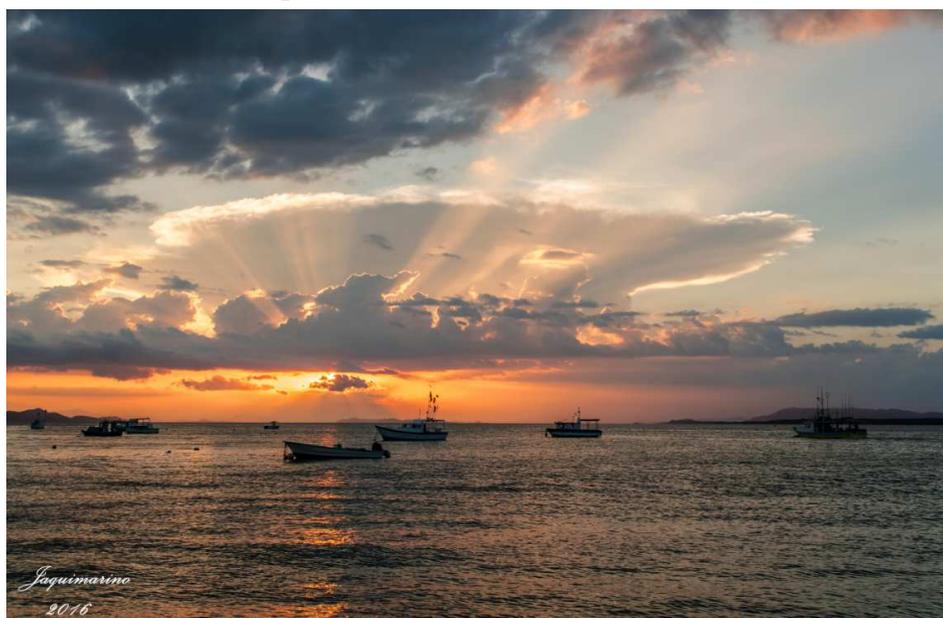




El Bohío boletín electrónico, Vol. 7, No. 7, septiembre de 2017.

Publicado en Cuba. ISSN 2223-8409



Golfo de Nicoya de Costa Rica, autoría de Johnny Aguilar Quirós.

Contenido	Página
Bacterias extremófilas: las nuevas devoradoras de petróleo.	2
Merecido reconocimiento promueve alegría en colegas y admiradores.	5
Las bondades bioactivas de algas marinas.	7
El plástico llega a los atunes.	10
Web-Based tool help site operators choose the safest CO <sub>2</sub> storage option.	12
Cambio climático en Cuba.	14
El sistema inmune de la almeja de sifón.	17
Wildfires of the past.	20
Convocatorias y temas de interés.	22
Calidad de agua en el cultivo de la Tilapia Nilótica GIFT 13-12 en jaulas flotantes destinada al consumo de la población. Artículo científico.	24
Consumo de oxígeno por alimentación de peces. Artículo científico.	32

# Bacterias extremófilas: las nuevas devoradoras de petróleo

Por Dioreleytte Valis

**Veracruz, Veracruz.** En la Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos ([Unida](#)) del Instituto Tecnológico de Veracruz, desarrollan una línea de investigación basada en el aislamiento de bacterias de medios ambientes extremos, cuyas propiedades pueden ser utilizadas potencialmente como una técnica biotecnológica para la recuperación mejorada de petróleo.



Este proyecto corre a cargo de la doctora en biología celular Rosa María Oliart Ross, quien es especialista en caracterización y análisis biotecnológico de microorganismos extremófilos y sus enzimas, además de la obtención de lipasas termófilas para aplicación en el sector industrial y elaboración de alimentos.



La recuperación mejorada microbiana es una técnica biológica que se distingue por la alteración de la función y estructura de organismos microbianos en los yacimientos de petróleo. El propósito de este procedimiento es incrementar la recuperación del petróleo atrapado en el medio poroso y así aumentar los beneficios económicos. El crecimiento de bacterias y sus enzimas sobre la superficie de las rocas del yacimiento promueve la fluidez del hidrocarburo, ya sea directamente por desplazamiento físico o indirectamente mediante la producción de metabolitos gaseosos o surfactantes.

**Doctora Rosa María Oliart Ros.** De acuerdo al artículo "Recuperación mejorada de petróleo", de la revista de la industria petrolera, *PetroQuiMex*, solo 30 por ciento del aceite de un pozo petrolero puede extraerse con los métodos tradicionales, quedando enormes cantidades de óleo por recuperar de los puntos de extracción

actuales o incluso ya abandonados, esto se debe a que la mayor cantidad del aceite se encuentra en el medio poroso, es decir, adherido a las rocas que se encuentran a profundidad. La aplicación de la recuperación mejorada microbiana puede recuperar hasta 20 por ciento del petróleo atrapado en el sitio de excavación.

### **Cultivos microbianos**

El objetivo potencial para la recuperación mejorada de petróleo es aumentar las reservas y producir una mayor cantidad de crudo a diferencia de los métodos convencionales, los cuales hacen uso de sustancias tóxicas y dañinas al medio ambiente. Los cultivos microbianos son una excelente opción para ser implementados como un método de recuperación, debido a su capacidad de sintetizar una gran variedad de productos bioquímicos, siempre y cuando se les provea con los nutrientes esenciales y debidas condiciones ambientales.

La doctora Oliart Ross explicó que los microorganismos extremófilos tienen la capacidad de mejorar la fluidez del crudo, de acuerdo con las propiedades que poseen. Las bacterias pueden producir ácidos a partir del petróleo y otros compuestos orgánicos que disuelven los carbonatos aumentando la permeabilidad, también producen gases que aumentan la presión en el yacimiento y disminuyen la viscosidad del aceite mediante la disolución en el mismo. Los biosurfactantes, los emulsificantes y los solventes disminuyen la viscosidad del crudo, por lo que es más fácil de extraer, por otra parte, producen biopolímeros, los cuales aumentan la viscosidad del agua en las operaciones de inyección de agua, haciendo la operación más eficaz.

Actualmente en el laboratorio de bioquímica de la Unidad de Investigación y Desarrollo en Alimentos, del Instituto Tecnológico de Veracruz, se han aislado bacterias provenientes de diferentes ambientes extremos del estado de Veracruz, así como de las cenizas del Popocatepetl.

“Hemos analizado su potencial biotecnológico, examinando qué enzimas producen y qué utilidad tienen en actividades en el sector industrial y petroquímico. Las bacterias termófilas y con características barófilas son ideales para estos procesos, ya que son capaces de soportar la exposición a altas temperaturas y elevada presión, cumplen con las características para desarrollarse dentro de un pozo petrolero y llevar a cabo funciones bioquímicas”.

Para la extracción o recuperación del petróleo existen tres mecanismos básicos: primario, secundario y terciario. La recuperación es primaria cuando al iniciar la producción, la presión de los fluidos al interior del yacimiento es suficiente para forzar la salida natural del petróleo a través del pozo, durante la vida productiva del yacimiento la presión descenderá y es entonces cuando se requiere hacer recuperación secundaria, que es la inyección de agua o de gas para compensar la pérdida de presión y la ayuda mediante bombas para extraer el petróleo. Al paso del tiempo, por más agua o gas que se inyecte y se usen avanzados sistemas de bombeo, ya no se recupera más petróleo y la declinación comienza, en este punto debe aplicarse

#### **Petróleo en México**

La explotación del crudo ha jugado un papel importante en la historia, la economía, la política y la sociedad mexicana desde la época precolombina hasta la actualidad. Datos arrojados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) indican que cerca de 88 por ciento de la energía primaria que se consume en el país proviene del petróleo, siendo la principal fuente de insumos para generar energía eléctrica, permitiendo la producción de combustibles para los sectores de transporte e industrial. Además, es materia prima de una gran cantidad de productos como telas, medicinas o variados objetos de plástico.

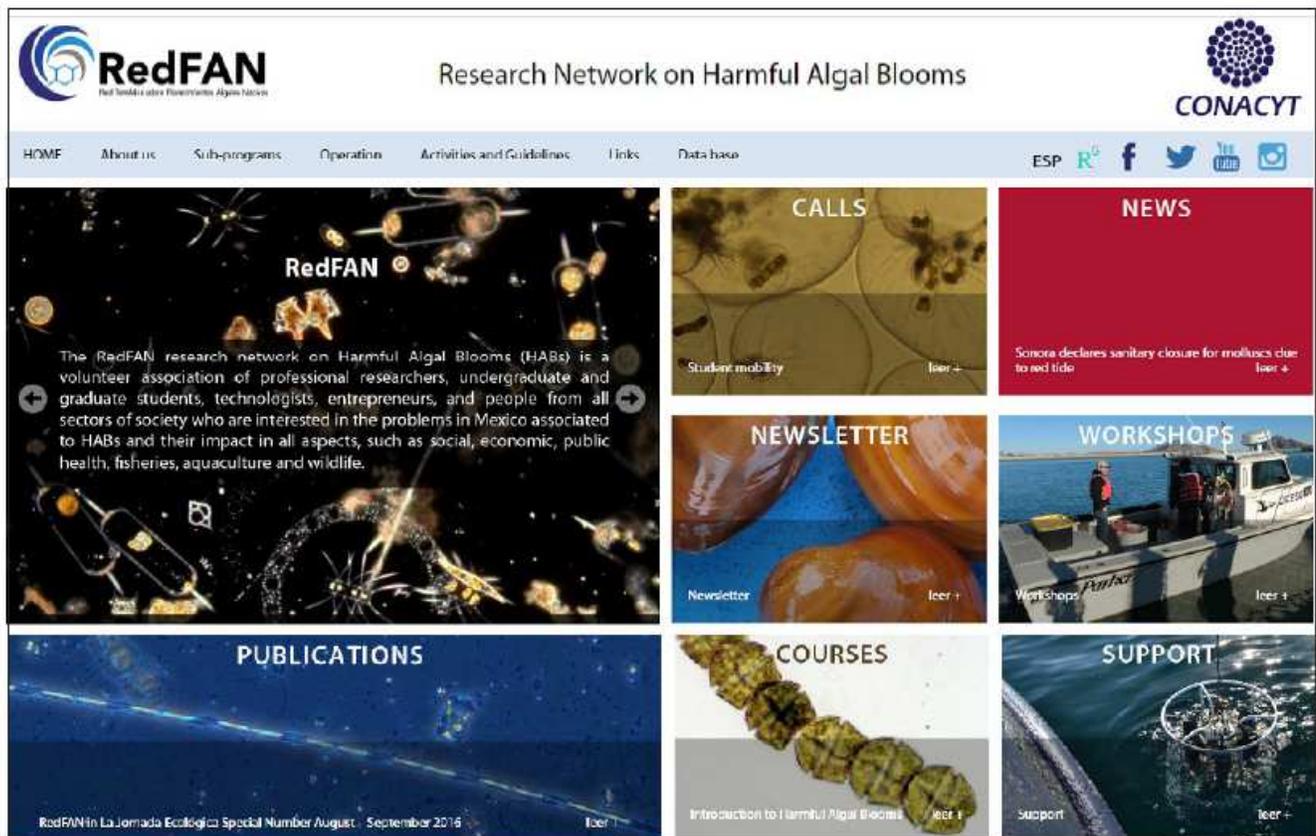
la recuperación terciaria o mejorada, la cual tiene varios métodos, entre los que se encuentran el uso de microorganismos productores de polímeros y surfactantes.

Los beneficios sobre los costos operativos son destacables, puesto que se hace un menor uso en la cantidad de agua en superficie, además de que la aplicación de biotecnologías podría reemplazar las costosas bombas electrosumergibles y demás artefactos que se usan en los yacimientos, por otro lado, se disminuirán las reparaciones al pozo petrolero.

De acuerdo con la doctora, miembro nivel II del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), estas bacterias extremófilas pueden ser colocadas en los yacimientos petroleros, mediante inyecciones por inóculo bacteriano; sin embargo, hasta ahora solo se han hecho pruebas a nivel laboratorio, las cuales han resultado exitosas, ya que no se cuenta con la inversión necesaria para aplicar directamente en campo esta técnica biológica, en pozos mexicanos. No obstante, son varias las empresas extranjeras que, en colaboración con la comunidad científica, apuestan por este procedimiento que podría aumentar la producción en el futuro y bajar sus costos.

“La aplicación de bacterias como un método de recuperación es una buena alternativa debido a la capacidad de los microorganismos de generar diferentes productos y combinarlos, generando así un incremento en la recuperación de los hidrocarburos en medios porosos”.

Fuente: Agencia Informativa Conacyt, 27 de junio de 2017.



## Merecido reconocimiento promueve alegría en colegas y admiradores

Por Gustavo Arencibia Carballo.

Recientemente hemos conocido de la noticia de un premio de segundo lugar en la VI edición del concurso provincial *Marco Antonio Charón*, de nuestra colega la Lic. Dixy Samora Gilarte, en quien reconocemos una constante e incansable pasión por el trabajo y por su profesión, ¿resultados me pregunta usted? Pues le contesto: están por doquier en la web y en su país, pero esta note solo quiere hacer mención a lo que el mismo diario de la provincia hace alusión con una nota de los resultados del certamen.

Pues vea y lea usted mismo a los que nos referimos.



Periódico Venceremos, Guantánamo 14 de julio de 2017.

### **Conceden premios del concurso de periodismo de Guantánamo**

La [Unión de Periodistas de Cuba](#) (Upec), en [Guantánamo](#), dio a conocer los premios de la sexta edición del concurso provincial Marco Antonio Charón, al cual se presentaron 85 obras en la modalidad de radio, televisión, prensa escrita y digital.

El jurado otorgó primer lugar en televisión al documental *Fe*, de Adrián Legrá Correa, y segundo a la información *Patrimonio subacuático costa Sur Maisí-Imías*, de Eniel Navarro Leyva, ambos del telecentro Primadavisión, de Baracoa; el tercer escaño correspondió a Isacc García Cárdenas, de Solvisión, por la información *Proeza en las alturas*.

En radio el primer lugar se le concedió a Martha Reyes Noa, de [CMKS](#), con el testimonio *Después de Matthew*; **el segundo lo obtuvo *Con el enemigo al lado*, documental de Dixy Samora**

**Guilarte, de [Radio Bahía \(Caimanera\)](#)** y el tercero fue para el testimonio *Voces del porvenir*, de Dianelbis Delfino Martínez, también de CMKS.

