la Vela con temperatura promedio de 23.0°C, intensidad reportada por Corredor (1992) para este mismo mes.

Para mayo y junio se mantienen velocidades constantes del viento (8.43 m/s); época que coincide con el descenso de la influencia de los alisios sobre el área y que generan un debilitamiento en la intensidad del afloramiento, manifestado en registros de temperatura de 24.75°C en el núcleo de la Guajira, y de 25.75 °C en el del PNNT; tratando de esta forma, de retornar las condiciones de estratificación al área. Para el mes de agosto el núcleo de surgencia del PNNT no se determinó muy bien por la alta cobertura de nubes que empezó a manifestarse a partir de esta época, ya que la intensidad de los alisios se empezó a debilitar (Boletín Meteorológico C.I.O.H.; Arias 1998).

En el mes de julio el sector nororiental del Caribe colombiano nuevamente se encontró bajo la influencia de aguas subsuperficiales frías, Figura N° 2e., con aguas altamente salinas, ricas en nutrientes que incursionan en el área bajo la influencia de los vientos alisios provenientes del este y menor intensidad que los primeros meses del año. (Fajardo, 1979; Ramírez, 1983; Blanco 1988; Donoso, 1990; Manjarres et al. 1995-1996-1997-1998; Arias, 1998). Villiers, (1998); Cole & Mcglade (1998); Olivar, et al (1998) y Andrade (1995), afirmaron que la velocidad y dirección del viento son factores determinantes en la velocidad y desplazamiento de las masa de aguas superficiales y los responsables de que en el medio se presenten eventos que regulen la dinámica marina, manifestada por ejemplo en la reaparición del evento, como sucede durante este mes (julio). A diferencia de enero y marzo el desplazamiento de está masa de agua en julio y agosto sigue una dirección nornoroeste, posiblemente por que la intensidad de los alisios es menor durante esta época y su influencia hacía la región suroeste es menor.

El desplazamiento de las masas de aguas frías afloradas en la misma dirección de los vientos presentes en el área, se realiza en forma de una estructura estrecha que mantienen un gradiente positivo del interior a los bordes y de la costa hacia la región oceánica. Esta estructura ha sido identificada

como un filamento oceánico (Andrade, 2000), por sus características y forma. Sobre estas se conoce muy poco, y quienes los han trabajado afirman que los sistemas de corrientes con este tipo de estructuras son energías y veloces (40- 60 cm/s), e igualmente influyen en la dinámica del sistema, puesto que son responsables del transporte de partículas suspendidas, de organismos planctónicos y del reclutamiento de especies fuera de su área de distribución usual (Lutjeharms et al 1991). De los filamentos se sabe que pueden persistir por varias semanas, son usualmente estrechos (50 km. de ancho) y se extienden desde la superficie a profundidades de por lo menos 100 m, limitados a 250 o 300 km mar adentro, aunque ocasionalmente pueden alcanzar 1000 Km. (Lutjeharms et al 1991). El filamento como lo dejan ver las imágenes alcanza grandes distancias en dirección tanto suroeste como noroeste, presentando un desplazamiento durante la primera semana del mes de enero noroeste a la altura de la Guajira, tomando luego en la tercera semana de enero hacia el suroeste hasta Santa Marta en donde toma un rumbo noroeste; durante el mes de marzo se observa este mismo desplazamiento, mientras que en julio y agosto época seca es menor el desplazamiento de esta estructura que sigue una dirección NNW.

