

# MONITOREO AMBIENTAL Y ACUICULTURA: CONCEPTOS, COMENTARIOS Y DESAFIOS

Dr. Leonardo Guzmán Méndez



# OBJETIVO

Presentar un punto de vista personal sobre el tema ambiental y la acuicultura en Chile, incluyendo algunos resultados relevantes recientes, y planteando algunos desafíos en el corto y largo plazo

# ESTRUCTURA DE LA PRESENTACION

- CONTEXTO Y CONCEPTOS
- ALGUNOS RESULTADOS RELEVANTES
- COMENTARIOS Y REFLEXIONES

# CONTEXTO Y CONCEPTOS

- CAZADOR RECOLECTOR

  - 10.000 - 4000 - 40 AÑOS

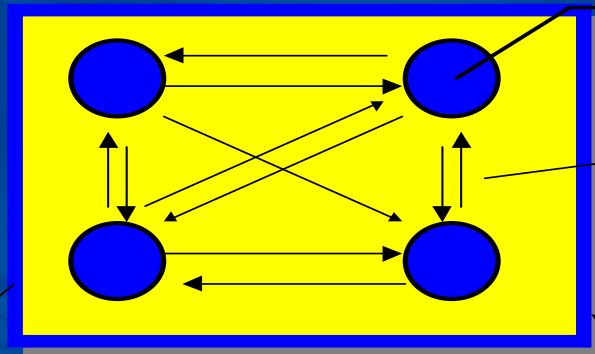
- HOMBRE INEXORABLEMENTE LIGADO AL AMBIENTE NATURAL (BIOSFERA)

  - RESPONSABLE DEL AMBIENTE QUE ÉL HA CREADO (TECNÓSFERA)

  - PROCESO RECIENTE

- MUNDO GLOBAL

**DOMINIO  
GENERADOR  
DE POLITICAS**



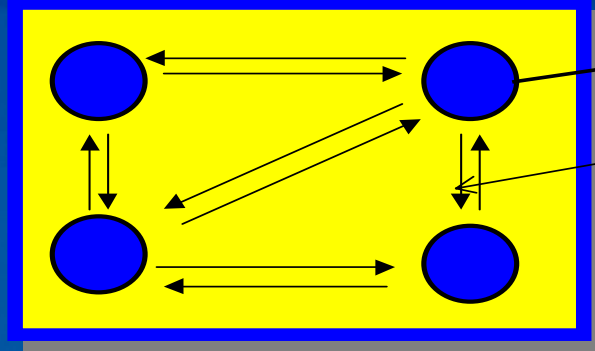
**Grupos que toman  
decisiones  
Presión grupal**