Por su parte en prensa escrita Jorge Luis Merencio Cautín, corresponsal del periódico [Granma](#), se agenció el lugar cimero con el reportaje *Olimpo de la naturaleza*; Julio César Cuba Labaut, del periódico [Venceremos](#), resultó segundo con *Vaivenes del desabastecimiento* y el tercer puesto lo compartieron Lilibeth Alfonso Martínez y Roxana Romero Rodríguez, también de Venceremos, con el reportaje *Venir al mundo sin azahares*.

En periodismo digital Mabel Pozo Ramírez (CMKS), Raisa Martín Lobo (Solvisión) y Ricardo Alexis López Castellanos (CMDX, La voz del Toa), obtuvieron primer, segundo y tercer lugares, respectivamente.

El Premio especial al trabajo más integral y de mayor repercusión pública, en esta ocasión relacionado con el tratamiento de la temática del ciclón Matthew, lo ganó Arelis Alba Cobas, de [CMDX La voz del Toa](#), en Baracoa.

Recibieron menciones en prensa escrita Adriel Bosch Cascartet por la entrevista *Sabía que estaba la muerte ahí, pero no le tenía miedo* y Julio César Cuba Labaut con el comentario *Primero alegría y disciplina*. En televisión el comentario *Feria 14 de Febrero* de Mavel Toirac (Primada Visión); Dianelbis Delfino Martínez por el reportaje *Hay un rumor* y Martha Reyes por el documental *Parientes de Lorca* en Guantánamo (CMKS).

Mientras en periodismo digital se otorgó mención a las entrevistas *On line* del sitio digital [www.venceremos.cu](http://www.venceremos.cu).

Fuente: [Venceremos](#)

---

*Es necesario que el científico tenga una visión de conjunto que le permita asentar y canalizar las perspectivas que determinado problema pueda generar. Así mismo, debe tener capacidad de responder e interpretar los resultados científicos que otros, antes o colateralmente a él, puedan haber desarrollado. Creemos que en esta concepción está una de las bases del desarrollo de la ciencia.*

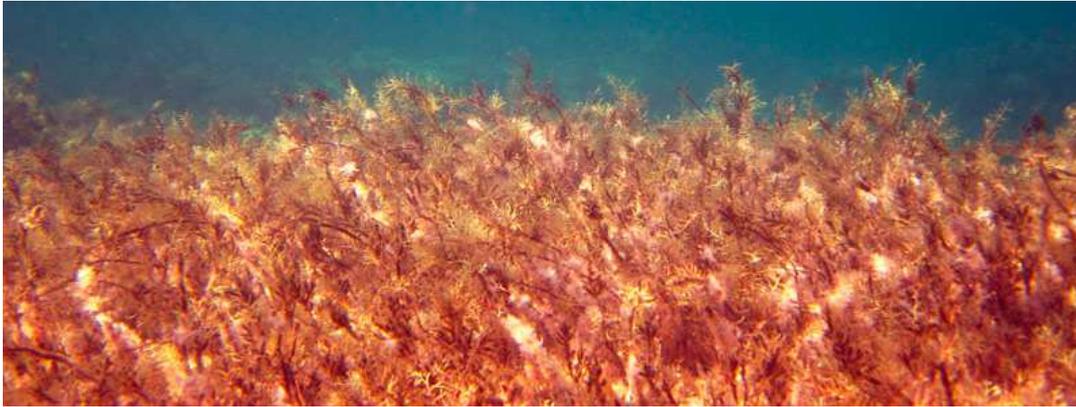
*Niria Suárez.*

*2007. La investigación documental paso a paso. Universidad de Los Andes. ISBN 978-980-11-1050-7.*

# Las bondades bioactivas de algas marinas

**Por Felipe Sánchez Banda**

**Saltillo, Coahuila. 27 de junio de 2017 (Agencia Informativa Conacyt).**- Científicos del Departamento de Investigación en Alimentos ([DIA](#)) de la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), en la Universidad Autónoma de Coahuila (Uadec), evalúan tecnologías emergentes y sustentables para la recuperación de extractos bioactivos de algas marinas pardas.



“México cuenta con dos litorales, siendo así un país megadiverso y rico en recursos como las algas marinas, por lo que la importancia de estos productos es que pueden aplicarse en el área alimenticia, como ingredientes o a través de suplementos, nutraceuticos, etc. Es importante generar productos, pero dichos productos no van a ser posibles si no se utilizan tecnologías nuevas que permitan tener un mayor rendimiento a partir de su materia prima o fuente de obtención”, precisó el químico farmacobiólogo Gerardo Espinosa Velázquez, colaborador del proyecto y estudiante de la maestría en ciencia y tecnología en alimentos de la institución.

De acuerdo con los investigadores, a partir de 2000, las algas marinas tomaron mucha importancia debido a que presentan diversos polisacáridos en su estructura, que tienen diferentes propiedades y pueden ser aplicados en áreas como medicina y alimentos.

“En cuanto a las tecnologías, es importante ver qué se ha trabajado anteriormente y poder proponer una opción más viable, que gaste menos energía, más sustentable, es decir, hacer uso de tecnologías limpias que nos permitan ahorrar costo-tiempo-energía y que podamos obtener lo que buscamos sin emitir residuos”, comentó el especialista Espinosa Velázquez.

## **Nuevas tecnologías**

Los científicos señalaron que en este proyecto, dirigido por el doctor Juan Carlos Contreras Esquivel, profesor investigador del DIA, miembro nivel II del Sistema Nacional de Investigadores ([SNI](#)), emplean tecnologías como microondas, ultrasonido, el uso de enzimas y algunas otras, dentro de la parte biotecnológica.

De acuerdo con el proyecto, los polisacáridos que se obtienen de las algas marinas pueden tener diversas aplicaciones potenciales, principalmente en la industria alimentaria y médica.

Los especialistas agregaron que estas tecnologías pueden aplicarse durante el procesamiento de algas en las zonas costeras del país, para obtener algunos extractos y poder recuperar estos polisacáridos y aplicarlos en alguna matriz o alimento.

Entre los resultados preliminares de esta investigación, destacó que la extracción asistida por vía enzimática permite obtener rendimientos comparables con los reportados en literatura científica para los extractos crudos secos para las condiciones evaluadas en laboratorio. Existe un mismo perfil de los espectros de infrarrojo para los diferentes tratamientos, por lo que los grupos funcionales de los compuestos permanecen iguales que en su control sin tratamiento enzimático.



En cuanto a la extracción asistida en una cámara de microondas presurizada, los resultados indicaron que, para estas condiciones, no existe diferencia significativa entre el uso de microondas y el uso de agua como solvente para recuperar los compuestos bioactivos, como son los polisacáridos sulfatados, también llamados fucoïdan (PS) de las macroalgas. Los PS de la macroalga *Macrocystis pyrifera* se pueden obtener sulfatados o parcialmente sulfatados, los mismos permiten que presente actividades biológicas.

“No solo el rendimiento importante, sino el uso de una tecnología que permita obtener estos materiales o compuestos que no sean degradados o modificados para que presenten estas actividades. Aplicar nuevas tecnologías que puedan ser más limpias y que, a su vez, no modifiquen estos compuestos es significativo”, indicó el colaborador Espinosa Velázquez.

En el futuro, los especialistas buscarán evaluar algunas propiedades bioactivas que presentan, particularmente, los polisacáridos sulfatados de las algas marinas, debido a sus múltiples propiedades antivirales, antibacteriales, antioxidantes, anticoagulantes, antitumorales, etcétera.

“Creo que es muy importante la investigación en México, en esta materia nos podemos comparar con otros países ya que lo que se hace en nuestro país es de calidad, y al ser un país rico en ecosistemas se puede acceder a recursos que otros países no tienen. Es decir, se puede aprovechar la acuicultura para el cultivo de algas como lo hacen otros países y así generar productos para diversas áreas como biomedicina, alimentos, investigación, entre otras”, enfatizó el científico Espinosa Velázquez.

Fuente: <http://conacytprensa.mx/index.php/ciencia/quimica/15726-bondades-bioactivas-algas-marinas>

# CICTA-14

## XIV **CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

La Habana, 23 de mayo de 2017

Estimados colegas:

Tengo el sumo gusto en invitarle a participar en la **XIV Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CICTA-14)**, a celebrarse del **21 al 25 de mayo del 2018**, en el Palacio de las Convenciones de La Habana, Cuba.

Este evento científico, con más de dos décadas de fundado, reunirá una vez más, a investigadores, tecnólogos, docentes y estudiantes de Cuba y otros países, especialmente de Iberoamérica, Europa y Asia para un activo intercambio de información, criterios y experiencias en diversas áreas de la Ciencia y la Tecnología de los Alimentos.

Asociado a **CICTA-14**, cuyo lema es: **“Sostenibilidad alimentaria, una premisa del futuro”** se desarrollará un Simposio sobre Alimentos y Salud, el 2do. Taller Internacional de Seguridad Alimentaria y Medio Ambiente, el Taller Internacional: Novedades en el envasado de alimentos frescos y procesados y el Coloquio sobre Novedades en la Chocolatería Paralelamente se realizará la Feria Internacional **“Alimexpo 2017”**, donde participarán expositores nacionales y extranjeros principalmente los provenientes de firmas encargadas de la producción de equipos y maquinarias, equipamiento analítico, soluciones para el tratamiento de aguas, materias primas y aditivos destinados al sector agroalimentario.

El evento se desarrollará en sesiones concurrentes dedicadas a sus principales temáticas, en conferencias, mesas redondas, exposiciones orales y carteles. Conformando el evento se impartirán cursos pre- y pos-congreso sobre temas novedosos de gran actualidad.

Esperando contar con su valiosa participación, le saluda,

Dra. Lourdes Valdés Fraga  
Directora General IIIA



## El plástico llega a los atunes



### 1 de cada 5 atunes tiene plástico en el estómago

Recientemente, investigadores de la Universidad de Cádiz (España) encontraron que 1 de cada 5 estómagos de atunes rojos (*Thunnus thynnus*) tenían plástico. Veamos la entrevista al científico José Luis Varela, quien investiga la alimentación del atún rojo de las Islas Canarias:

-¿Cuándo abres un estómago, te sorprende encontrar residuos de plástico?

Varela: Realmente no. En un muestreo realizado en las Islas Canarias (España) observamos que casi el 19 % de los estómagos analizados contenían plásticos.

-¿Qué tipo de plásticos te has llegado a encontrar?

Varela: Empaques, restos de redes de pescar, bolsas, botellas de agua... Una vez encontré un empaque de tortitas de maíz de un supermercado muy conocido aquí en España, el cual estaba intacto. Por tanto, podemos deducir que había sido ingerido pocas horas antes de la captura del ejemplar.

- Estos atunes fueron capturados en las Islas Canarias, ¿ocurre lo mismo en otras zonas?

Varela: Diría que sí. En otras zonas muestreadas también hemos encontrado plásticos en los estómagos.

¿Cuáles son esas zonas?

Varela: Mediterráneo occidental, Golfo de San Lorenzo (Canadá)...

- ¿Desde cuándo llevas investigando esto?

Varela: Llevamos estudiando la dieta de atunes desde 2008.

- ¿Además de plástico, qué otras cosas te has encontrado?

Varela: Anzuelos, colillas de cigarrillos... Además de restos de organismos que conforman la dieta de este depredador oportunista y generalista.

# 15th INTERNATIONAL COASTAL SYMPOSIUM

## Welcome Message

It is with great pleasure that we invite you to the International Coastal Symposium (ICS2018), to be held from Sunday 13th – Friday 18th May 2018 at the Haeundae Grand Hotel, Haeundae Beach, Busan, and Republic of Korea. The theme is ‘Safe Coasts Beyond Climate Change and Coastal Development’. The International Coastal Symposium (ICS) is now in its 15th edition and this is the first time in Asia.

The Symposium is co-hosted by Korea Institute of Ocean Science & Technology (KIOST) and Korean Society of Coastal Disaster and Prevention (KSCDP), under the auspices of the Coastal Education and Research Foundation (CERF) and the Journal of The ICS brings together delegates from all over the world to collaborate and discuss the most current coastal research studies and projects.

The proceedings of the conference, published as peer-reviewed papers in the Journal of Coastal Research, represent an invaluable resource for coastal scientists, engineers and managers.

**ICS2018 Secretariat** 3F-012 Coex,  
World Trade Center 513 Yeongdong-daero, Gangnam-Gu, Seoul, Korea.  
Tel: +82-2-6000-2508 Fax: +82-2-6000-2501 E-mail: [secretariat@ics2018.org](mailto:secretariat@ics2018.org)



## WEB-BASED TOOL HELPS SITE OPERATORS CHOOSE THE SAFEST CO<sub>2</sub> STORAGE OPTION

Before they can be licensed by public authorities and welcomed by the public, CO<sub>2</sub> storage plans first need to be perceived as safe and reliable. A key concern in this regard is the prevention of CO<sub>2</sub> leakage. Numerous options and strategies exist, but it's not always easy to identify the most suitable one.

MIRECOL (Remediation and mitigation of CO<sub>2</sub> leakage) performed a full-fledged analysis of both existing and upcoming remediation and mitigation techniques. Focusing on corrective measures inside or close to the storage reservoir, the project has gathered knowledge about the efficacy of these techniques and has made its conclusions available in a dedicated handbook and web-based tool.

Depending on the requirements of the site operator, the tool evaluates each technique according to its longevity, likelihood of success, spatial extent, response time and cost, and even allows for comparisons between different options.

Filip Neele, project leader at TNO and coordinator of MIRECOL, discusses the project's results and expected impact on the development of CCL technology in Europe.

**Your project focuses on CO<sub>2</sub> leakage. Would you say that the latter is a barrier to the implementation of CCS technology?**

**Filip Neele:** The risk of CO<sub>2</sub> leaking from its reservoir is not a barrier to the implementation of CCS. Proper site selection and site design will minimise this risk, while any remaining risk will be managed through monitoring. In the unlikely case where leakage does occur, site operators can deploy corrective measures. The MIRECOL project has increased the number of options that are open to them.

**What were the main findings from the project related to existing and upcoming mitigation techniques?**

The main result from the project is that a storage site operator has many more options for corrective actions than those currently listed in corrective measures plans. The project has provided the starting point for storage site operators to build their corrective measures plan during site development and permit application, as well as the basis for deciding on suitable corrective actions should such a need arise.