Se observó además la presencia de un frente térmico costero entre

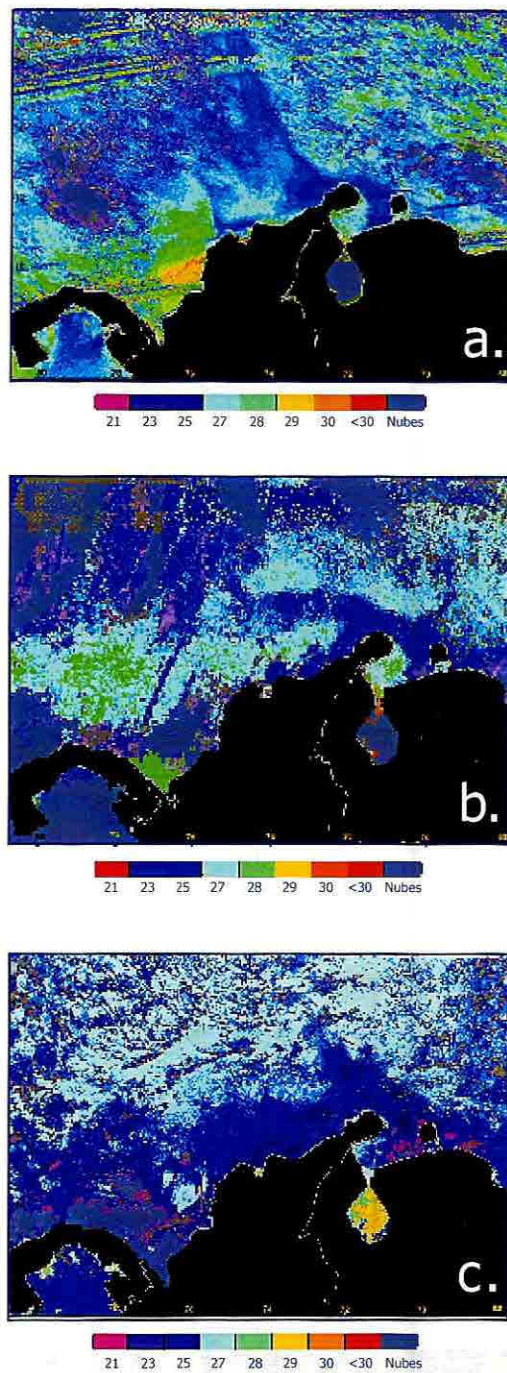


Fig. 2 Imágenes AVHRR/HRPT Temperatura Superficial del Mar. 1998. a. del 04 de enero/98; b. del 3 de febrero/98; c. del 16 de marzo/98.

