



## MONITOREO DE VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y ALGAS CAUSANTES DE FLORECIMIENTOS NOCIVOS EN UNA ZONA TRADICIONAL DE PESCA EN EL CHOCÓ BIOGEOGRÁFICO

Lady Vargas Porras - [lvargas@iiap.org.co](mailto:lvargas@iiap.org.co)

Zoraida Quesada Martinez – [zquesada@iiap.org.co](mailto:zquesada@iiap.org.co)

Yirlesa Murillo Hinestroza – [ymurilloh@iiap.org.co](mailto:ymurilloh@iiap.org.co)

Grupo de Investigación: Conocimiento, manejo y conservación de los ecosistemas del Chocó Biogeográfico. Línea de investigación: Calidad ambiental

**Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico**

Mayra Becerra Chalá – [Mayra.becerra@utch.edu.co](mailto:Mayra.becerra@utch.edu.co)

Grupo de Investigación en Zoología

**Universidad Tecnológica del Chocó**

Las floraciones algales nocivas FAN son fenómenos naturales generados por el crecimiento de ciertas microalgas que producen un efecto nocivo o tóxico cuya frecuencia, en los últimos años, se ha incrementado globalmente. Estas afectan a los ecosistemas, la economía de las zonas costeras, la inocuidad de los recursos pesqueros y la salud pública, llegando a causar intoxicaciones severas e incluso la muerte. Son principalmente promovidas por el incremento de nutrientes en el medio acuático procedentes de actividades humanas (eutrofización) y generan mortandad de fauna marina debido al efecto de las toxinas y a la disminución de la concentración de oxígeno disuelto en el agua, mientras que a nivel socioeconómico causan desempleo al impactar la cadena productiva pesquera y turística (Ugarte et al. 2022). Teniendo en cuenta los registros de floraciones nocivas con Pseudo-nitzschia reportados por el IIAP (2020) en la zona de pesca tradicional denominada Yerbazal en el Golfo de Urabá, además de los reportes que indican que estos organismos han sido causantes de distintos episodios de intoxicación asociado a este género en distintos países; se planteó realizar monitoreos tanto fisicoquímicos como de fitoplancton en dicha zona, para evaluar la ocurrencia de FAN, las épocas

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*



de aparición, las especies algales asociadas, así como las condiciones ambientales que favorecen su desarrollo, entre otros aspectos que permitan entender la dinámica de las floraciones, la frecuencia y los efectos potenciales sobre el componente ecológico, socioeconómico y cultural, lo que permitirá establecer las medidas de manejo adecuadas para el control de sus afectaciones en la zona.

Esta zona de pesquería tradicional, hace parte de la comunidad el Roto en la cuenca baja del río Atrato y recibe afluencia de pescadores de distintos puntos de los departamentos de Antioquia y Chocó; de ahí que el hallazgo de este tipo de floraciones constituye una alerta socioambiental, que sugiere una amenaza para la actividad pesquera, para la salud humana y el equilibrio del ecosistema, lo que afecta de manera directa a las comunidades asentadas en el área de influencia y los grupos pesqueros tradicionales que aprovechan los recursos del sector de estudio, dado que este grupo algal ha sido reportado como causante de mareas rojas, debido a su toxicidad al producir Ácido Domoico (AD), neurotoxina de tipo aminoácido que origina el Síndrome Amnésico por Marisco (ASP) en organismos superiores como vertebrados y el hombre, debido al consumo de organismos filtradores como bivalvos y ciertos peces que tienden a acumular la toxina cuando se alimentan de estas algas (Reguera, 2002; Galeano y Arteaga, 2010).