**Is there a specific technique coming out as the best option?**

There is no single, best technique. In some cases changing the injection strategy will be sufficient, while in other cases a well workover may be required. The feasibility and efficacy of a specific corrective measure depend on the details of the specific storage site and of the irregularity that has occurred, as well as on the conditions at the surface where activities around the well or wells may be limited.



The MIRECOL project studied a large number of corrective measures that, together, cover a wide range of potential undesired events in or near the reservoir. While a real event in a real storage reservoir will always be different from the scenarios covered in the project, the results from the project will be useful to operators when making a first selection amongst the available techniques.

### **What can you tell us of the results of your field demonstrations?**

There were two pilot sites used by the MIRECOL project: the offshore K12-B gas field in the Netherlands (operated by project partner ENGIE) and the Ketzin site in Germany (operated by project partner GFZ). These sites were used to study the efficacy of back-producing-injected CO<sub>2</sub> as a corrective measure.

At a third site — the Bečej CO<sub>2</sub> field in Serbia — sealant material developed within the project was tested. This injection test was executed by MIRECOL partner NIS (Serbia); the test produced promising results, which form the basis for further, larger-scale testing.

### **What do you hope will be the impact of MIRECOL on the sector?**

The project has studied a large number of potential corrective measures, each in a large number of realistic scenarios. To make this dataset available to site operators, as well as to regulators, the project team has developed a web-based tool. From the database of results, the tool selects a scenario that best matches the situation defined by the user and shows the performance of relevant corrective measures.

With guidance from operators in the project consortium, the tool was developed so as to enable its use by future storage site operators when building their corrective measures plan, or by operators and regulators to discuss available options in the case of an undesired event in or near the reservoir. All reports produced by the project team are available from the project site: an online corrective measures ‘handbook’ provides easy access to these reports.

### **What are your plans now that the project is completed?**

The project team will disseminate project results at conferences and events focusing on CCS. The project website will provide access to the web-based handbook and to the web-based tool which will be maintained and improved thanks to input from users. The actual impact of the MIRECOL project, at least in Europe, is expected when CCS projects are developed and start operating.



**MIRECOL**  
Coordinated by TNO in the Netherlands.  
Funded under FP7-ENERGY.  
<http://cordis.europa.eu/project/rcn/186071>  
Project website: <http://www.mirecol-co2.eu>  
R E S U L T S M A G A Z I N E N°64  
JULY 2017

## Cambio climático en Cuba

### Fecundo aval de conocimientos

El clima de Cuba será más cálido y seco para finales del siglo XXI, con un posible incremento de la temperatura media del aire hasta cuatro grados Celsius.

Por Orfilio Peláez  
[orfilio@granma.cu](mailto:orfilio@granma.cu)



Las inundaciones costeras, representan hoy el peligro principal dada la magnitud de los daños que producen. Foto de José M. Correa

Mucho antes de ser reconocido a nivel mundial como un proceso inequívoco acelerado por la actividad del hombre, en la década del 90 del pasado siglo comenzaron en nuestro país las investigaciones dirigidas a conocer con suficiente antelación las probables implicaciones del cambio climático en la vida nacional.

En ese decenio y durante más de dos años se desarrolló un estudio denominado Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba, en el cual intervinieron alrededor de 100 especialistas de 13 centros científicos y organismos del Estado.

Los resultados mostraron una clara tendencia al aumento de la temperatura media y a la elevación del nivel del mar, además de calcular los posibles escenarios del futuro comportamiento del clima en la Mayor de las Antillas en cuatro plazos de referencia: 2010, 2030, 2050 y 2100.

Por sus aportes, el trabajo mereció en 1999 uno de los Premios Nacionales de la Academia de Ciencias de Cuba y el Premio Especial del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (Citma) en la categoría de mayor relevancia científica. Su autor principal fue el doctor en Ciencias Tomás Gutiérrez Pérez, del Instituto de Meteorología.

Ya en el 2004 y luego de un profundo análisis y debate sobre las afectaciones ocasionadas por los huracanes Charley e Iván al occidente cubano en agosto y septiembre de ese año, respectivamente, la máxima dirección del Gobierno cubano elaboró la Directiva No.1 sobre la Planificación, Organización y Preparación del País para Situaciones de Desastres, refrendada por el General de Ejército Raúl Castro Ruz el primero de junio del 2005, en su carácter de vicepresidente del Consejo de Defensa Nacional en aquel momento.

En cumplimiento de lo estipulado en ese documento, en el 2006 la Agencia de Medio Ambiente del Citma inició los estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos, básicamente centrados para eventos de inundaciones por intensas lluvias, penetraciones del mar, y la ocurrencia de fuertes vientos.

Apenas un año después, y luego de analizar por primera vez el tema del cambio climático en el Consejo de Ministros, el gobierno aprobó un programa de enfrentamiento conformado por seis tareas generales, que priorizó la adaptación en los sectores económicos y sociales, enfocado hacia la zona costera y vinculada con la reducción de desastres en el futuro.

También indicó intensificar las investigaciones científicas, las cuales se integraron en el Macroproyecto sobre Peligros y Vulnerabilidad de la zona costera cubana para los años 2050 y 2100.

Dichos estudios involucraron a alrededor de 300 expertos de 16 instituciones de cinco organismos de la Administración Central del Estado, bajo la conducción del Citma.

Como refirió entonces a Granma el doctor Fernando González Bermúdez, viceministro primero de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, dentro de los principales resultados de la multidisciplinaria investigación resalta haber identificado que el ascenso gradual del nivel medio del mar es la principal amenaza a largo plazo del cambio climático en Cuba, tomando en cuenta sus implicaciones futuras en la pérdida paulatina de áreas costeras localizadas en zonas muy bajas y la salinización de los acuíferos subterráneos abiertos al mar, debido al avance de la «cuña salina».

Igualmente pudo determinarse que en lo inmediato las inundaciones costeras provocadas por la sobrelevación del mar y el oleaje producidos por huracanes, frentes fríos y otros eventos meteorológicos extremos, representan el mayor peligro para nuestro archipiélago, dada la destrucción que causan al patrimonio natural y a la infraestructura asentada en la costa.

El 25 de febrero del 2011 el Macroproyecto fue presentado en el Consejo de Ministros, aprobándose seis directivas y un plan de acción para implementarlo en la etapa 2011-2015.

Cuba ratificó así su posición de vanguardia en el enfrentamiento al cambio climático, sustentada en un caudal de conocimientos acerca de sus impactos en la economía y la sociedad, y las acciones de mitigación y adaptación, adquiridos a lo largo de más de 20 años de investigaciones.

Al disponer de ese valioso arsenal, la nación adelantó un largo trecho en la lucha contra lo que hoy se considera el más grave desafío ambiental a encarar por la humanidad.

## **PROYECCIONES RECIENTES**

Las evaluaciones hechas en el bienio 2015-2016 ratifican que el clima de Cuba será más cálido y seco para finales del siglo XXI, con un posible incremento de la temperatura media del aire hasta cuatro grados Celsius, y una disminución de las precipitaciones en el orden de un 15 a un 50 %.

De acuerdo con lo planteado por el doctor Tomás Gutiérrez Pérez, investigador del Centro del Clima (Cenclim) del Instituto de Meteorología, los climas subhúmedos secos apuntan a desplazarse desde la región oriental hacia el occidente del país, patrón que generalizaría la persistencia de condiciones de calor y menos lluvia.

Según las estimaciones recientes, la elevación del nivel del mar puede alcanzar hasta 27 centímetros en el 2050 y 85 en el 2100, valores que coinciden con los rangos probables sugeridos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) para todo el planeta.

Resulta oportuno resaltar que entre mediados de la centuria anterior y octubre del 2015, la temperatura media anual en el territorio nacional subió 0,9 grados Celsius, mientras la mínima promedio se elevó en 1,9, lo que implica un aumento apreciable en la cantidad de noches y madrugadas cálidas.

Asimismo, en la mencionada etapa creció la frecuencia de eventos de sequías más severas, prolongadas y extensas, en particular a partir de 1961.

Otro elemento llamativo observado es que en el primer decenio del presente siglo, Cuba sufrió el azote de siete huracanes intensos categoría 3, 4 y 5 en la escala Saffir-Simpson, cifra sin precedentes para una década de 1801 a la fecha.

Con el Sandy del 2012 y el Matthew en el 2016, la cifra de organismos tropicales de esa magnitud que afectaron al territorio nacional ascendió a nueve en solo tres lustros (2001-2016).

**Fuente:** Periódico Granma, 9 de junio de 2017.



## El sistema inmune de la almeja de sifón

Por Karla Navarro

**Ensenada, Baja California. 29 de agosto de 2017 (Agencia Informativa Conacyt).**- La doctora Sheila Castellanos Martínez, especialista del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), estudia las formas y funciones de células del sistema inmune de la almeja de sifón (*Panopea globosa*), especie endémica de la península de Baja California.



En entrevista con la Agencia Informativa Conacyt, la investigadora expuso que su estudio se centra en los hemocitos, células presentes en invertebrados como la almeja de sifón, que tienen la función de proteger el organismo de cualquier patógeno.

Explicó que, a diferencia del sistema inmune humano, el sistema de los bivalvos es innato, es decir, que no tienen memoria inmune, por lo que cada vez que se enfrentan a un patógeno tienen que repetir todo el procedimiento de defensa, desde reconocerlo como una amenaza hasta eliminarlo.

“En nuestro caso, cuando nos enfermamos, nuestras células registran qué es lo que hay y cuando se vuelva a presentar ese patógeno, ya saben lo que hay que hacer para

eliminarlo, pero en el caso de las almejas que no tienen memoria inmune, eso no sucede”, apuntó.

Ante un patógeno, los hemocitos de la almeja de sifón lo identifican como algo extraño y lo envuelven para aislarlo, un proceso al que se le denomina fagocitosis.

“Una vez envuelto y ya que se lo comieron, producen radicales de oxígeno y de nitrógeno, tóxicos para los patógenos y con eso lo que hacen es matarlo, y una vez muerto se degrada y elimina”, refirió la doctora Sheila Castellanos.

#### *Forma y función*

Derivado de la caracterización morfológica en la que trabaja, la investigadora del IIO ha encontrado que —en términos generales— los hemocitos se dividen en dos tipos: los hialinocitos y los granulocitos.

Detalló que los hialinocitos son células que presentan en el citoplasma pocos gránulos o ninguno, a diferencia de los granulocitos, que se caracterizan por sus gránulos abundantes.

Dijo que aunque esta es la diferencia más notoria en la morfología de los hemocitos, también se analizan otros aspectos como la proporción del núcleo respecto al resto de la célula.

## Trabajo en el laboratorio con *Panopea globosa*. Crédito IIO.



### Una especie de Baja California

La almeja de sifón o almeja globosa (*Panopea globosa*) es una especie que se distribuye desde el golfo de California, al norte de la península, hasta Bahía Magdalena, en Baja California Sur. Es de concha delgada y frágil, de forma redondeada de color gris claro a oscuro, con un sifón corto, grueso y oscuro.

Su hábitat es en la zona intermareal y en profundidades hasta de 110 metros, con temperaturas entre ocho y 32 grados Celsius; se alimenta de fitoplancton.

Fuente: Comité Estatal de Sanidad Acuícola e Inocuidad de Baja California (CESAIBC).

Además de las formas de los hemocitos, la doctora Sheila Castellanos estudia las funciones de cada tipo celular y para ello trabaja con organismos vivos, muestras que se toman en San Felipe, Baja California.

“Traemos a los organismos, se aclimatan a 20 grados, que es la temperatura a la que hemos visto que los animales están relajados y su fisiología funciona perfectamente. De esta manera, evitamos que haya una respuesta inmune alterada”, mencionó.

**Dra. Sheila Castellanos. Crédito IIO.** Ya que los organismos han superado el periodo de estrés por el traslado y cambio de ambiente, se les extrae la hemolinfa, un líquido equivalente a la sangre de los humanos, y se separan las células para hacer pruebas y monitorear el tiempo que estas células viven.

Sheila Castellanos Martínez indicó que después de que obtienen las células, las exponen a una partícula que simula una infección por hongos, con lo que las estimulan para que inicie el proceso de fagocitosis y así evaluar si los dos tipos de células son capaces de realizar este proceso.



“Hacemos una preparación para ver en el microscopio, las células se tiñen y después toca contar cuántas de estas partículas hay dentro de cada célula, de esa manera podemos saber primero si todas las células fagocitan partículas y cuántas partículas puede fagocitar cada tipo celular, para tener una idea de cuáles son las células más activas en la defensa inmune”, describió.

Conocer la forma y el funcionamiento de las células del sistema inmune de la almeja de sifón, además de su valor como información biológica, puede ser útil en procedimientos de acuicultura o para generar indicadores del cambio climático en el mar, ya que se ven alterados ante cambios en el ambiente, por ejemplo, el aumento de la temperatura.

## ***WILDFIRES OF THE PAST***

*EU scientists have studied fossil records to understand wildfire activity in the Earth's past. By doing so, they have improved our understanding of the wildfires we can expect in the future.*



Scientists expect that climate change will alter the distribution and occurrence of wildfires.

One way to study the interaction between fire and climate is by researching past fires from periods of different climates. To reconstruct ancient fire records, scientists have mostly relied on an abundance of fossilised charcoal as a measure of past wildfire activity. However, factors other than fire activity influence fossilised charcoal abundance. This therefore makes it difficult to relate charcoal abundance back to fire activity.

Researchers from the EU-funded PYROMAP (Palaeofire danger rating maps and Earth's last major global warming event) project took up this challenge by investigating how fossilised charcoal particles are formed. They also researched an alternative method for estimating past fire activity.

By studying the shapes of fossilised charcoal particles, the scientists found three factors that affect their formation: the vegetation type the charcoal came from; the dynamics of the fire that created it; and how long it was transported for.

These three factors also influence how much charcoal is deposited in fossil records. Therefore, the shape of a fossilised charcoal particle can tell researchers about its formation and how to interpret its abundance in fossil records.

This shows that scientists studying past fire activity should assess not only the abundance of fossilised charcoal but also its shapes.

The PYROMAP researchers also looked at using fossilised leaves from a specific location to infer information about its climate in the past. This in turn can inform them about the risk of a wildfire forming there at that time.

These findings improve our ability to interpret fossilised charcoal abundance and to quantify past fire activity. This will help researchers understand wildfire activity in the future, under the influences of climate change.