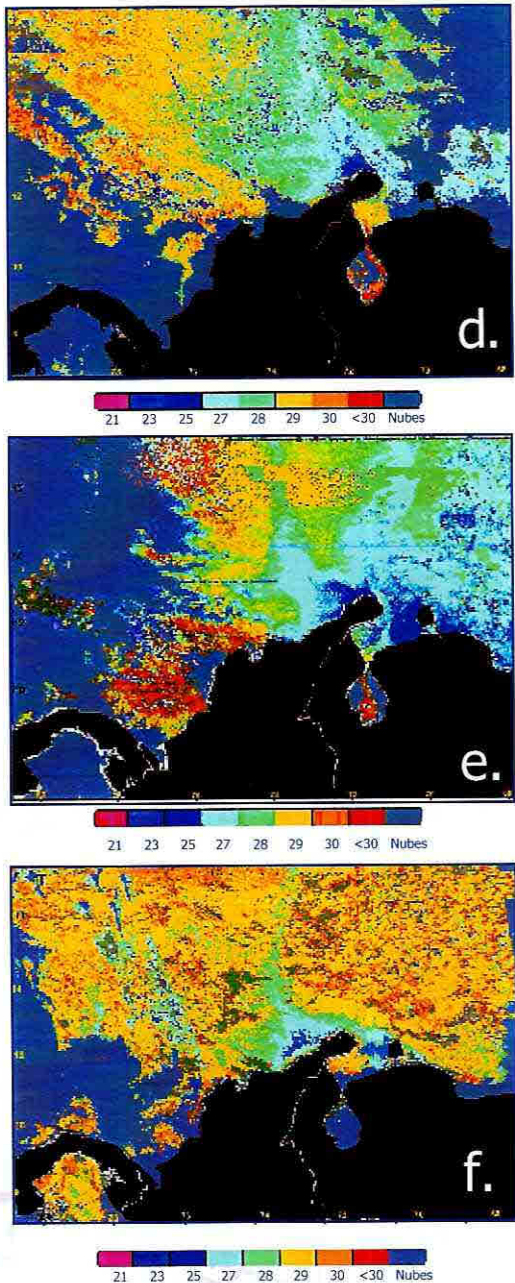


Fig. 2 Imágenes AVHRR/HRPT Temperatura Superficial del Mar. 1998. d. del 17 de junio/98; e. del 02 de julio/98; f. del 08 de agosto/98.

el PNNT y Manaure, el cual es más intenso durante las épocas de mayor afloramiento e influye profundamente en la distribución de muchas especies (Cole & Mcglade, 1998). Las características de gradiente que se manifestaron en este frente son contrarias a las que se observaron del mar hacia el núcleo del afloramiento, ya que del mar hacia el frente, el gradiente de temperatura que se manifiesta es positivo, mientras que del mar hacia el núcleo es negativo. A diferencia del frente reportado por Manjarres et al (1997), el frente que se apreció en las imágenes presenta temperaturas más bajas.

El resultado del análisis comparativo de frecuencias relativas realizado a los antecedentes pesqueros para efectos de comparar la frecuencia de especies tanto demersales como pelágicas deja ver un total de 309 especies; 225 de hábitos demersales y 85 de hábitos pelágicos. En general, el análisis de clasificación empleado (índice de afinidad de Jaccard) para determinación de las características de agrupamiento de acuerdo al grado de frecuencia con que las especies se presentan en los períodos evaluados dejó ver un triple agrupamiento, identificándose de esta forma afinidad dentro de cada antecedente analizado, más no entre épocas como se esperaba. En el dendograma (Figura 3) se aprecian tres puntos de corte que manifiestan el grado de afinidad entre los grupos para que se asocien; con el primer punto de

corte (85%) se observó un alto grado de afinidad entre las estaciones y la formación de la primera asociación (época de fuerte y débil intensidad de afloramiento reportada por Vikingos); en el segundo punto de corte (35%) empezó a manifestarse un bajo grado de afinidad que se presenta entre las épocas de los antecedentes evaluados y agrupación de éstas dentro de cada antecedente, a este nivel se pudo ver un bajo grado de afinidad de FN/INPA con respecto a la formación de la asociación inicial (Vikingos); se observó que la primera asociación formada en cada uno de los antecedentes está conformada por las épocas en donde el evento no se manifiesta seguido del período donde este reaparece y finalizando con la asociación en la que la época de mayor afloramiento es la que forma y presenta el más bajo grado de afinidad con respecto a las demás.

Esta última asociación se manifestó con un nivel del 25 % de corte en el dendograma indicando que es la época que presentó el mayor número de especies con características de no-agrupamiento, por ser las menos afines con respecto a los otros períodos o por ser poco frecuentes y cubre la época donde la intensidad del evento es mayor. Finalmente, es con un grado del 10% de afinidad con que los dos antecedentes evaluados se agruparon, queriendo decir ésto que en este punto estos dos grupos encontraron especies comunes que permitieron el grado

de asociación entre los dos antecedentes, manifestado en la presencia de las especies con las más altas frecuencias de aparición (*Chloroscombrus chrysurus*, *Sphyræna guachancho*, *Priacanthus arenatus*, *Trychiurus lepturus*, *Opisthonema oglimun*, *Selar crumenoptalmus*, *Lutjanus synagris*, *Haemulon aurolineatum*, *Pseudopenaeus maculatus*, *Upeneus parvus*, *Synodus foetens*, *Lutjanus analis*, *Pomacanthus paru*, *Hemulon bochmae*, *Balistes capriscus* y *Microspogonias furnieri*).