Con el fin de caracterizar y monitorear las condiciones fisicoquímicas y la estructura de la comunidad fitoplanctónica para evaluar la ocurrencia de florecimientos algales nocivos en zonas de pesca tradicional en el Golfo de Urabá, se establecieron 3 estaciones de muestreo en Yerbazal, la Piscina y Chacra que corresponden a áreas dedicadas a esta actividad productiva (Figura 1). Las estaciones fueron identificadas de manera participativa con la comunidad de pescadores del Corregimiento el Roto, en el municipio de Turbo, a través de la realización de un taller donde se caracterizaron aspectos operativos, socioeconómicos y culturales de la actividad pesquera y se levantó información acerca de las problemáticas detectadas en su ejercicio, ubicación de los sectores pesca, horarios, número de pescadores, principales especies capturadas, eventos de disminución de especies, cambios en

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*



el ecosistema, meses o temporadas de ocurrencia de los cambios, temporadas de baja captura y eventos de mortandad de peces y causas asociadas entre otros aspectos (Figura 2).

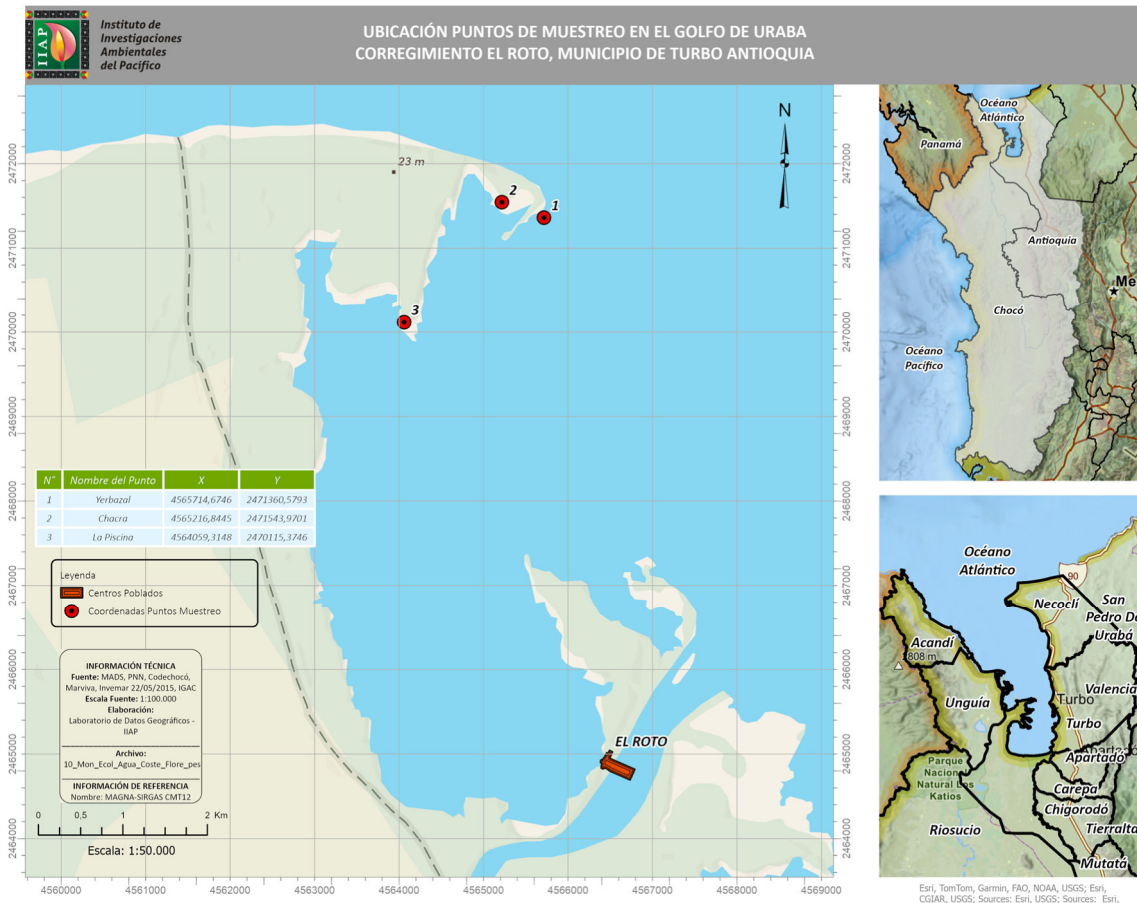


Figura 1. Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

Para caracterizar la calidad fisicoquímica del agua se tomaron muestras integradas verticalmente y se hicieron mediciones *in situ* de temperatura, conductividad, sólidos disueltos, salinidad, sólidos suspendidos, turbiedad, oxígeno disuelto, % de saturación, pH, y nutrientes como nitrato, nitrito, y fosfato, utilizando un colorímetro DR 900 y un Multiparámetro HQ 40d. Para la obtención del fitoplancton se tomaron muestras con ayuda de una red de arrastre haciendo un recorrido en forma circular en la lancha en un intervalo de 3 minutos a motor lento y el proceso de identificación se realizó en el laboratorio de Estudios ambientales de la Universidad de Antioquia. Para el análisis de la información se hizo una comparación de los datos obtenidos

"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"



con los estándares de calidad para la preservación de la fauna y la flora acuática establecido por la normatividad ambiental y pesquera. Se analizó la composición y estructura de la comunidad algal se determinó la abundancia y los índices de Diversidad ( $H'$ ) de especies por medio del índice de Shannon-Wiener (1949), la dominancia de Simpson (1945), la equidad de Pielou (1969) y la riqueza de taxa por sitio de muestreo. Para evaluar la ocurrencia de floraciones algales nocivas y su relación con las condiciones fisicoquímicas del agua se analizaron las abundancias de especies reconocidas con historial de la formación de FAN.