**PYROMAP**

Coordinated by the University of Exeter in the United Kingdom.

Funded under FP7-PEOPLE.

<http://cordis.europa.eu/project/rcn/102818>

research eu

R E S U L T S M A G A Z I N E N°64

JULY 2017



## Convocatorias y temas de interés

- **V Muestra Internacional del Audiovisual en Ciencias de la Salud.** El Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas, Infomed, la Sociedad Cubana de Educadores en Ciencias de la Salud del Ministerio de Salud Pública de la República de Cuba, la Organización Panamericana de la Salud y la Facultad de Comunicación Audiovisual convocan a la **Videosalud 2017**, a celebrarse del 7 al 10 de noviembre de 2017 en La Habana, Cuba.
- **International Conference on Biorefineries and Biobased Industries for Clean Energy** Madrid, Spain.
- Geological Remote Sensing Group (GRSG) 28th International Annual Conference ‘Applied Geological Remote Sensing’ Dates: 13th to 15th December 2017. Venue: Jupiter Hotel, Lisbon, Portugal. The Geological Remote Sensing Group (GRSG) is pleased to announce the 28th Annual Conference ‘Future of Geological Remote Sensing: ‘Applied Geological Remote Sensing’ will be held at the Jupiter Hotel in Lisbon, Portugal. [agm@grsg.org.uk](mailto:agm@grsg.org.uk) / <https://www.grsg.org.uk/events/grsg-28th-international-annual-conference-applied-geological-remote-sensing/>
- **IV Conferencia Científica Internacional de la UNISS "YAYABOCIENCIA 2017"**. 22-24 nov. Sancti Spiritus Univ. de Sancti Spiritus. Havanatur Dr.C. Naima Ariatne Trujillo Barreto. Comunicaciones: Lic. Jany Rosa Romero Telef.: +53- 041-32 6186 / [jrosa@uniss.edu.cu](mailto:jrosa@uniss.edu.cu) / Web: [www.uniss.edu.cu](http://www.uniss.edu.cu)
- **IX Encuentro Internacional de Investigadores y Estudiosos de la Información y la Comunicación ICOM 2017.** 23-27 nov. La Habana, Palacio de Convenciones Cubatur Dr. Raúl Garcés Corra [decano@fcom.uh.cu](mailto:decano@fcom.uh.cu) Dra. Zenaida Costales Pérez, [postgrado@fcom.uh.cu](mailto:postgrado@fcom.uh.cu) [www.fcom.uh.cu](http://www.fcom.uh.cu) [www.icomcuba.com](http://www.icomcuba.com)
- **XVIII Reunión de la Comisión Hidrográfica.** Mesoamericana y del Mar Caribe 27-nov. 2-dic. Dr. Cándido Alfredo Regalado Gómez teléfono. (+53)72090926 / [hg@unicom.co.cu](mailto:hg@unicom.co.cu)
- **22 Conferencia de Química.** 29-nov. 1-dic. Santiago de Cuba Hotel Meliá Santiago Havanatur Dra. Martha Mesa Valenciano. Rectora. Telef: +53-22-643451 y 641701, [coordinadoreventos@uo.edu.cu](mailto:coordinadoreventos@uo.edu.cu) <http://www.convenciones.uo.edu.cu/index.php>
- **Acid rain** - *Global Warming 2017 (Belgium).*
- **Acquatic ecology** - *Ecology Ecosystems 2017 (USA).*
- **Advancements in Solar Technology** - *Solar Energy 2017 (Spain).*
- **Agriculture waste recycling** - *Recycling Expo-2017 (Spain).*

---

- **Air Pollution & Treatment** - *Pollution Control 2017 (UK).*
- **Animal ecology** - *Ecology Ecosystems 2017 (USA).*
- **Anthropogenic causes** - *Global Warming 2017 (Belgium).*
- **Anthropogenic Role in Climate Change** - *Earth Science-2017 (France).*
- **Artificial Photosynthesis** - *Solar Energy 2017 (Spain).*
- **Astronomy and Space Sciences** - *Earth Science-2017 (France).*
- **Atmospheric Sciences and Meteorology** - *Earth Science-2017 (France).*
- **Biobased Industry** - *Biorefineries 2017 (Spain).*
- **Biodiversity** - *Biodiversity-2017 (UAE).*
- **Biodiversity** - *Ecology Ecosystems 2017 (USA).*
- **Biodiversity and Food Security** - *Biodiversity-2017 (UAE).*
- **Biomass Sources** - *Biorefineries 2017 (Spain).*
- **Bioplastics** - *Plastic Recycling 2017 (Switzerland).*
- **Carbon Sequestration** - *Global Warming 2017 (Belgium).*
- **Carbon Solar Cells** - *Solar Energy 2017 (Spain).*
- **Chemical Ecology** - *Ecology Ecosystems 2017 (USA).*
- **Chemical waste recovery** - *Recycling Expo-2017 (Spain).*

- **Circulatory Economy** - *Recycling Expo-2017 (Spain)*.
  - **Climate Change** - *Earth Science-2017 (France)*.
  - **Climate Change and Global Warming** - *Biodiversity-2017 (UAE)*.
  - **Climate change and Global warming** - *Global Warming 2017 (Belgium)*.
  - **Climate Change Mitigation and Adaptation** - *Earth Science-2017 (France)*.
  - **Climate Finance** - *Earth Science-2017 (France)*.
  - **Coastal Ecology and Ecosystems** - *Ecology*.
  - **International Conference on Microbial Ecology**. Sept 18-20, 2017 Toronto, Canada.
- Recommended Global MICROBIOLOGY Conferences USA & Americas**
- Water Microbiology-2017, USA.
  - Virology 2016, USA.
  - Viral Outbreaks 2017, USA.
- Europe & Middle East**
- Virology Congress 2017, UK.
  - Pharma Microbiology 2017, UK.
  - Mycotoxins2017, Netherlands.
- Asia Pacific**
- Virology Asia 2017, Singapore.
  - Microbial Engineering 2017, China
- **V Simposio Argentino de Ictiología. PRIMERA CIRCULAR**, "Aportes de la ictiología al desarrollo sustentable". [vsaicorrientes@gmail.com](mailto:vsaicorrientes@gmail.com)
  - **Octubre**. XVI Congreso de Acuicultura. 3 al 5 de octubre de 2017. Paraninfo de la Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España. Información: <http://www.seacongresos.org/> [sea.org.es@gmail.com](mailto:sea.org.es@gmail.com)

Estimad@s amgi@s de ICTIOBOL,

El I Congreso Boliviano de Ictiología ("De los Peces a la Gestión Pesquera") se realizará en la ciudad de Cochabamba, Bolivia, del 26 al 28 de Octubre 2017. La fecha para el envío de resúmenes fue extendida hasta el 15 de septiembre 2017 !!!

Les invitamos a visitar la página del congreso, <http://ictiologiabolivia2017.wordpress.com>, o escribir a [ictiologiabolivia2017@gmail.com](mailto:ictiologiabolivia2017@gmail.com).

Adjunto el afiche del congreso. Para su información también adjuntamos la Tercera Circular.

Un saludo,

Comité Organizador

## Eventos y convocatorias de ciencia, tecnología e innovación en México

1. **Curso "Buenas prácticas aplicadas al proceso de producción de tequila"**
2. **Diplomado de Inocuidad Alimentaria en Línea**
3. **Suma Ciencia, actividades de divulgación**
4. **Cursa la Maestría Profesionalizante en Ecología Internacional**
5. **Convocatoria para estudiar la Maestría Población y Desarrollo**
6. **3er Diplomado "Restauración Ecológica y manejo de silvícola de manglares"**
7. **5o Diplomado Teorías y práctica de la Antropología Social**
8. **Museo Móvil Interactivo ;Vive la Ciencia! en el Bosque de Tláhuac**
9. **Diplomado de Gobernanza de la Cooperación Internacional y Transfronteriza para el Desarrollo Local: gestión, procesos e innovación**
10. **1er Programa de residencia para periodistas de ciencia, salud, tecnología y medio ambiente**

## Calidad de agua en el cultivo de la Tilapia Nilótica GIFT 13-12 en jaulas flotantes destinada al consumo de la población

María Aurora Pis; Gilma Delgado Miranda; Maylee Pozo; Mayelín Fuentes; Manuel Rubio.  
Centro de Investigaciones Pesqueras.  
Calle 246 No 503 entre 5ta Ave y Mar,  
Santa Fe, Municipio Playa.  
CP 19100. La Habana, Cuba.  
[mapis@cip.alinet.cu](mailto:mapis@cip.alinet.cu)

**Resumen:** Se evaluó la calidad del agua durante todo el cultivo de Tilapia nilótica GIFT 13-12 cultivada en jaulas en la presa La Cidra, provincia Matanzas, Cuba. Se tomaron muestras dentro y fuera de las jaulas: de alevines; primera ceba y ceba final (3 y 10 m respectivamente de profundidad), determinándose pH, amonio, fósforo, nitritos, DQO, sólidos totales, alcalinidad, dureza total, metales pesados, Coliformes totales y fecales; *Escherischia coli* y fitoplancton. Los resultados obtenidos de las variables físico-químicas y microbiológicas se encontraron dentro de los límites establecidos en la NC 25:1999, en la Sociedad Latinoamericana de Acuicultura (SLA, 2009) y Estándares de Calidad de Agua internacionales para aguas de buena calidad para cultivo de especies dulceacuícolas. La composición del fitoplancton en todas las jaulas estuvo expresado por los grupos: Cyanophytas, Chlorophytas, Chromophytas, Dinophytas y Euglenophytas, siendo las más representativas las dos primeras con más de un 80 % de las especies. Se identificaron 14 géneros, por las Cyanophytas la *Gomphosphaeria* sp resultó la más abundante con una densidad >33 % en todos los puntos, debido a su característica de formadora de colonias y por las Chlorophytas los géneros *Pediastrum* y *Scenedesmus* fueron los más abundantes. La poca abundancia y composición de las diatomeas, se debió a las bajas concentraciones de nutrientes del acuatorio. En general el agua de la presa La Cidra reúne los requisitos para un buen desarrollo de la tilapia GIFT 13-12 en jaulas, lo que permite obtener productos de buena calidad para consumo humano.

**Palabras clave:** calidad agua, cultivo tilapia en jaulas, tilapia GIFT 13-12.

**Abstract:** Water quality was assessed throughout of harvested in cages of Tilapia Nilotica GIFT 13-12 in the La Cidra dam, Matanzas province, Cuba. Samples were taken in and out of cages: fry; first fattening and end fattening (3 and 10 m deep respectively) determining pH, ammonia, phosphorus, nitrite, COD, total solids, alkalinity, total hardness, heavy metals, *total and fecal Coliforms*; *Escherischia coli* and phytoplankton. The results of the physico-chemical and microbiological variables were within the permissible limits established in NC 25: 1999, Latin American Society of Aquaculture (SLA 2009) and Quality Standards International Water for good quality water for harvest freshwater species. Phytoplankton composition in all cages was expressed by groups: Cyanophytas, Chlorophyta, Chromophytas, Dinophytas and Euglenophytas, the most representative being the first two with more than 80 % of species. 14 genera were identified by the *Gomphosphaeria* the Cyanophytas sp was the most abundant with density > 33 % at all points, due to its characteristic of forming colonies and the Chlorophyta genera *Scenedesmus* *Pediastrum* and were the most abundant. The low abundance and composition of diatoms, was due to the low concentrations of nutrients. In general, the water of La Cidra dams have appropriate conditions for a good development of GIFT 13-12, which allows to obtain products of good quality for human consumption .

**Keywords:** water quality, growing tilapia in cages, tilapia GIFT 13-12.

## **Introducción**

La sostenibilidad en la cría de peces que abarque la trazabilidad de todo el proceso de cultivo hasta el impacto medio ambiental resulta novedoso y muy importante en la actualidad, En el sector de la acuicultura hay varias cuestiones que guardan relación directa con la salud y la seguridad., además de la aplicación de un seguimiento obligatorio de los peces de principio a fin de su ciclo vital que garantice su seguridad, mediante un ajuste de los piensos para mejorar su contenido de nutrientes y la complementación con la mejora en la medición de los contaminantes, la certificación de la producción acuícola y la formulación de buenas prácticas (CORDIS, 2003).

Por otra parte el cultivo de peces en jaulas fue iniciado desde principios de siglo por pescadores del Sureste asiático para mantener vivos por cortos períodos de tiempo los peces que iban cosechando e ir aumentando su tamaño de forma controlada. En la actualidad esta técnica es practicada en muchos países del mundo y resulta una industria próspera a pesar de que pueden producirse inconvenientes por lo que el control a lo largo del cultivo ha de ser riguroso.

En condiciones de cultivo intensivas el deterioro de la calidad del agua debido a las altas tasas de alimentación y los desperdicios generados por los peces son el principal factor limitante para este tipo de producción. La tilapia es generalmente resistente a las enfermedades durante la fase de engorde bajo condiciones de cultivo adecuadas. Una calidad de agua deteriorada, manipuleo de los peces, o temperaturas bajas pueden incrementar el potencial de infecciones parasíticas y/o bacterianas. En las etapas de alevines y juveniles, son más susceptibles a brotes de enfermedades que pueden dar pie a mortalidades importantes. Algunas de las enfermedades comunes incluyen infestaciones de protozoos en la piel o branquias, e infecciones bacterianas como resultado del manipuleo o estrés ambiental. (McGee & Velasco. s.f.)

En la presa La Cidra de la provincia de Matanzas se lleva a cabo el cultivo de la tilapia nilótica GIFT 13-12 mejorada genéticamente. Su cultivo se lleva a cabo en jaulas flotantes por lo que el objetivo del presente trabajo fue realizar un estudio de la calidad de agua desde el punto de vista físico-químico, microbiológico, parasitológico, presencia de contaminantes, y desarrollo de fitoplancton desde su siembra en alevines en las jaulas hasta que los ejemplares están listos para su procesamiento industrial, lo cual permite un control estricto de su calidad para el consumo humano.