**Factores que afectan  
el comportamiento de  
los que toman  
decisiones**

**Directrices políticas o  
económicas,  
información**

**Comportamiento visible de  
los administradores  
individuales**

**DOMINIO  
ADMINISTRACION  
INDIVIDUAL**



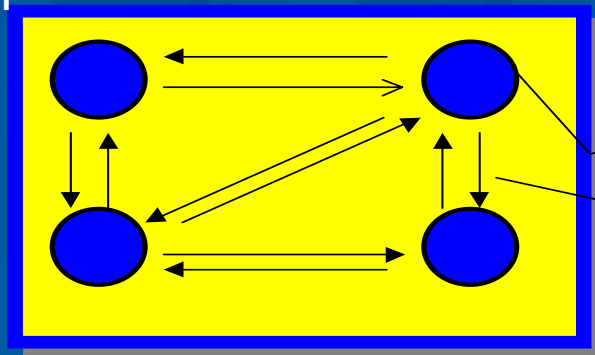
**Administrador  
individual**

**Factores que afectan el  
comportamiento del  
administrador individual**

**Acciones dirigidas  
hacia el manejo del  
ecosistema**

**Comportamiento  
visible  
del ambiente**

**DOMINIO  
AMBIENTAL**



**Poblaciones  
biológicas,  
suelo, clima**

**Factores que afectan el  
comportamiento e  
interacciones de los  
fenómenos  
ambientales**

# Conclusiones FIP N° 2003-20

1. La alta variabilidad de las estimaciones de una misma variable ocurre principalmente por heterogeneidad entre muestras y por tanto la confiabilidad del estimador sólo puede ser mantenida incrementando el Tamaño Optimo de Muestra.
2. Ciertas variables como materia orgánica y pH muestran una escasa dispersión entre réplicas, por lo que no es recomendable variar el número de tres réplicas por punto de muestreo.
3. El potencial redox muestra una amplia dispersión entre réplicas, mayoritariamente por el error introducido al muestrear con draga, por tanto se recomienda que las muestras sean recogidas con un toma muestras cilíndrico (core).
4. Se recomienda cautela para el establecimiento de las estaciones de referencia, pues se requiere información previa del entorno.
5. La sucesión de períodos de erosión y acreción produce cambios en la granulometría, con los consiguientes efectos en la biota, por tanto se recomienda incorporar la determinación de granulometría en centros categoría 1.
6. Se evaluaron cinco métodos para estimar la anoxia de los sedimentos: determinación de oxígeno, amonio y ácido sulfhídrico en el líquido intersticial, carbono orgánico total y asimilación de materia orgánica en los sedimentos utilizando trampas.

# Conclusiones FIP N° 2003-20

7. La determinación de oxígeno en el agua intersticial mediante micro electrodos tipo Crack está restringida a sedimentos de arenas muy finas a limo-arcilla. En arenas medias a gruesas y con especies bentónicas o restos de ellas existen elevadas probabilidades de romper el electrodo cuyo diámetro (60  $\mu\text{m}$ ) está en el rango de la arena muy fina a limo-arcilla, por lo que es poco práctico para estimaciones rutinarias.
8. Se propone introducir la estimación de la concentración de ácido sulfhídrico en el sedimento. El sulfuro presenta mayor facilidad para su determinación que el oxígeno. El ácido sulfhídrico está asociado al contenido de materia orgánica y varía inversamente con la diversidad, en tanto que los niveles de amonio en los sedimentos se asocian fuertemente a la diversidad y varían inversamente con el contenido de materia orgánica. Las estimaciones de sulfuro permiten evaluar la aptitud de un área para el cultivo. Este es complementario del potencial redox y refleja adecuadamente el estado de óxido-reducción del sedimento. Se recomienda en las CPSs e INFAs para los centros categoría 3.
9. La determinación de carbono orgánico total es una buena herramienta para interpretar el grado de vulnerabilidad frente a las actividades de acuicultura, sin embargo, existe un limitado número de laboratorios que tienen implementada la técnica de análisis. Por ello, no se percibe en el corto plazo, como una variable a considerar.

# Conclusiones FIP N° 2003-20

10. La correntimetría debe ser más precisa, por el rol de las corrientes en el transporte del material particulado, en la granulometría de los sedimentos, en los procesos de diagénesis y en la estructura del bentos. Los sedimentos finos favorecen la retención de materia orgánica y consecuentemente el desarrollo de comunidades bentónicas monopolizadas numéricamente por una o pocas especies.
11. Para la granulometría se propone incorporar la determinación de porosidad, densidad aparente, curtosis y asimetría de los sedimentos.
12. En cuanto al contenido de materia orgánica se estima necesario establecer la obligación de recoger muestras para determinar la asimilación de materia orgánica en centros de cultivo con fondos duros y semiduros.
13. Para la macrofauna bentónica es importante incorporar otra forma de análisis de los datos, introduciendo al menos el uso de índices ecológicos (e.g. diversidad, dominancia y uniformidad).
14. Se propone eliminar el registro de pH para ambientes marinos, el agua de mar posee una gran capacidad de absorber las variaciones de pH, limitando su potencialidad para evaluar condiciones anómalas. En cambio para ambientes lénticos es necesario continuar midiendo esta variable, ya que se presentan condiciones distintas que no distorsionan la potencialidad de esta variable para evaluar cambios asociadas a la acuicultura.