Figura 2. Taller participativo, toma de datos en campo y capacitación comunitaria

De acuerdo con los resultados de talleres y encuestas de caracterización de la actividad pesquera en la comunidad del Roto, esta actividad pesquera se concentra en cerca de 12 zonas denominadas Matuncugo, Candelaria, los Indios, Tarena, Calvo, el Candil, la Rama, la Playita, el Chorro, Chacra, Piscina, Yerbazal, donde

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*



estos tres últimos constituyen los lugares de mayor frecuencia pesquera, distribuyendo las faenas en dos rangos horarios que son de 5:00 a 9:00 am y de 3:00 a 5:00 pm, donde se concentran grupos desde 5 hasta 70 pescadores, que reportan capturar principalmente Róbalo, Bagre, barbudo, Bocachico,, Lebranche, Mojarra, Sábalo, Jurel, Mero, Barbudo, Robalito, Agujero, Pargo y Rubia.

No obstante, el 95% de los pescadores encuestados manifiestan haber percibido una reducción en la oferta de los recursos pesqueros y en el volumen de captura de especies como Bocachico, Sábalo, Pargo, Lebranche, Róbalo y Jurel, cuya disminución es atribuida en un 87% a cambios en el ecosistema, asociados a aguas con nata y rojas, reducción del volumen o nivel de agua, exceso de turbidez, recalentamiento del agua, presencia de grasas en la superficie del ecosistema y procesos de sedimentación. En este sentido, se encontró que el 61% de los encuestados manifiestan haber evidenciado mortandad de peces, las cuales a su vez coincidieron con la ocurrencia de cambios en las condiciones del ecosistema, mayoritariamente asociados a cambios en el color del agua, lo cuales reportan principalmente durante los meses de enero a abril, que coinciden con la época de bajas lluvias o temporada más seca en la zona de estudio.

El diagnóstico realizado a través de las encuestas, evidencia que aunque la comunidad de pescadores han identificado cambios en las condiciones ambientales del ecosistema hídrico, no tenían conocimiento acerca de floraciones algales nocivas y sus efectos, sin embargo consideran que las principales causas de su aparición pueden estar relacionadas con cambios en las condiciones del clima, vertimientos generados por distintas actividades productivas y vertimientos de aguas residuales domésticas sin tratamiento.