## **Materiales y métodos**

Se realizó muestreo a la presa La Cidra de la provincia Matanzas donde se cultiva la tilapia GIFT 13-12 en jaulas flotantes. Se tomaron muestras de agua dentro y fuera de las jaulas en: jaula de alevines; jaula de primera ceiba (3 m) de profundidad y en jaulas de ceiba (10 m) de profundidad. Se realizaron determinaciones de pH, amonio, fósforo, nitritos, D.Q.O., sólidos totales, Alcalinidad, Dureza Total, siguiendo las técnicas descritas en FAO 1975 y APHA, 1998; los metales pesados según técnicas de fluorescencia de rayos X dispersiva por energía y polarografía; Coliformes totales, fecales y *Escherischia coli* mediante las normas cubanas establecidas (APHA 1998, NC ISO 4833: 2011 ; NC ISO 6888-1:2003; NC ISO 7251: 2011; NC 38-02-14; 1989; NC ISO 6579: 2008). Se tomaron muestras para la determinación

de abundancia y clasificación del fitoplancton y para esto último se utilizaron las claves de Licea *et al.*, 1995 y Tomas (1997), y los datos se agruparon por grupos taxonómicos. Se tomaron muestras de pescados para verificar la calidad microbiológica de los mismos ya listos para su envío a la industria

## **Resultados y discusión**

Los resultados obtenidos mostraron que el pH se mantuvo entre 6.8 y 7.1, en todas las jaulas muestreadas con una temperatura del agua entre 28 y 30 °C, similar a lo reportado para presas de Sinaloa donde el O.D. se mantuvo entre 3.68 y 6.97 mg/L con una temperatura entre 28 y 33 °C (Soto Rodríguez, 2009)

Reportes de la empresa promediaron valores O.D. superiores a 3 mg/L. La literatura reporta que la tilapia puede sobrevivir a niveles tan bajos como 0.6 mg/L de oxígeno disuelto por periodos cortos de tiempo y que niveles de 2.0 mg/L son suficientes para prevenir un estrés significativo en los animales por lo que los niveles reportados no afectan al buen desarrollo de la especie en la presa en estudio.

En relación a los parámetros químicos, el amonio sufrió un aumento significativo en el agua dentro de la jaula de los alevines de 0.054 a 0.12 mg/L, el nitrito aumentó significativamente también dentro de la jaula de la primera ceba de 0.037- 0.08 mg/L, mientras que el fósforo inorgánico se mantuvo sin variaciones significativas entre las jaulas muestreadas y la D.Q.O. con valores muy por debajo de 15 mg/L según lo establecido. Como puede verse en la Tabla 1.

Los resultados obtenidos de estos indicadores estudiados se encontraron dentro de lo establecido para un agua de buena calidad para el cultivo de especies de agua dulce según la norma cubana establecida (NC 25, 1999); a pesar de detectarse aumentos significativos de las concentraciones de amonio y nitritos en el agua dentro de las jaulas de alevines y primera ceba respectivamente.

La dureza total en el agua de esta presa estuvo muy por debajo de los valores recomendados lo que indica una baja presencia de iones carbonatos en el agua; sin embargo los valores de alcalinidad estuvieron todos por encima de 60 mg/L lo que garantiza el poder tampón que impide las fluctuaciones de pH producidas por los procesos fotosintéticos en la presa y que afectan el buen desarrollo del pez. Al comparar los resultados obtenidos con los límites propuestos por la Sociedad Latinoamericana de Acuicultura (SLA) (Chávez, 2009) para el agua destinada al cultivo de especies de agua dulce, en todas las jaulas se obtuvieron concentraciones de estos indicadores físico-químicos dentro de los rangos recomendados para el agua dulce y el cultivo de peces; así como dentro de los rangos óptimos reportados en el Manual de Producción de Tilapia (Moreno, 2013). En presas donde se cultiva tilapia en jaulas se reportan niveles similares de amonio, nitritos, y algo superiores de fósforo a los obtenidos en la Cidra, concluyéndose que las mismas no afectan el buen desarrollo de la especie cultivada en estas condiciones (Kubitzi, 2009).

**Tabla 1.-** Indicadores Físico-químicos del agua en la presa La Cidra en el cultivo de la tilapia GIFT 13-12 en jaulas flotantes.

Jaula	Posición	pH	Amonio mg/L	Nitrito mg/L	Fósforo mg/L	DQO mg/L	Sol. Tot. mg/L	Dureza Tot. mg/L	Dureza Ca mg/L	Alcalinidad mg/L
Alevinaje 3 m	FJ	6.8	0.054	0.029	0.062	3.76	3.41	0.9	0.5	84
	DJ	6.8	0.12	0.029	0.065	3.95	3.29	1.0	0.54	80
ceba 3 m	FJ	7.1	0.072	0.037	0.05	4.51	2.82	0.7	0.48	75
	DJ	6.8	0.074	0.08	0.065	4.51	3.41	0.8	0.48	84
ceba 10 m	FJ	6.8	0.054	0.027	0.072	3.75	2.56	1.14	0.7	82
	DJ	6.8	0.054	0.026	0.075	4.89	3.02	0.96	0.56	80
ceba 10 m	FJ	6.8	0.058	0.026	0.07	4.14	2.80	0.7	0.4	82
	DJ	6.8	0.056	0.026	0.075	4.7	2.59	1.12	0.46	70
NC 25: 1999		6.5-8.5	1.0	0.1	0.1	< 15	-	-	-	-
SLA*		7- 9	0 -1.04	0.003-0.330	0.033-0.1	-	-	125-590	-	10-60
ECA**		-	-	-	-	-	-	-	-	> 20

FJ: fuera de jaula; DJ: dentro de jaula \* SLA Sociedad Latinoamericana de Acuicultura \*\*ECA Estándares de Calidad Ambiental

En la Tabla 2 se observan los valores de metales pesados detectados en el agua en las diferentes jaulas ensayadas.

**Tabla 2.-** Metales pesados en el agua de la presa La Cidra durante el cultivo en jaulas de la tilapia GIFT 13-12.

Jaulas / conc. mg/L	Alevines	1ra ceba	Ceba 10 m	SLA	ECA
<b>Pb</b>	< 0.0014	< 0.0014	< 0.0014	0.00-0.02	0.03
<b>Hg</b>	< 0.001	< 0.001	< 0.001		0.0005
<b>Fe</b>	0.1591	0.1282	0.0598	0.00-0.20	
<b>Cu</b>	< 0.0019	< 0.0019	< 0.0019	0.00-0.02	0.02
<b>Zn</b>	< 0.0014	< 0.0014	< 0.0014	0.2-4.0	0.03
<b>Cr</b>	< 0.0031	< 0.0031	< 0.0031	0.00-0.01	0.04
<b>Co</b>	< 0.0014	< 0.0014	< 0.0014	-	-

\*SLA Sociedad Latinoamericana de Acuicultura \*\*ECA Estándares de Calidad Ambiental

Todos los valores se encontraron inferiores a los límites máximos permisibles en diferentes normas tanto nacionales como internacionales lo cual reduce el riesgo de afectación del cultivo tal y como se expone en la literatura (NICOVITA 2001). En el caso del Fe los mayores valores se encontraron en el agua de la jaula de alevines y los menores en la de ceba final, lo cual resulta conveniente si se tiene en cuenta que los alevines se encuentran en etapa de crecimiento y desarrollo necesitando un alimento muy proteico y energético para esto.

En la Tabla 3 aparecen los resultados de los análisis microbiológicos en el agua de las diferentes jaulas. La calidad microbiológica del agua tanto dentro como fuera de las jaulas fue buena, lo cual resulta conveniente pues reduce el riesgo de proliferación de patógenos oportunistas que provoquen un brote infeccioso en los peces cultivados (Soto Rodríguez, 2009), más si estos se encuentran dentro de jaulas. Todos los valores de los indicadores microbiológicos estudiados se encontraron muy por debajo del límite máximo establecido en la Norma Cubana establecida a tal efecto (NC 25:1999) y de lo recomendado Internacionalmente en los Estándares de Calidad Ambiental, lo que favorece el buen desarrollo de la especie en todo su ciclo de cultivo.

**Tabla 3.-** Indicadores microbiológicos del agua de la presa La Cidra durante el cultivo de tilapia GIFT en jaulas flotantes.

<b>Jaula</b>	<b>Coliformes Totales NMP/100 mL</b>	<b>Coliformes Fecales o Termotolerantes NMP/100 mL</b>	<b><i>Escherichia coli</i> NMP/100 mL</b>
<b>Alevinaje 3m</b>	50	11	2
<b>ceba 3 m</b>	11	4	4
<b>ceba 10 m</b>	33	7	2
<b>ceba 10 m</b>	26	7	4
<b>NC 25: 1999</b>	$< 5 \times 10^3$	-	-
<b>ECA</b>	$3 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	-

\*\*ECA Estándares de Calidad Ambiental

El análisis del fitoplancton mostró la presencia de *Cyanophytas*; *Chlorophytas*, *Chromophytas*; *Dinophytas* y *Euglenophytas*, siendo las dos primeras las más representativas en todas las jaulas con más del 80 % de las especies.

Se identificaron un total de 14 géneros; por las *Cyanophytas*: la *Gomphosphaeria* sp fue la más abundante en cuanto a densidad con más de un 33 % en todos los puntos muestreados, debido

fundamentalmente a su característica de formadora de colonias. Por las *Chlorophytas*, los géneros *Pediastrum* y *Scenedesmus* fueron los más abundantes.

Se observó poca presencia, tanto en abundancia como en composición, de las diatomeas lo cual puede ser debido a las bajas concentraciones de nutrientes observadas en este acuatorio, pues las mismas son identificadoras de aguas fuertemente mineralizadas, con elevadas concentraciones iónicas.

Al analizar los ejemplares capturados en esta presa de tilapia GIFT 13-12 de talla comercial después de su cultivo en jaulas y para su envío al procesamiento industrial, se observó que los mismos presentaban una calidad microbiológica acorde con lo dispuesto en la Norma Cubana de referencia (NC 585: 2015) (Tabla 4), lo que refiere las buenas condiciones del cultivo y que garantiza la calidad del producto final obtenido.

**Tabla 4.-** Calidad microbiológica de la tilapia GIFT 13-12 cultivada en jaulas flotantes La Cidra.

<b>Pescado</b>	<b>mo a 30° C (ufc/g)</b>	<b>Coliformes Fecales (NMP/g)</b>	<b><i>Escherichia coli</i> (NMP/g)</b>	<b><i>V. cholerae</i></b>	<b><i>V. Parahemolíticus</i></b>	<b><i>Salmonella</i></b>
<b>1</b>	3.1 x 10 <sup>2</sup>	> 0.3	< 0.3	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>2</b>	3.8 x 10 <sup>3</sup>	> 0.3	< 0.3	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>3</b>	2.1 x 10 <sup>3</sup>	> 0.3	< 0.3	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>4</b>	4.7 x 10 <sup>2</sup>	> 2.4	< 0.3	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>5</b>	8.1 x 10 <sup>2</sup>	> 0.3	< 0.3	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<b>NC 585: 2015 (17)</b>	10 <sup>5</sup> - 10 <sup>6</sup>	0.3 - 2.1	< 0.3	Ausencia	Ausencia	Ausencia

### **Conclusiones y Recomendaciones**

El agua de la presa La Cidra de la provincia Matanzas posee las características físicas, químicas, microbiológicas; así como composición y abundancia del fitoplancton capaz de asegurar la producción de Tilapia Nilótica GIFT 13-12 mejorada genéticamente en jaulas flotantes, que desde su cosecha en granja hasta su envío para procesamiento industrial, sea capaz de garantizar la calidad e inocuidad de los productos elaborados a partir de ella para el consumo humano.

Los resultados de esta primera experiencia del cultivo de tilapias en jaulas flotantes permiten recomendar la práctica del cultivo en jaulas flotantes de este tipo de peces a otros embalses del país con vistas a la obtención de un pescado de la mejor calidad, aumentando de esta forma su consumo por parte de la población.

## Agradecimientos

A todo el personal de la presa La Cidra por su colaboración y apoyo en la elaboración de este trabajo.

## Referencias

- APHA. 1998. Standard Methods for The examination of water and wastewater. Edition 20TH.
- Chávez, J. 2009. Valores químicos en acuicultura Parámetros químicos usados en acuicultura. SLA. Valores\_quimicos\_en\_acuicultura.
- CORDIS 2003. Aplicación del enfoque «de la granja a la mesa» a la acuicultura. CORDIS Bélgica. Disponible en: [http://cordis.europa.eu/result/rcn/89304\\_es.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/89304_es.html)
- ECA. 2008. Grupo Gesta Agua. Estándares de Calidad Ambiental para Agua. Grupo No 4. Conservación de Ambiente Acuático. Decreto Supremo N° 002-2008 MINAN, Perú.
- FAO. 1975. Manual of methods in aquatic environment research. Part. 1., 1975. Method of detections, measurement and monitoring of water pollution. FAO. Fish. Tech. Paper. (1937) pp 135, 137, 138,145 and 154.
- Kubitzia, F. 2009. Producción de tilapias en estanque encavados en tierra. Estrategias avanzadas de manejo. Disponible en:[http://www.agroindustria.gob.ar/site/pesca/acuicultura/01=cultivos/01-especies/\\_archivos/000008-tilapia/100331\\_Producci%C3%B3n%20de%20tilapia%20en%20estanques%20excavados%20en%20tierra.pdf](http://www.agroindustria.gob.ar/site/pesca/acuicultura/01=cultivos/01-especies/_archivos/000008-tilapia/100331_Producci%C3%B3n%20de%20tilapia%20en%20estanques%20excavados%20en%20tierra.pdf)
- Licea, S.; Moreno, J. L; Santoyo, H. y G. Figueroa. 1995. Dinoflagelados del Golfo de California, Impresiones Integradas del Sur, UABCS, México, 1995, 166 pp.
- McGee, M. & M. Velasco. s.f. Acuicultura de Tilapia y Pangasius; Un Avalúo Comparativo. Disponible en:[http://www.caribefish.com/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=78%3Aacuicultura-de-tilapia-y-pangasius-un-avaluo-comparativo&catid=19%3Aaquaculture-information&Itemid=76&lang=en](http://www.caribefish.com/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=78%3Aacuicultura-de-tilapia-y-pangasius-un-avaluo-comparativo&catid=19%3Aaquaculture-information&Itemid=76&lang=en)
- Moreno C. 2013. Manual de producción de tilapia. México. Disponible en: <http://es.slideshare.net/JCAMILOMOR/manual-de-produccion-de-tilapia>
- NICOVITA. 2001 Manual de crianza de Tilapia. Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf
- Norma Cubana NC 38-02-14: 1989. Determinaciones cuantitativas de Coliformes fecales. CEN, Cuba
- Norma Cubana NC 25: 1999. Evaluación de los objetos hídricos de uso pesquero. Especificaciones. CEN, Cuba.
- Norma Cubana NC ISO 6888-1: 2003. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal.- Método horizontal para la enumeración de *Staphylococcus coagulasa positiva*. (*Staphylococcus aureus* y otras especies). Parte 1: Técnica utilizando el medio Agar Baird Parker. CEN, Cuba
- Norma Cubana NC ISO 6579: 2008: Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Método horizontal para la detección de *Salmonella spp.* CEN, Cuba
- Norma Cubana NC ISO 4833: 2011: Microbiología de Alimentos de consumo humano y animal.- Guía general para la enumeración de microorganismos.- Técnica de conteo de colonias a 30°C, CEN, Cuba
- Norma Cubana NC ISO 7251: 2011. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal.- Método horizontal para la detección y enumeración de *Escherichia coli* presuntiva.- técnica numero más probable. CEN, Cuba
- Norma Cubana NC 585: 2015. Calidad microbiológica de pescados y productos pesqueros. CEN, Cuba
- Soto Rodríguez, S. 2009. Calidad del agua y bacterias presentes en tilapia cultivada. Investigación en presas de Sinaloa. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Unidad Mazatlán.