# Conclusiones FIP N° 2003-20

15. La estimación de materia orgánica en los sedimentos no presenta dificultades técnicas. Se debe seguir midiendo. La sedimentación en exceso es el factor gatillante para cambios en los sedimentos, como variación en el tamaño de partículas, contenido orgánico, de agua, textura y luego, dependiendo de la magnitud de estos procesos, se establecen condiciones para que las bacterias metabolicen la materia orgánica con producción de compuestos nitrogenados y gases sulfuro y metano que deterioran el ambiente y restringen la biodiversidad. Su estimación en centros clasificados en categoría 4, entregará información complementaria al registro visual para interpretar el grado de anoxia que presenten centros de fondos duros o semiduros.
16. Las cinco metodologías evaluadas fueron satisfactorias, pero existen dificultades en la aplicación de dos de ellas, la determinación de oxígeno en el líquido intersticial de los sedimentos, requiere especialización del operador, costo del equipamiento y las condiciones para la determinación hacen impracticable para análisis rutinarios, y la determinación de carbono orgánico total presenta limitaciones debido a que actualmente hay muy pocos laboratorios en Chile con equipamiento y personal entrenado para realizar el análisis con las demandas que implican las INFAs.
17. Las determinaciones de oxígeno en la columna de agua no fueron reproducibles y por tanto muy difíciles de interpretar, se sugiere no continuar registrando esta variable con la frecuencia de muestreo que recomienda la resolución. La solución sería mediante sondas de registro continuo, pero tiene la limitante del costo.

# Conclusiones FIP N° 2003-20

18. Para establecer los límites de aceptabilidad para las variables definitivas (CPS e INFA) los valores de correntometría y batimetría se clasificaron en las categorías de MUY SENSIBLE, MODERADAMENTE SENSIBLE, LIGERAMENTE SENSIBLE NO SENSIBLE, y las demás variables fueron clasificadas de acuerdo a los valores encontrados en OPTIMO, MODERADO, REGULAR Y MALO. La importancia que adquirió cada variable como predictor de las condiciones de anoxia en los sedimentos fueron tomados de los resultados de un análisis de componentes principales y un análisis discriminante paso a paso.
19. Los profesionales que suscriban la INFA o CPS deben contar con una formación amplia e integradora cuya malla curricular sea concordante con las exigencias consideradas en la Res. 404/03 y que según un análisis funcional y análisis de correspondencia, los profesionales que más se ajustan a este perfil son Biólogos Marinos e Ingenieros en Acuicultura.
20. No obstante, se sugiere efectuar un estudio para evaluar los objetivos y contenidos de las asignaturas que conforman las mallas curriculares de ambas carreras, a fin de evaluar en profundidad las diferencias entre ambas carreras para efectos de evaluar competencias para suscribir una INFA o CPS.

# COMENTARIOS Y REFLEXIONES

- Respetar la normativa ambiental y adecuarla sobre la base de conocimiento objetivo y en un proceso armónico de integración entre el Estado, productores y la comunidad en general
- Adecuar la normativa según el estado del arte, ponderando su impacto económico
- Desarrollar programas de vigilancia ambiental, más allá del respecto y aplicación de la normativa

# COMENTARIOS Y REFLEXIONES

- Para administrar responsablemente la actividad de la acuicultura, se requiere conocer nuestros ambiente natural, pero también supone contar con ciudadanos responsables
- Incrementar el conocimiento de nuestro ambiente natural
- Educar, para lograr ciudadanos responsables, informados y participativos
- Un país integrado al mundo global, respeto a diversidad

# COMENTARIOS Y REFLEXIONES

- Los temas ambientales son procesos dinámicos, complejos y multivariados, en cuya solución deben intervenir todos
- Asumir que el desarrollo sustentable (crecimiento, ambiente, y equidad) no son temas de responsabilidad exclusiva del Estado, expertos, especialistas y productores
- Caminar hacia un ciudadano ambientalmente culto

# **BASES PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

**Información científica confiable**

**Consenso respecto de principios  
éticos**

**Esperanza en el futuro**

**Consideración del interés personal  
e incentivos**