El análisis fisicoquímico en los tres sitios de pesca monitoreados mostró que pese presentar condiciones de oxigenación aptas para el desarrollo de la biota acuática con concentraciones entre 6,1 y 7,9mg/l, que se mantuvieron por encima de los 4,0 mg/l que ha establecido el Decreto 703 de 2018 para la conservación de la biota,

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*



se registraron altas concentraciones de sólidos disueltos (3.8 hasta 177600mg/l) y sólidos suspendidos (24 – 81mg/l), que están asociados a las dinámicas antrópicas de la zona, donde los procesos erosivos y el vertimiento de aguas residuales de procesos productivos contribuyen al deterioro de la calidad de agua, lo que puede incidir en las ecología de las poblaciones acuáticas, la salud del ecosistema, la oferta de recursos y la seguridad de la actividad pesquera artesanal. Así mismo, los fosfatos que oscilaron entre 0,3 y 2,5mg/l, sobrepasaron la concentración de 0.1 mg/l, que se considera como el límite máximo para prevenir el desarrollo de especies biológicas indeseables y controlar la eutrofización acelerada de ríos y arroyos, evidenciando que las tres zonas muestreadas presentan concentraciones de fosfatos que pueden sugerir procesos de eutrofización y riesgo para la estabilidad ecológica del ecosistemas. Estos niveles provienen, por lo general, de los compuestos que se aplican como fertilizantes en zonas agrícolas, de los detergentes que se emplean en las zonas urbanas y también se generan por la erosión del suelo y la materia orgánica en descomposición que descargan industrias, hogares y granjas de animales. En general el comportamiento espacial de estas variables, muestra a la estación la Piscina como el punto con mayor concentración de sólidos disueltos, suspendidos, turbidez y fosfatos, seguida de la estación Yerbazal y finalmente de Chacra, lo que a su vez sugiere mayor riesgo de ocurrencia de eventos FAN en la Piscina.

Se registró un total de 40 morfotipos de algas, distribuidas en 6 divisiones, 9 clases, 22 órdenes, 30 familias y 39 géneros con 454 org/ml. La abundancia de grupos fitoplanctónicos estuvo representada en las divisiones Bacillariophyta, que concentró una abundancia relativa del 59,54% de la contribución del ensamble. Las otras divisiones que estuvieron presentes en este estudio fueron: Cyanobacteria, Euglenozoa, Chlorophyta, Miozoa y Cryptophyta con un total del 40,46% en conjunto (Tabla 2 y Figura 3). La riqueza de especies se concentró principalmente en dos grupos, las Bacillariophytas o diatomeas con 20 especies, seguida de las Cyanophytas o cianobacterias con 11 especies (Figura, 3).

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*

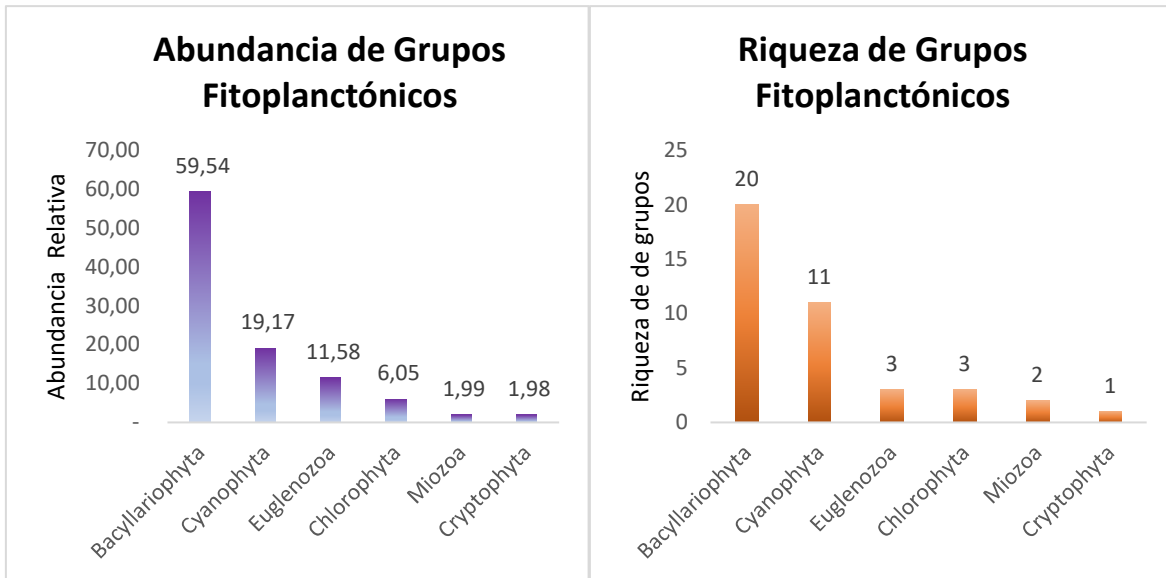


Figura 3. Abundancia y riqueza de grupos fitoplanctónicos.