Fundación Produce Sinaloa, A.C. 2009. Disponible en:

<http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/810/Calidad%20del%20agua%20y%20bacterias%20presentes%20en%20tilapia%20cultivada.pdf>

Tomas, C. R. 1997. Identifying marine phytoplankton. *Academic Press*, New York, USA, 1997, 858 pp.

---



— FUNDACIÓN —  
**MORICHALES**  
C O L O M B I A

## *Misión*

La Fundación Morichales de Colombia es una organización de la sociedad civil, no gubernamental, sin ánimo de lucro, en búsqueda de la restauración ambiental y conservación de los ecosistemas de la Orinoquia y Amazonia Colombiana, en función de contribuir a soluciones que permitan contrarrestar el cambio climático, proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los recursos naturales, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de tierras, humedales y detener la pérdida de biodiversidad.

**¡SEMBRAMOS VIDA!**

Visitenos en nuestra web: <http://morichales.org/>

## Consumo de oxígeno por alimentación de peces

**Carlos Alvarado Ruiz**  
Proyectos Acuícolas S.A.  
[proasa2011@gmail.com](mailto:proasa2011@gmail.com)

**Resumen:** Una tasa de consumo de 12.0 Kg / O<sub>2</sub> por hora fue registrada como valor máximo de demanda en un ensayo realizado en cuatro estanques de 500 m<sup>3</sup> de cultivo de tilapias con recambio de agua, cada tanque en promedio albergó 38.7 ton<sup>3</sup> de peces de 500 g y recibieron una tasa de alimentación del 1.4 % del peso corporal por día. La cantidad promedio de alimento suministrado fue 543.2 Kg día, el protocolo de alimentación utilizado fue de siete raciones por día. El pico de consumo se presentó doce horas posteriores a la primera alimentación.

**Palabras clave:** oxígeno disuelto, oxígeno residual, capacidad de carga, consumo.

**Abstract:** A rate of consumption of 12.0 Kg / O<sub>2</sub> per hour was recorded as maximum value of demand in a trial conducted in four ponds of 500 m<sup>3</sup> of tilapia culture raceways system each tank in average had 38.7 ton of 500 g fish, the feeding rate was 1.4 % of body weight per day. The average amount of food supplied was 543.2 Kg day, feeding protocol used was seven servings per day.

**Key words:** dissolved oxygen, residual oxygen, load capacity, consumption.

### Introducción

El consumo de oxígeno de los peces está determinado por varios factores entre ellos el tamaño del pez, la temperatura del agua, la cantidad de alimento suministrado y el caudal de agua disponible, la integración de estos parámetros permite estimar la capacidad de carga (CCa) de un estanque intensivo de alto recambio.

Varios modelos matemáticos han sido propuestos para estimar la (CCa) en sistemas de cultivo con alto recambio de agua, algunos permiten determinar la máxima cantidad de alimento que se puede suministrar a un estanque y por ende la biomasa máxima de peces por cultivar. Ejemplos de estos modelos son los de Haskell (1955), Willoughby (1968), Westers (1970), Liao (1971) Westers y Pratt (1977) y Meade (1989).

Meade (1989) introduce el concepto de oxígeno disponible que es el resultante de la diferencia entre el oxígeno disuelto y el oxígeno residual del agua circulante en el estanque, éste último representa la concentración mínima de oxígeno que se requiere en la salida del estanque y que dependerá de la especie a cultivar siendo para la tilapia mayor a 3.0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, y mayor a 5.0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> para las truchas, éstos valores de oxígeno son expresados en términos de kilogramos por día.

Sirakov y colaboradores (2011), para estimar las libras de alimento a suministrar en un raceway para cultivo de truchas consideran el caudal que ingresa al estanque en galones por minuto (GPM) y el diferencial entre oxígeno residual y disponible (mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>) y una constante de 0.054, mediante la siguiente fórmula: Libras (alimento) día = 0.054 x (caudal (GPM)) x (O<sub>2</sub> entrada – O<sub>2</sub> salida).

Westers (1981) para determinar la capacidad de carga de un estanque (CCa) utilizó una variable denominada “factor pico de respiración” que representa un valor de 1.44 y corresponde a la máxima demanda diaria de oxígeno que se presenta entre cuatro y seis horas después de finalizada la alimentación.

Para la estimación de la (CCa) de un estanque se considera también la tasa de consumo de oxígeno en función del alimento suministrado ( $\text{Kg O}_2 / \text{Kg (alimento)}$ ), éste valor de consumo es el resultante de la relación entre la energía metabólica ( $\text{Kcal / gr de alimento}$ ) y el equivalente oxicalórico ( $\text{Kcal / gr O}_2$ ).

Westers (1981) reporta para salmónidos tasas de consumo de ( $0.20 \text{ Kg O}_2 \text{ Kg alimento}$ ) y para el bagre catfish tasas entre ( $0.20$  a  $0.40 \text{ Kg O}_2 \text{ Kg alimento}$ ), mientras que (Boyd & Watten 1989) reportan para la tilapia valores de consumo de ( $0.30 \text{ Kg O}_2 \text{ Kg alimento}$ ).

Este ensayo tuvo como objetivo medir el consumo real de oxígeno por efecto de la alimentación de tilapias en términos de  $\text{Kg O}_2$  hora y el total de alimento consumido ( $\text{Kg (promedio) día}$ ), utilizando para ello cuatro estanques intensivos con alto recambio y con aireación, y así comparar el valor de consumo real de  $\text{O}_2$  ( $\text{Kg/h}$ ) y alimento ( $\text{Kg día}$ ), con respecto al valor teórico estimado a partir de los modelos matemáticos planteados por los autores citados.

## **Material y métodos**

### **Periodo de estudio**

Por un periodo de tres días se registró la tasa de consumo de alimento ( $\text{Kg / hora}$ ), el consumo total de alimento ( $\text{Kg/día}$ ) y el valor de oxígeno disuelto y residual ( $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ ) y ( $\text{Kg O}_2 \text{ hora}$ ), en cuatro estanques intensivos de engorde de tilapias.

Para mantener el nivel de oxígeno residual en la salida del estanque en valores mayores a  $3.0 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ , fueron accionados aireadores de paletas con el fin de compensar los descensos de oxígeno producto de la alimentación de los peces.

### **Estanques**

Cuatro recintos de cultivo intensivo con un área de  $500 \text{ m}^2$  cada uno fueron utilizados para evaluar el consumo de oxígeno por efecto del alimento suministrado a los peces, los estanques se caracterizaron por contar con un suministro de agua a través de entablados de madera.

Para realizar el control de datos cada estanque fue etiquetado con la letra A-B-C-D respectivamente. El caudal estimado para cada unidad fue de  $600 \text{ L/seg}$ . Cada estanque conto con tres aireadores de paletas de  $3.0 \text{ HP}$  (caballos de fuerza) de capacidad, estos mecanismos de aireación fueron utilizados para mantener el oxígeno residual del estanque en niveles mayores o iguales a  $3.0 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ .

### **Medición de Oxígeno**

Fue medido el oxígeno disuelto en la entrada y salida del estanque para la medición de este parámetro se utilizó un oxímetro modelo YSI 57B con una precisión de  $\pm 0.5 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$ . Las mediciones fueron

realizadas en un ciclo de 24 horas, con frecuencia de una lectura por hora, el primer registro se realizó a las 6:00 a.m. antes de iniciar la alimentación de los peces finalizando las mediciones a las 6:00 a.m. del día siguiente.

### **Aireadores de paletas**

Cada estanque contó con tres aireadores estos equipos fueron instalados a lo largo del estanque, colocando el primero en el 1<sup>er</sup> cuarto del estanque cerca de la entrada, el 2<sup>do</sup> a la mitad y el tercero en el 3<sup>er</sup> cuarto del estanque.

Para estimar la transferencia de oxígeno por medio de los aireadores se utilizó el valor de SAE (Standart Aeration efficiency) que expresa el suministro de oxígeno por medio de aireadores en términos de (Kg O<sub>2</sub> HP / hora ~ Kg O<sub>2</sub> KW / hora), donde KW = HP \* 0.745.

### **Cálculo del aporte de oxígeno por aireación**

Para estimar el aporte de oxígeno de los aireadores se utilizó como referencia el valor de SAE. Este valor es estimado a través de un ensayo de laboratorio bajo “condiciones estándar de operación”, donde se mide el aporte de oxígeno del aireador colocando el equipo en un ambiente controlado a una presión atmosférica de 760 mm Hg, a una temperatura de 20 °C y en un cuerpo de agua con concentraciones de oxígeno igual 0.0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> (Hicks y Johnson, 2008).

Según (Boyd, 1998) el valor de la (SAE) puede fluctuar entre 1.9-2.3 (Kg O<sub>2</sub>-kW hora) / (Kg O<sub>2</sub>-1.34 HP hora), mientras que Soderberg (1982) indica que en estanques de cultivo con concentraciones de oxígeno entre 5.0 y 7.0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> las tasas de transferencia de oxígeno (SAE) suelen ser más bajas que las reportadas para las condiciones estándar de operación.

En cultivos de trucha con altas tasas de alimentación y tensiones de oxígeno de 70 mm Hg, la tasa de transferencia (SAE) disminuye a 0.83 (Kg O<sub>2</sub>-KW hora) / (Kg O<sub>2</sub>-1.34 HP hora) por otra parte Boyd (1998) menciona que la eficiencia de transferencia (SAE) de los aireadores se ve afectada por el nivel de oxígeno y la temperatura presente en el agua del estanque, indicando que si la concentración de oxígeno en el agua del estanque es alta la (SAE) será baja, siendo que para un estanque con niveles de concentración de O<sub>2</sub> de 4.0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> y temperaturas entre 25 °C y 30 °C la (SAE) se reducirá hasta en un 50 %.

### **Suministro de alimento**

Para estimar teóricamente la cantidad de alimento a suministrar por estanque en la alimentación de la tilapia se utilizó el siguiente modelo matemático (Westers, 1981).

$$\text{Kg (alimento) día} = \frac{[\text{Kg O}_2 \text{ disuelto Diario}] - [\text{Kg O}_2 \text{ residual Diario}]}{(0.30 \text{ Kg O}_2 \text{ Kg alimento}) * 1.44}$$

## Resultados y discusión

### Consumo de oxígeno vs alimentación

La figura 1 muestra el comportamiento del consumo de oxígeno (Kg O<sub>2</sub> hora) para los cuatro estanques evaluados, para el caso del estanque A-C-D se obtuvo un pico de consumo de oxígeno a las 12.0 y 13.0 Kg O<sub>2</sub> hora, para el estanque B el pico de consumo tuvo lugar a las 9.9 horas post alimentación con un consumo de 9.5 Kg O<sub>2</sub> hora.

La cantidad de alimento consumido por día vario entre los estanques siendo de 567 Kg (A), 490 Kg (B), 552 Kg (C) y 547 Kg (D) respectivamente, éstos valores correspondieron al promedio de alimento consumido por los peces durante los tres días de ensayo.

