

Presidents Letter

Queridos miembros de la AES,

Ha pasado casi un año y medio desde que comenzó la pandemia de covid. Para aquellos que han perdido amigos y familiares, mi más sentido pésame. No hay certeza de que volvamos a la normalidad, pero tenemos que aguantar, colaborar como comunidad y confiar en que todo estará bien.

Por nuestro lado, las cosas no han sido muy brillantes últimamente, ya que la industria se ha enfrentado a las críticas a través de un documental sesgado "Seaspiracy", Atlantic Sapphire ha perdido 500 toneladas de salmón en un RAS marino en tierra y 4.200 toneladas de salmón cultivado en jaulas marinas se han perdido en Chile, presuntamente a causa de una floración de algas. Los informes dicen que "la acuicultura es el sector de producción de alimentos de producción más rápida y es una solución clave para alimentar de manera sustentable al mundo", ¿es realmente cierto? ¿Creemos realmente en esta afirmación? Así lo creo, pero depende.



En mis clases, defino la sostenibilidad como "la forma en que satisfacemos nuestras propias necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". ¿Lo estamos logrando con la acuicultura? ¿Podrán las generaciones futuras utilizar los recursos de la misma manera que lo estamos haciendo ahora, especialmente hablando del agua y su relevancia para nuestra vida en el planeta? Es importante tener en cuenta que la acuicultura no es solo el cultivo de peces. Por cada tonelada de salmónidos producida (FCR de 1.1) se descargan aproximadamente 53 kg de N, 13 kg de P y 320 kg de DQO mg O₂ /L al agua del sistema de producción. Estos nutrientes pueden mejorar el crecimiento de organismos oportunistas (algas y bacterias) que, en última instancia, desequilibrarán el sistema. Sin embargo, estos nutrientes se descargan en diferentes fracciones: la mayoría del N (80%) se encuentra en forma disuelta como amoníaco y nitrato, mientras que la mayoría del P (80%) está presente en la fracción de sólidos. La correcta comprensión de estas fracciones es fundamental para una efectiva manipulación y control de la calidad del agua y floraciones microbianas no deseadas.

Si no cuidamos la descarga de los nutrientes y aún queremos alimentar al mundo, ¿podemos realmente argumentar que no causamos ningún impacto en el medio ambiente? ¿Seguimos creyendo que la dilución hará nuestro trabajo? Si es así, creo que estamos cometiendo un gran error. Necesitamos cuidar la descarga de nutrientes producidos, y soy un verdadero creyente de que RAS es la forma de proceder. Pero no RAS como tecnología única, sino RAS junto con un tratamiento al final de la tubería (end-of-pipe), ya que de lo contrario solo estamos concentrando los desechos. La tecnología nos permite saber exactamente cuáles son nuestros *inputs* y *outputs* (agua, energía, nutrientes y CO₂). También nos permite transformar residuos en recursos: energía, fertilizantes, fuentes de carbono para desnitrificación, recuperación de fósforo y producción de vegetales entre otras alternativas. Conocer la cantidad exacta de insumos y los diferentes recursos producidos es importante para mostrar a los consumidores que estamos haciendo el trabajo y que nuestro objetivo es alimentar al mundo de manera sustentable. ¿Cómo podemos llegar al punto en que la industria sea madura, fuerte y consolidada? Donde documentales como Seaspiracy no tendrán tal impacto en la audiencia general, o una pérdida repentina de biomasa no hace que la industria evalúe si RAS como un sistema (completamente controlado) es menos atractivo que el cultivo en jaulas marinas. Necesitamos pasar del concepto de un diseño de un sistema que se ajuste a todos y la aplicación de reglas de tres al diseñar sistemas. Necesitamos ser más eficientes y optimizar el uso de recursos (agua y energía) mediante un correcto dimensionamiento y diseño del sistema.



También debemos entender que trabajar con agua de mar es un universo diferente en comparación con agua dulce. El agua de mar tiene 1500 veces más iones, lo que permite una mayor cantidad de procesos biológicos, químicos y físicos que en el agua dulce. En un RAS de agua dulce, la acumulación de sólidos afectará la eficiencia del biofiltro y aumentará la demanda de oxígeno. Pero en el agua de mar, la acumulación de sólidos plantea un problema adicional, la producción del tóxico sulfuro de hidrógeno (H_2S). ¿Hay producción de H_2S también en el fondo de las jaulas marinas, donde se acumulan los sólidos?

¿Es la verdadera razón detrás de la reciente mortalidad masiva en Chile, las microalgas, la deficiencia de oxígeno o el cambio climático?