El dominio de diatomeas y cianobacterias es el resultado de la disponibilidad de nutrientes orgánicos e inorgánicos principalmente del nitrógeno y del fósforo, corroborando la ocurrencia de fenómenos eutróficos que favorecen el desarrollo de estos grupos que han sido indicadores de influencia de focos contaminación en el medio acuático (Kelly & Whitton 1998). Esta situación puede estar asociada con las dinámicas del Golfo de Urabá donde la gran mayoría de las fuentes hídricas continentales que se conectan a él, se encuentra bajo la influencia de centros poblados con deficiencias en los sistemas de saneamiento básico, así como en la planificación y gestión ambiental de actividades productivas, haciendo que las cargas contaminantes sin tratamiento ingresen a las zonas costeras, lo que junto con factores naturales como la precipitación y las dinámicas hidrológicas pueden favorecer el transporte de sustancias que modifican la ecología de estos ambientes.

La riqueza registró su valor más alto en la Piscina con 25 especies, seguida de Yerbazal (21) y Chacra (18). La diversidad de Shannon-Weaner, permitió establecer valores bajos para todos los sitios, de acuerdo a los rangos propuestos por Margalef (1983), el valor más alto fue en la Piscina con 2,96 bits/ind y el más bajo para Yerbazal con 2,63 bits/ind. Estos valores son típicos de sitios intervenidos o con

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*



influencia de vertimientos, donde se reduce la riqueza de especies y que califican como zonas con contaminación de leve a moderada. Con relación a ello, Zamora (2009), manifiesta que la diversidad de especies disminuye conforme aumenta la contaminación, dado que en un ambiente con un procesos de eutrofización, los valores de diversidad suelen ser bajos, debido a la disponibilidad de nutrientes; en este sentido, el análisis del índice de Shannon- Wiener, es considerado un buen indicador del impacto que ejerce las condiciones del medio sobre la distribución de los organismos (Calizaya et al., 2013). Los valores de equidad se mostraron altos, con su máximo tope de 0,96 para Chacra y el menor con 0,86 Yerbazal. Estos valores de dominancia y equidad muestran como las abundancias de *Cyclotella* sp y *Navícula* sp dominaron en estos ambientes, lo cual estuvo influenciado por el equilibrio de abundancias altas en estas dos especies y abundancias bajas en muchas especies.

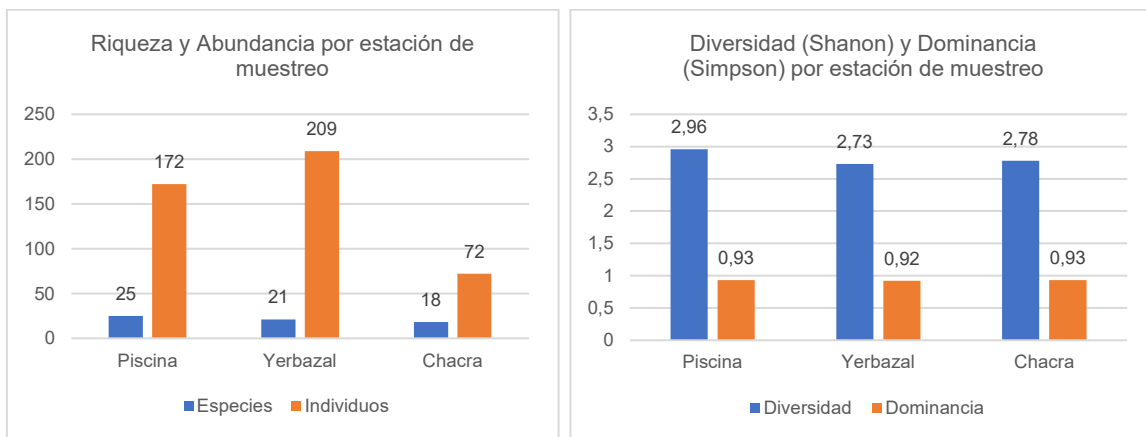


Figura 4. Riqueza, abundancia, diversidad y dominancia de especies por sitio de muestreo