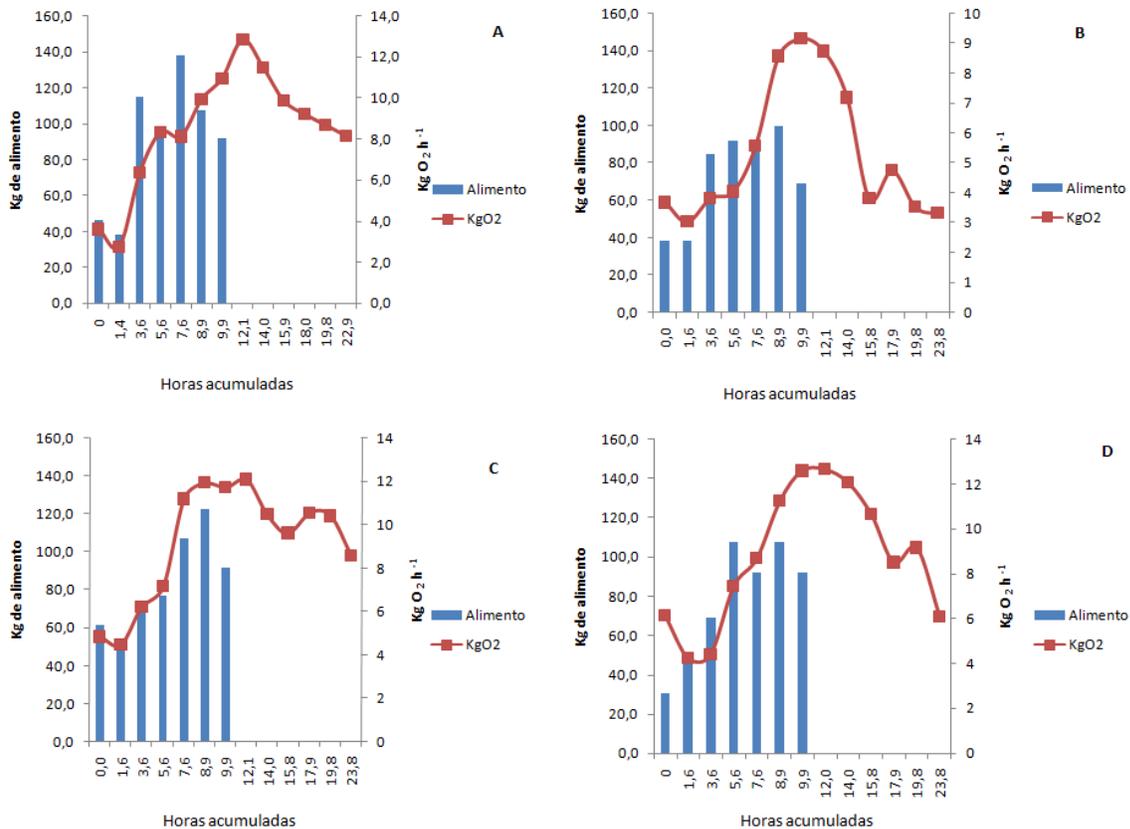
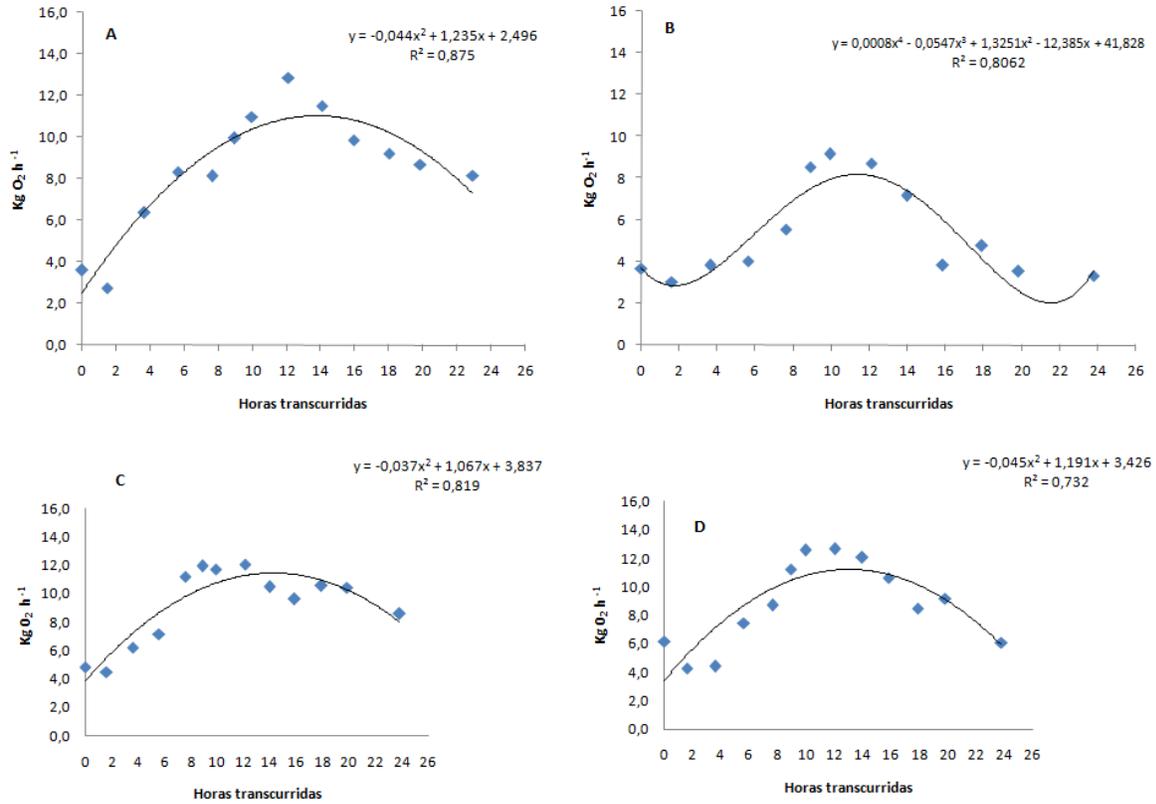


Figura 1.- Consumo de oxígeno vs alimento suministrado.

### Consumo máximo de oxígeno

En los cuatro estanques evaluados (A-B-C-D) se presentó un pico de consumo de oxígeno entre 10 y 12 horas posteriores a la primera alimentación, con una marcada tendencia al descenso del consumo del

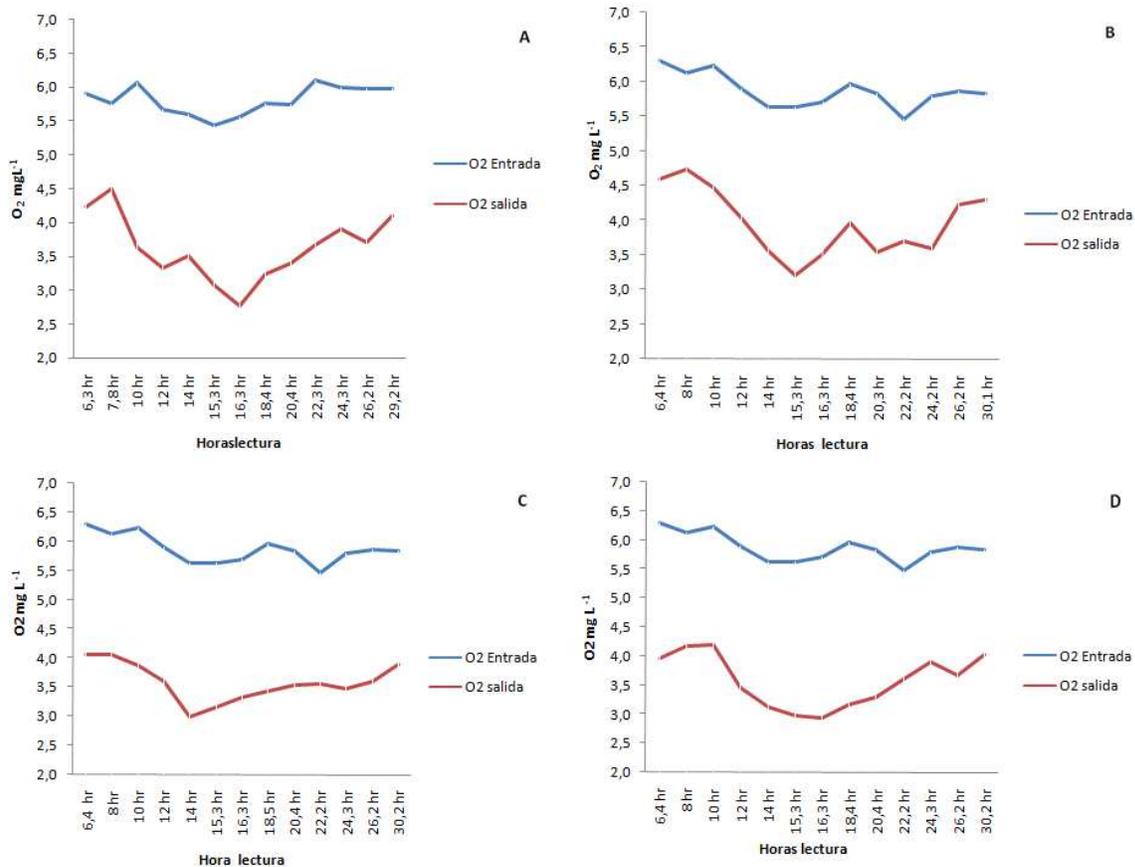
oxígeno posterior a las 12 horas registrándose los más bajos consumos al completarse un ciclo de 24 horas (Figura 2).



**Figura 2.-** Tasa de consumo de oxígeno post alimentación estanques.

### Perfiles de oxígeno

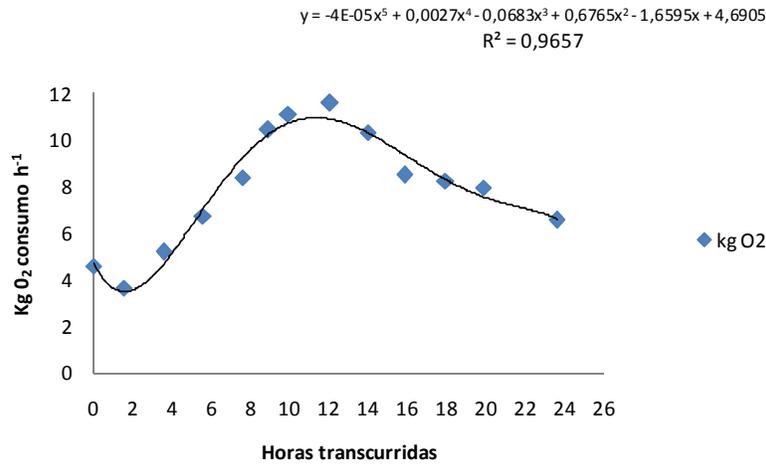
Durante el periodo de estudio el oxígeno disuelto en la entrada de los estanques fluctuó entre 5.5 y 6.5 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, mientras que el oxígeno residual se mantuvo en 3.0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> excepción del tanque (A) que registró un valor de 2.8 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup> durante una de las mediciones realizadas (Figura 3).



**Figura 3.-** Perfil de oxígeno en la entrada y salida del estanque.

### Tasa de consumo de oxígeno

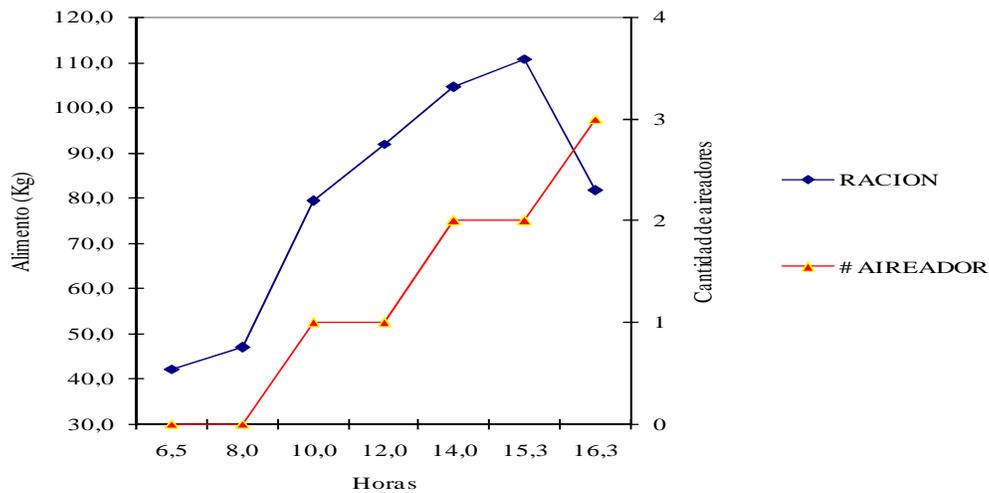
Con los registros obtenidos de O<sub>2</sub> para los cuatro estanques se construyó una curva de consumo de oxígeno la que refleja la máxima demanda que requirió el sistema intensivo. Siendo que para una ingesta de alimento promedio de 543.2 Kg día, el consumo de O<sub>2</sub> máximo correspondió a 12.0 Kg O<sub>2</sub> hora y la máxima demanda tuvo lugar 12 horas posterior a la primera alimentación (Figura 4).



**Figura 4.-** Consumo de oxígeno en el tiempo sistema intensivo.

### Alimentación vs aireación

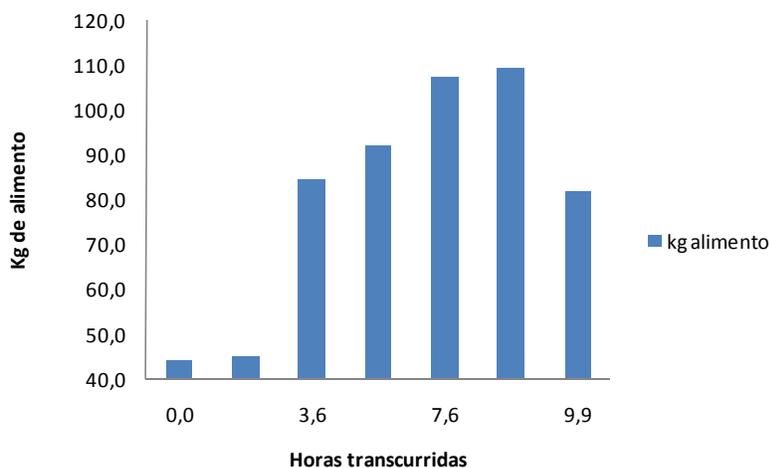
La figura 5 muestra la estrategia implementada de operación de los aireadores para suplir los requerimientos de O<sub>2</sub> y garantizar una concentración de oxígeno residual igual 3.0 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>, el primer aireador entró en operación a las 10 horas, y a las 14 y 16 horas el segundo y tercer equipo, los aireadores fueron desactivados progresivamente tiempo después de presentarse el pico de consumo.



**Figura 5.-** Consumo de alimento vs operación de aireadores.

## Técnica de alimentación

La estrategia de alimentación implementada consistió en suministrar siete porciones de concentrado alimenticio por día, donde las primeras raciones fueron de 45 kg, incrementándose paulatinamente conforme los peces mostraron mayor aceptación del alimento para la quinta y sexta ración suministrada con 110 kg de consumo (Figura 6).



**Figura 6.-** Suministro de alimento vs tiempo.

## Carga de alimentación diaria por caudal

A partir de los datos del promedio de oxígeno disuelto y residual (5.86 y 3.00 mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>) aportados por el caudal de agua de los cuatro estanques se determinó la cantidad de oxígeno disponible para la alimentación, lo que correspondió a 6.17 Kg O<sub>2</sub> hora (148.0 Kg O<sub>2</sub> día).

Considerando para el caso de la tilapia una tasa de consumo de oxígeno (*C<sub>m</sub>*) por alimentación de 0.3 Kg O<sub>2</sub> / Kg alimento y un factor pico de respiración (*FP = 1.44*), se calculó la cantidad de alimento a suministrar por día mediante el siguiente cálculo:

$$\text{Kg (alimento) día} = \frac{[304.0 \text{ Kg O}_2 \text{ disuelto Diario}] - [156.0 \text{ Kg O}_2 \text{ residual Diario}]}{(0.30 \text{ Kg O}_2 \text{ Kg alimento}) * 1.44}$$
$$\text{Kg (alimento) día} = \frac{148.0 \text{ Kg O}_2 \text{ día}}{0.432 \text{ Kg O}_2 \text{ Kg alimento}}$$

Lo que derivó en un valor teórico de carga de alimento de 343.2 Kg día (Tabla 1).