De esta forma, la acción diferencial de las condiciones oceanográficas y los vientos sobre las poblaciones influyen y determinan su distribución, así como, sus cambios a lo largo del tiempo y por ende de las cadenas tróficas que parten de ellas; variables que sumadas van a permitir inferir los sitios de mayor frecuencia íctica debido a que las especies pelágicas como los escómbridos, clupeidos, engraulidos entre otros, parecen localizarse en el límite más externo de las comunidades concéntricas originadas en estos núcleos (Cole & Mcglade, 1998).

En algunos lugares (Canarias, Corriente de California, Sur esta de Africa) donde se manifiestan eventos de afloramiento, estas estructuras han sido identificadas y se ha demostrado la relación que presentan con estructuras de otro tipo, como los giros anticiclónicos con los cuales contribuyen al enriquecimiento de sistemas

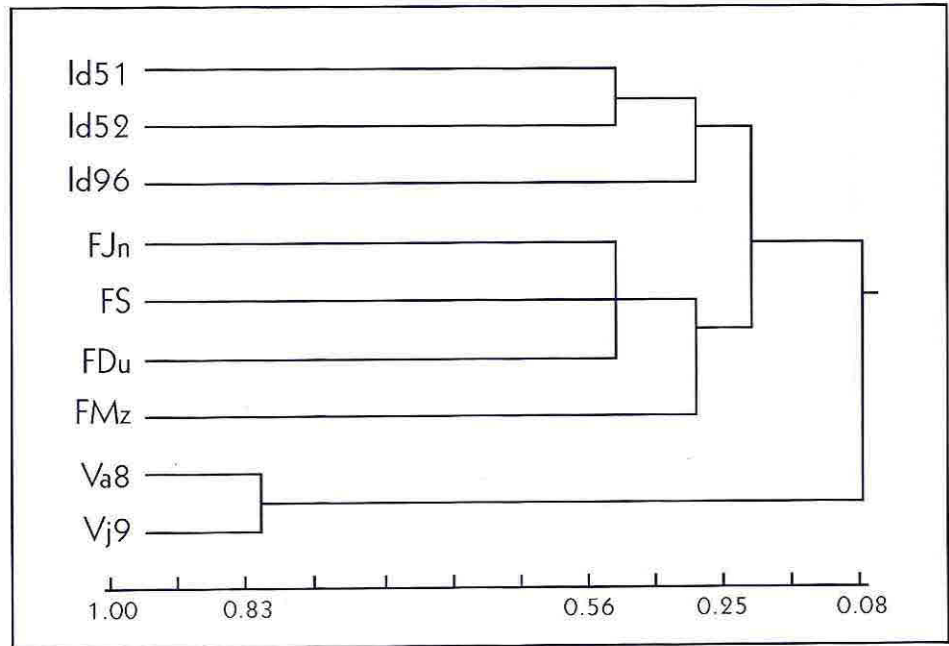


Fig. 3 Dendrograma producto del análisis cualitativo de Jaccard, aplicado a la matriz de especies demersales y pelágicas reportadas por las evaluaciones pesqueras del Fridtjof Nansen (Fz: marzo y FDC:diciembre, época de intenso afloramiento; FJn: junio y FS: septiembre, época de afloramiento nulo), INPA/VECEP (Id96:abril, época de intenso afloramiento; Id51:julio época de afloramiento débil e Id52:octubre, época de afloramiento nulo) y Vikingos (Va8:abril98, época de mayor afloramiento y Vj9:julio-agosto, época de afloramiento débil). Valor índice cofenético 0.9797.

oligotróficos (Nelson et al, 1998). Desde el punto de vista biológico estas estructuras son una nueva fuente de información que influyen de manera importante en los procesos de reclutamiento, y el transporte de huevos y larvas de especies pelágicas (Fowler & Boyd 1998).