Los resultados muestran que 22 especies que corresponden al 55% del del total de las especies de fitoplancton registradas son identificadas como potencialmente generadoras de florecimientos algales nocivos, las cuales pertenecen a las divisiones Bacyllariophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa, Chlorophyta y Miozoa, cuyos organismos podrían llegar a generar episodios FAN incrementando sus



densidades en estos ecosistemas en respuesta al aumento en la disponibilidad de nutrientes.

Estos registros indican un factor de riesgo para la generación de floraciones potencialmente nocivas y con ello para el desarrollo seguro de la actividad pesquera, ya que si bien no se observaron crecimientos masivos de estos organismos durante los muestreos, más de la mitad de las especies registradas podrían llegar a tales eventos si continua el incremento de nutrientes que contribuyan a procesos de eutrofización que son propicios para el afloramiento de estos organismos. Díaz-Pardo et al., (1998) indican que en ecosistemas eutrofizados a través del tiempo, se deterioran las condiciones de calidad del agua y se sustituyen grupos como Chlorophytas por Cyanophytas, incrementado los riesgos para la biota acuática como resultado de las descargas continuas de aguas residuales y otros contaminantes.

Dentro de las especies reportadas como potenciales generadoras de FAN en cada una de las estaciones de muestreo, se identificaron 10 especies de Cyanophytas que representan el 45,45% (*Chroococcus sp.*, *Merismopedia sp.*, *Microcystis sp.*, *Komvophoron sp.*, *Anabaena sp.*, *Dolichospermum sp.*, *Pseudoanabaena*, *Oscillatoria sp.*, *Phormidium sp.*, *Lyngbya sp.*), 7 especies que representa el 31,81% son Bacillariophytas (*Nitzschia sp.*, *Cocconeis sp.*, *Asterionellopsis sp.*, *Amhora sp.*, *Melosira sp.*, *Chaetoceros sp.*, *Chaetoceros diversus*), 2 Chlorophytas con el 9,09% (*Ankistrodesmus sp.*, y *Closterium sp.*), 2 especies de Euglenozoos con el 9,09% (*Euglena sp.* y *Trachelomonas sp.*) y Miozoa 1 especie con el 4,54% (*Ceratium sp.*). En este sentido el seguimiento de estos organismos cobra importancia para la evaluación de la salud del ecosistema y el control ambiental de la actividad pesquera.

## CONCLUSIONES

El análisis realizado muestra ambientes con algún grado de intervención antrópica y natural, representada en concentraciones considerables de turbidez, sólidos

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*



disueltos y fosfatos, además de una baja diversidad de especies fitoplanctónicas, baja riqueza y alta equidad y dominancia de grupos particulares, lo que generó una baja composición con grupos dominantes como las Bacillariophytas y un remplazo de Chlorophytas por Cyanophytas, mostrando además representantes importante de grupos indicadores de FAN como los Dinoflagelados y Euglenophytas, que en condiciones de aumento de nutrientes podrían llegar a causar dichos eventos.

Se destaca que el sector de Chacra se presenta como la estación pesquera con la estructura comunitaria del fitoplancton más reducida, debido posiblemente a mayores perturbaciones, dadas las condiciones observadas y registradas en campo como la presencia de sólidos y turbidez en el agua, lo que limita la comunidad, favoreciendo el dominio de especies tolerantes como *Navicula sp* y *Nitzschia sp* y de especies tóxicas como *Ankistrodesmus sp* y *Trachelomonas sp*.