**Tabla 1.-** Calculo teórico de cantidad de alimento a suministrar por caudal.

CAUDAL	O <sub>2</sub> DISUELTO	O <sub>2</sub> RESIDUAL	O <sub>2</sub> DISPONIBLE	O <sub>2</sub> DISPONIBLE	ALIMENTO
L/s	mg L	mg L	mg L	Kg O <sub>2</sub> hora	Kg día
600.00	5.86	3.00	2.86	6.17	343.2

### Carga de alimentación diaria por aireación

Se estimó el aporte de los tres aireadores con un caballaje de 3.0 HP cada uno para un SEA de 2.2 Kg O<sub>2</sub> HP / hora y una eficiencia de transferencia del 50 %. Como resultado se determinó un valor teórico neto de 9.90 Kg O<sub>2</sub> hora (237.4 Kg O<sub>2</sub> / día), y finalmente considerando los mismos criterios aplicados para el aporte de oxígeno por caudal (*Cm-FP*), se determinó la cantidad de alimento adicional que podría ser suministrado por el oxígeno inyectado por efecto de aireación lo que correspondió a 189.0 Kg por día (Tabla 2).

**Tabla 2.-** Calculo teórico de cantidad de alimento a suministrar por aireación (Boyd, 1998).

AIREACION	UNIDADES	SAE (Kg O <sub>2</sub> /HP/hr) *	% EFICIENCIA AIREADORES	O <sub>2</sub> DISPONIBLE	ALIMENTO
				Kg O <sub>2</sub> hr	Kg día
3 HP	3	2.2	50%	3.41	189.0

### Carga de alimentación por caudal y aireación

La estimación teórica de la cantidad de alimento a suministrar por estanque considerando el aporte de oxígeno por caudal de agua (9.59 Kg O<sub>2</sub> hora) y por aireación (3.41 Kg O<sub>2</sub> hora) correspondió a 532.2 Kg día, los datos obtenidos producto de las mediciones en campo reflejaron una mayor ingesta de alimento 543.2 Kg diarios y un mayor consumo de oxígeno (12.0 Kg O<sub>2</sub> hora) (Tabla 3).

**Tabla 3.-** Comparación de cálculos teóricos vs consumos reales.

VARIABLES	O <sub>2</sub> CONSUMO	ALIMENTO
	Kg O <sub>2</sub> hora	Kg día
TEORICO	9.59	532.2
REAL	12.0	543.2

## **Discusión**

Las mediciones obtenidas en campo tanto para el consumo de oxígeno como para el consumo de alimento resultaron ser superiores a los estimados matemáticamente según los modelos propuestos por los autores; sin embargo las diferencias obtenidas no fueron muy amplias.

Existen varios criterios entre autores en cuanto a las tasas de consumo de oxígeno por efecto de la alimentación por ejemplo Westers (1981) indica que en sistemas tropicales y altamente intensivos éste parámetro puede alcanzar valores de hasta 1.0 Kg O<sub>2</sub>/Kg alimento. Dependiendo del dato referencial de consumo de oxígeno que se aplique en los cálculos, así podría ampliarse la brecha en la estimación entre el cálculo teórico y el valor obtenido en el sitio.

Lawson (1995) indica que en los sistemas raceway la pérdida de oxígeno por la respiración del fitoplancton y por la oxidación del sedimento es despreciable, esto debido a que el paso del agua por el estanque es muy rápido, por lo que el consumo del oxígeno dentro del estanque es determinado solamente por actividad de los peces. Bajo este otro escenario los consumos de oxígeno en sistemas de alto recambio solo se justifican por el efecto referido a la digestión del alimento consumido por los peces, por lo que los datos teóricos de la tasa de consumo de alimento por kilo de alimento suministrado junto con el dato de factor pico de respiración, representan insumos suficientes para estimar la capacidad de carga de un estanque.

Westers (1981) indica que consumos superiores de oxígeno están relacionados a factores tales como: altos niveles de energía metabólica en el alimento, alto consumo de oxígeno por parte de las bacterias, alta demanda de oxidación de materia orgánica y alta tasa de excreción de desechos nitrogenados como el amonio. Los datos de mayor consumo de oxígeno obtenidos en este ensayo con respecto a los cálculos teóricos, pudieron ser el resultante del efecto sinérgico de las variables antes indicadas y que no fueron consideradas durante este estudio.

Existen muchos factores que intervienen en los consumos de oxígeno en sistemas intensivos con alto recambio de agua; no obstante una estimación teórica de la cantidad de alimento a suministrar considerando el O<sub>2</sub> aportado por el caudal o por sistemas complementarios de aireación, resultan en un insumo muy apropiado para determinar la capacidad de carga de un estanque.

## **Conclusiones**

Para el sistema de cultivo evaluado el valor de consumo de 12.0 Kg O<sub>2</sub> hora representó la máxima demanda de oxígeno que soporta un estanque con caudal de 600 L/s y con 9 HPs de capacidad de aireación instalada, para una carga máxima de alimento de 532.2 Kg día y representa un dato referencial para emular sistemas similares.

Los valores teóricos de C<sub>Ca</sub> pueden variar con respecto a los valores de consumo de oxígeno y alimento real, esto debido a que las condiciones de operación de cada sistema de cultivo es particular y la influencia de algunos factores físicos-químicos como: oxígeno disuelto (mg O<sub>2</sub> L<sup>-1</sup>), altitud (msnm),

temperatura (°C), tasa de recambio de agua en el estanque y composición nutricional del alimento pueden modificar las condiciones del cultivo y por ende la proyecciones de capacidad.

La validación de la capacidad de carga (CCa) de un estanque se debe obtener a partir de datos de consumo de oxígeno y de alimento real obtenidos a través de mediciones “in situ”, siendo este tipo de medición el referente más apropiado para optimizar un sistema de cultivo peces.

## Referencias

- Boyd, C.E. 1998. Pond water aeration system. *Aquacultural Engineering*. 18 (1):9-14.
- Boyd, C.E. & Tucker, C.S. 1998. *Pond aquaculture water quality management Massachusetts*. Kluwers Academic Publisher.
- Boyd C. E. & Watten, B.J. 1989. Aeration systems in aquaculture. *Critical Review of Aquatic Science* 1: 425-438
- Cabrera, P.J., & Mora, M.J. 1983. Estimación de la capacidad de carga y determinación del área del estanque para el cultivo de peces. *Revista de Biología Tropical*. 31(2):163-166.
- Egna, H. S, C.E. Boyd. (Eds.). 1997. *Dynamics of Pond Aquaculture: New York*. CRC Press LLC.
- Haskell, D.C. 1955. Weight of fish per cubic foot of water in hatchery troughs and ponds. *Prog. Fish. Cult.*, 17:117-118
- Hicks, M. & Johnson, T. 2008. Compelling evidence of advancing aeration technology to support aquaculture, water and wastewater treatment. Recuperado de <[www.coloriteaerationtubing.com](http://www.coloriteaerationtubing.com)>
- Lawson, T.B. 1995. *Fundamentals of Aquaculture Engineering: New York*. Chapman & Hall.
- Liao, P.B. 1971. Water requirements of Salmonids. *Prog. Fish. Cult.*, 33:210-215.
- Meade, J.W. 1989. *Aquaculture management*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Sirakov, I., Staykov, Y., Djanovsky G. 2011. Consumption of dissolved oxygen in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) cultivated in raceway. *Agricultural science and technology*. 3 (3):220-223.
- Soderberg, R.W. 1982. Aeration of water supplies for fish culture in flowing water. *Fish-Cult*. 42(2):89-93.
- Wester, H. 1970. Carrying capacity of salmonid hatcheries. *Prog. Fish. Cult* 32:43-46.
- Westers, H. 1981. Fish culture manual for State of Michigan (Principles of Intensive Fish-culture). *Lansing, MI. Michigan Department of Natural Resources*.
- Wester, H., y Pratt, K.M. 1977. Rational design of hatcheries for intensive salmonid culture based on metabolic characteristics. *Prog. Fish. Cult.*, 39:157-165.
- Willoughby, H. 1968. A method for calculating carrying capacities of hatchery troughs and ponds. *Prog. Fish. Cult.*, 30:173-174.

---

“Hay una fuerza motriz más ponderosa que el vapor, la electricidad y  
la energía atómica: la voluntad”

Albert Einstein

---

## **LLAMADO A COLABORAR**

*El boletín electrónico El Bohío (ISSN 2223-8409), es una publicación de divulgación científico técnica, dedicada a temas ambientales, con frecuencia mensual, la cual publica artículos de investigación científica en el campo de las ciencias marinas y acuáticas, tecnológicas, energía y medioambiente en su concepción más general.*

*Por este medio se le hace una cordial invitación a toda persona interesada y capaz de escribir artículos o noticias, a compartir con nosotros los temas de su entorno, así como a especialistas, profesores, investigadores y técnicos interesados en divulgar sus trabajos de investigación a que los envíen al correo electrónico: [boletinelbohio@gmail.com](mailto:boletinelbohio@gmail.com), en formato Word, teniendo estos que adecuarse a las normas editoriales del boletín, las cuales podrán solicitar.*

*También, podrán presentar artículos o notas científicas, las cuales deberán abordar tópicos asociados a la publicación.*

*Estaremos complacidos de recibir colaboraciones y apoyos, así como divulgar los logros y convocatorias de grupos de trabajo o instituciones.*

*Todas las publicaciones de El Bohío pueden consultarse en nuestra web [www.portalelbohio.es](http://www.portalelbohio.es)*  
*Saludos cordiales*

### **Comité Editorial**

*The electronic bulletin El Bohío (ISSN 2223-8409), is a publication of popularization scientist technique, dedicated to environmental topics, frequently monthly, which publishes articles of scientific investigation in the field of the marine and aquatic, technological sciences, energy and environmental in its more general conception.*

*For this means we are made a cordial invitation to all interested and able person of writing articles or news, to share with us the topics of their environment, as well as to specialists, professors, investigators and technicians interested in disclosing their investigation works to that you/they send them to the electronic mail: [boletinelbohio@gmail.com](mailto:boletinelbohio@gmail.com), in format Word, having these to be adapted to the editorial norms of the bulletin, which will be able to request.*

*Also, they will be able to present articles or scientific notes, which will approach topics associated to the publication.*

*We will be pleased of receiving collaborations and supports, as well as to disclose the achievements and convoking of work groups or institutions.*

*All the publications of El Bohío can be consulted in [www.portalelbohio.es](http://www.portalelbohio.es)*

*Cordial greetings*

### **Editorial Committee**



**pesca**  
INTERNACIONAL  
[www.arvi.org](http://www.arvi.org)

Edita: Cooperativa de Armadores de Pesca del Puerto de Vigo. Soc. Coop. Gallega | Edificio Ramiro Gordejuela Puerto Pesquero s/n. Ap. de Correos 1078. Vigo (Pontevedra).  
España. Consejo Asesor Editorial: José Ramón Fuertes Gamundi, José Antonio Suárez-Llanos, Hugo González García, Edelmiro Ulloa. | Realiza esta revista: Cuerpo a Cuerpo Comunicación S.L. Uruguay, 2 - 3ª dcha. 36201 Vigo (España) Tel.: 986 221 835 Fax.: 986 437 141 e-mail: [cuerpoacuerpo@cuerpoacuerpocomunicacion.com](mailto:cuerpoacuerpo@cuerpoacuerpocomunicacion.com)  
Director Pesca Internacional: Alberto Alonso. Redacción: Belén Porteiro. Diseño y edición: Cuerpo a Cuerpo Comunicación.  
Depósito Legal: VG-735-2000 ISSN - 1699-3691  
[www.arvi.org/revista.asp](http://www.arvi.org/revista.asp) | [pesca@imaxenova.com](mailto:pesca@imaxenova.com)

---

*Curiosamente, nadie sabe a ciencia cierta cuáles serán las consecuencias finales de botar desechos al mar, de la sobrepesca, de los derrames de petróleo, la matanzas de las ballenas y miles de otras acciones irreflexivas, que poco a poco carcomen el funcionamiento saludable de los sistemas oceánicos. Lo que sí es indudable es que: Tenemos el poder de dañar los océanos, pero ninguna seguridad de poder remediar el daño causado.*

*Sylvia A. Earle 1995. Sea Change: a message of the oceans.*



[www.portalelbohio.es](http://www.portalelbohio.es)

Estimados lectores y colegas los invitamos una vez más a que visiten nuestra web.  
Su opinión es importante para nosotros, por ustedes trabajamos.

### El Bohío boletín electrónico

**Director:** Gustavo Arencibia-Carballo (Cub).

**Comité editorial:** Abel Betanzos Vega (Cub), Adrián Arias R. (Costa R.), Guillermo Caille (Arg), Eréndina Gorrostieta Hurtado (Mex), Jorge Eliecer Prada Ríos (Col), Piedad Victoria-Daza (Col), Oscar Horacio Padín (Arg), Dixy Samora Guilarte (Cub), Maria Cajal Udaeta (Esp), Dionisio de Souza Sampaio (Bra), Carlos Alvarado Ruiz (Costa R.), Carlos Antonio Ocano Busía (Cub), Mario Formoso García (Cub), Nicola Sabata (Esp), Enrique J. Raymundo (Mex).

**Corrección y edición:**

Nalia Arencibia Alcántara (Cub).

**Diseño:** Alexander López Batista (Cub) y Gustavo Arencibia-Carballo (Cub).

Publicado en Cuba. ISSN 2223-8409



### IOC-IAEA guide for designing and implementing a plan to monitor toxin-producing microalgae

The IOC and IAEA are proud to announce the publication of IOC Manuals & Guides no 59

This manual is intended as an introduction to basic analytical techniques that can be applied when designing a standard sampling protocol for both planktonic and benthic microalgae (and associated environmental conditions) and vectors of biotoxins (shellfish and fish). This standardization of methods will enable more robust data comparisons between countries and will yield improved risk assessments of potentially toxic HABs events. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002145/214510e.pdf>

**Consejo editorial científico:** Norberto Capetillo-Piñar (Mex), Arturo Tripp Quesada (Mex), Celene Milanes Batista (Cub), Mario Formoso García (Cub), Jorge Tello-Cetina (Mex), Nicola Sabata (Esp), Adrián Arias R. (Costa R.), Dionisio de Souza Sampaio (Bra), Eréndina Gorrostieta Hurtado (Mex), Enrique J. Raymundo (Mex).