Es así como en la figura 4 se aprecia la influencia de las masas de agua fría provenientes del área de afloramiento de Venezuela, con temperaturas entre 23.50 y 25.50°C que influyen en la distribución y reclutamiento de

muchas especies. Asociados a los bordes de los frentes identificados en el área se encuentra un potencial importante de peces pelágicos que acuden a éstos para alimentarse (Acuña et al, 1988); dentro de este margen especies como *Sardinella aurita* y *Opisthonema oglinum* prefieren aguas entre 26.00 y 27.00°C y que a pesar de presentarse dentro del núcleo de surgencia una disponibilidad de alimento mayor, la cantidad de individuos de estas especies es baja, contrario a esto Cervigón las reporta para el área de Venezuela asociadas al evento

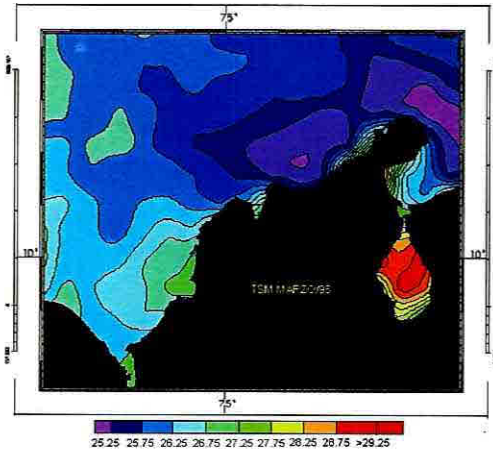


Fig. 4 Distribución de la TSM : Marzo de 1998. Con presencia de afloramiento en el sector noreste del Caribe colombiano y estructuras frontales con gradientes positivos al suroeste del Cabo de la Vela y de Castilletes.

(Manjarres, et al, 1997). De esta forma, se puede apreciar de alguna manera la influencia que ejerce la temperatura sobre la disponibilidad del recurso pesquero.

CONCLUSIONES

1. Se corrobora la presencia de la estructura oceanográfica (filamento oceánico) identificada por Andadre (2000), originada en el núcleo de afloramiento y que se desplaza varios kilómetros en dirección SE-NW durante enero - marzo y NNW durante la época seca menor (julio - agosto), la cual transporta aguas frías, ricas en nutrientes y

altamente salinas hacia lugares donde se presentan características oligotróficas, dando la posibilidad de encontrar áreas productivas donde generalmente los procesos de fertilización en las capas superiores son poco frecuentes.

2. El Evento más frío registrado durante el periodo de estudio (marzo), se asocia con la mayor diversidad de especies (índice de diversidad de Jaccard), manifestándose de esta forma una fuerte asociación entre la distribución de las especies y el evento predominante en el área, ya que dicho proceso oceánico es el que favorece una alta productividad y por lo tanto una mayor diversidad de especies.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADE, Carlos. Análisis de la velocidad del viento en el Mar Caribe. Cartagena; En: Boletín C.I.O.H. N° 13. 1995. p.33-43
- ----- . The circulation and variability of the Colombian Basin in the Caribbean Sea. Ph.D. Thesis,. Inglaterra. Thesis of grade (Phd. Physical oceanography). Unv. of Wales. Area of oceanographer. 2000. 223 p.
- ARIAS, F. Colombia Patria de tres Mares. ExpoLisboa/98. Condiciones Oceanográficas del

Caribe colombiano. Ediciones Diego Samper. 1998. 240 p.

- BLANCO, Jacobo.. Las variaciones ambientales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta. Caribe Colombiano. 1988. 58 p. Tesis (Msc. Biología Marina). Universidad. Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Dpto. de Biología..

- BULA -MEYER, Germán .. Un nuevo núcleo de surgencia en el Caribe colombiano detectado en correlación con las macroalgas . EN: Boletín Ecotrópica N° 12. 1984. 3 - 25.

- ----- . Están las algas marinas tropicales de los planos arenosos profundos fisiológicamente restringidas a estos hábitats continuos al talud arrecifal?. En: VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Santa Marta. 1992. 196 - 204.