Pese a que no se reportaron eventos FAN durante los 6 muestreos realizados, los registros previos y el hecho de que más de la mitad de los organismos reportados sean potencialmente generadores de este tipo de eventos, indica cierto grado de vulnerabilidad para el ecosistema y la actividad pesquera, dado los riesgos socioambientales asociados a la ocurrencia de estas floraciones, debido a su toxicidad al producir Ácido Domoico (AD), que es una neurotoxina de tipo aminoácido que origina el Síndrome Amnésico por Marisco (ASP) en organismos superiores como vertebrados y el hombre, ocasionado por el consumo de organismos filtradores como bivalvos y ciertos peces que tienden a acumular la toxina cuando se alimentan de este tipo de fitoplancton (Reguera, (2002), Galeano y Arteaga (2010).

Lo anterior sugiere la necesidad de implementar sistema de monitoreo permanente en estas zonas para identificar eventos FAN, especies generadoras, condiciones fisicoquímicas durante el evento, identificación de variables fisicoquímicas determinantes en la ocurrencia, época y frecuencia de ocurrencia entre otros datos que son relevantes para planificar el desarrollo de la actividad pesquera artesanal

**"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"**



desde una perspectiva de seguridad ambiental y de salud pública. Para ello, cobra una gran importancia el ejercicio de capacitación y monitoreo comunitario realizado para el desarrollo del proyecto, porque facilita el levantamiento de información permanente, la vinculación de pescadores y el levantamiento de información complementaria durante la ocurrencia de eventos FAN, lo que contribuirá a planificar la actividad productiva identificando variables a monitorear, zonas restringidas por alto riesgo de ocurrencia, épocas de restricción entre otros elementos requeridos para garantizar una pesque sostenible y segura.

### LITERATURA CITADA

Ugarte, A., Romero, J., Farías, L., Sapiains, R., Aparicio-Rizzo, P., Ramajo, L., Aguirre, C., Masotti, I., Jacques, M., Aldunce, P., Alonso, C., Azócar, G., Bada, R., Barrera, F., Billi, M., Boisier, J., Carbonell, P., De la Maza, L., De la Torre, M., Espinoza-González, O., Faúndez, J., Garreaud, R., Guevara, G., González, M., Guzmán, L., Ibáñez, J., Ibarra, C., Marín, A., Mitchell, R., Moraga, P., Narváez, D., O’Ryan, R., Pérez, C., Pilgrin, A., Pinilla, E., Rondanelli, R., Salinas, M., Sánchez, R., Sanzana, K., Segura, C., Valdebenito, P., Valenzuela, D., Vásquez, S., & Williamson, C. (2022). «Marea roja» y cambio global: elementos para la construcción de una gobernanza integrada de las Floraciones de Algas Nocivas (FAN). Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, (ANID/FONDAP/15110009), 84 pp. Disponible en [www.cr2.cl/fan](http://www.cr2.cl/fan)

Reguera, B. 2002. Establecimiento de un programa de seguimiento de microalgas tóxicas. En: Sar, E. A., M. E. Ferrario & B. Reguera (eds.) Floraciones Algales Nocivas en el Cono Sur Americano. Instituto Español de Oceanografía, cap. 1: 19-54.

Galeano A, Arteaga E. 2010. Distribución y abundancia de diatomeas del género Pseudonitzschia en condición de el niño 2007 sobre la cuenca pacífica colombiana\* Bol. Invest. Mar. Cost. 39 (1), 25-39

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*



Shannon, C & Weaver, W. 1949. the mathematical theory of communication, the university of illinois press. Urbana . 19-27.

Simpson, E. H. (1945). Mesurment of diversity. nature. 163 (4148):688.

Kelly, M.G. and B.A. Whitton.1998. Biological monitoring of eutrophication in rivers. Hydrobiologia, 384: 55-67.

Margalef, R. 1983. Limnologia. Ediciones Omega. S. A. Barcelona, España. 1010 pp

*"Investigamos y gestionamos conocimiento para aportar a una Colombia potencia mundial de la vida"*