- CORREDOR, J. . Phytoplankton dynamics in the Caribbean Sea : Fao Fisheries. 1976. Report N° 200:101-114 .

- ----- . Phytoplankton response to low - level nutrient enrichment through upwelling in the Colombian Caribbean Basin. 1979. Depp - Sea Res: 26A:731 - 741.

- ----- . Dinámica espacio-temporal de la surgencia de la Guajira. En: Memorias VIII seminario Nacional de Ciencia y

Tecnologías del Mar. Santa Marta. Octubre 26 - 30. 1992. 206 - 221.

• COLE, J. & MCGLADE J.. Temporal and spatial patterning of sea surface temperature in the northern Benguela upwelling system: possible environmental indicators of euphotic production. In: Benguela dynamics: impacts of variability on shelf- sea environments and their living resources. Republic of South Africa. 1998. N° 19: 143 - 157.

• DONOSO, M. C. Circulación de las aguas en el Mar Caribe. En: VII Sem. Nac. de Cienc. y Tecn. del Mar. Santa Marta. Colombia. 1990. 345 - 356.

• FAJARDO, G. Surgencia costera en las proximidades de la Península Colombiana de la Guajira. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Cartagena . 1979. Boletín C.I.O.H , N° 2: 7-9.

• FOWLER, J. & J. BOYD,. Transport of anchovy and sardine eggs and larvae from the western Agulhas Bank to the West Coast during the 1993/1994 and 1994/1995 spawning seasons. In: Benguela dynamics: impacts of variability on shelf- sea environments and their living resources. Republic of South Africa. 1998. N° 19: 181 - 196.

• LUTJEHARMS, J.. Features of the southern Agulhas Current Circulation from satellite remote

sensing. 1991. S. Afr. J. Sci. 77(5): 231-236

• MANJARRES, et al. Evaluación de recursos demersales en el Caribe colombiano. INPA/ VECEP. 1995. DEMER. 9501. 30 p

• -----. Evaluación de recursos demersales en el Caribe colombiano. INPA/ VECEP. 1995. DEMER 9502. 30 p

• ----- 1996. Evaluación de recursos demersales en el Caribe colombiano. INPA/ VECEP. DEMER 9601. 30 p.

• ----- Evaluación de recursos pelágicos en el Caribe colombiano. INPA/ VECEP. 1997. DEMER 9703. 30 p.

• ----- Evaluación de recursos pelágicos en el Caribe colombiano. INPA/ VECEP. 1997. DEMER 9707. 30 p.

• ----- Evaluación de recursos pelágicos en el Caribe colombiano. INPA/ VECEP. 1998. DEMER 9711. 30 p.

• NELSON, G., et al. An upwelling filament north - west of Cape Town, South Africa. In: Benguela dynamics: impacts of variability on shelf- sea environments and their living resources. Republic of South Africa. 1998. N° 19: 75-86.

• OLIVAR, M. et al. Evidence of displacement of lanternfish larvae

associated with surface water movement: case studies from southern Africa. In: Benguela dynamics: impacts of variability on shelf- sea environments and their living resources. Republic of South Africa. 1998. N° 19: 233-244.

• RAMIREZ, G. Características fisicoquímicas de la Bahía de Santa Marta (agosto - 1980 - julio - 1981). Anales. Inst. Inv. Mar. Punta Betín. Santa Marta. 1983. N° 13: 15 - 26.

• VILLIERS, S. Seasonal and interannual variability in phytoplankton biomass on the southern African continental shelf: Evidence from satellite- derive pigment concentrations. In: Benguela dynamics: impacts of variability on shelf- sea environments and their living resources. Republic of South Africa. 1998. N° 19: 169-179.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas por la generosa colaboración y apoyo en la realización del trabajo; y muy especialmente al CN Carlos Alberto Andrade y CF Ernesto Duran por su orientación y asesoría durante el desarrollo del mismo y al personal de la Central de Pronósticos por su apoyo y confianza.