Los modelos predictivos o de optimización son una herramienta de ingeniería sólida, que en mi opinión requiere mucha más atención en el campo de la acuicultura. Necesitamos desarrollar modelos predictivos que nos permitan reaccionar a tiempo antes de que sea demasiado tarde y definir las capacidades máximas de carga de los sistemas (tanques, biofiltros, fiordos, lagos, ríos y acuíferos). Es cierto que los modelos son tan buenos como el nivel de información en el que se basan, y que pueden fallar de vez en cuando, pero tenemos que usarlos de la misma manera que usamos la previsión meteorológica: a veces esa predicción no es correcta, pero aun así seguimos comprobando cómo será el día siguiente, por si acaso. Un punto de partida y no solo para desarrollar modelos, sino también para comparar sistemas, discutir resultados y comparar tecnologías es un lenguaje definido o nomenclatura en la que estamos de acuerdo.

Necesitamos entender que un sistema no se puede describir según el % de recirculación, sino que debe ser reemplazado por una unidad de masa (kg alimento/kg agua o viceversa), también definir y acordar la nomenclatura que usamos para evaluar sistemas; rotación, calidad microbiana del agua, bienestar de los peces o sustentabilidad del sistema. Para lograr esto, necesitamos intensificar la colaboración entre la academia y la industria. Esta sinergia es fundamental para el correcto desarrollo de la industria, por eso lo que tenemos que hacer es dejar nuestros egos a un lado y trabajar juntos. Para que los científicos puedan resolver los problemas de la industria, se necesitan datos de la vida real, de sistemas industriales. Más datos reales significan modelos más precisos, lo que permite resolver los problemas de la industria más rápidamente. En este sentido, iniciativas como el sistema multiusuario Cobália de OxyGuard, que permitirá a los desarrolladores de modelos acceder a una base de datos, convirtiéndose en una potente herramienta para desarrollar modelos de producción, mejorar inventarios y prácticas ambientales. Esto nos permitiría comunicarnos rápidamente con la audiencia sobre cuántos recursos utilizamos para producir un kg de pescado o marisco, y con qué medios cuidamos el medio ambiente, lo que sería beneficioso sobre todo cuando nos enfrentamos a una publicidad negativa y errónea como Seaspiracy. De hecho, me gustaría felicitar a Biomar por su rápida respuesta a la información incorrecta presentada en Seaspiracy. Espero que la próxima vez más universidades, empresas e instituciones reaccionen tan fuerte y rápido como lo hizo Biomar para defender nuestro sector frente a este tipo de acusaciones.

Nuevamente, todo estará bien si hacemos las cosas de la manera correcta.

En el siguiente boletín en el foco de membresía encontrará una entrevista con Thomas Losordo, quien es nuestro ganador del premio AES a la excelencia, así como la información de los otros ganadores de los premios AES. En el foco científico, encontrará un artículo sobre la producción de H_2S , en el foco industrial un artículo de PR Aqua que nos informará sobre la estrategia de oxigenación para RAS utilizando columnas empaquetadas presurizadas y, por supuesto, información sobre los próximos eventos. Espero que disfruten del boletín.

Un gran abrazo y espero que siempre haya buena calidad de agua en tu vida.

Los mejores deseos

Carlos



AES Awards 2020

1. Award of excellence: Prof. Dr. Thomas Losordo

2. Meritorious service award: Prof. Dr. Jaap van Rijn

3. Best paper awards:

Superior paper:

Davidson et al. (2020). Depuration system flushing rate affects geosmin removal from market-size Atlantic salmon *Salmo salar*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860920300868>

Honourable mention papers:

Hüpeden et al. (2020). Taxonomic and functional profiling of nitrifying biofilms in freshwater, brackish and marine RAS biofilters.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860920300340>

Nilsen et al. (2020). A closer look at closed cages: Growth and mortality rates during production of post-smolt Atlantic salmon in marine closed confinement systems.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860920301709?dgcid=rss_sd_all



Member Spotlight

Entrevista al Dr. Thomas M. Losordo

AES: ¿Puede contarnos cómo llegó a una carrera en Acuicultura?

Thomas: En primer lugar, me gustaría agradecer a la Sociedad de Ingeniería Acuícola (AES) por este honor. Ahora para responder a tu pregunta. Creí en la costa sur de Boston, Massachusetts y Cape Cod en una familia que vivía y respiraba la pesca deportiva. Desde muy temprana edad, pasé horas interminables con mi padre Frank en su bote pescando en las aguas del Cabo en busca de pescado azul, lubina rayada, platija y pez espada. Mientras estudiaba en Bates College en el centro de Maine (1970-1974), descubrí los Resúmenes de investigación de la Institución Oceanográfica Woods Hole en la biblioteca de la universidad. Al leer estos resúmenes, me encontré con los informes del proyecto del Dr. John H. Ryther, un científico sénior, quien a fines de la década de 1960, inició investigaciones en el campo de la acuicultura. Más específicamente, el Dr. Ryther y su equipo estaban investigando el uso de aguas residuales domésticas tratadas para la producción de fitoplancton marino para alimentar a los bivalvos (ostras y almejas). Al graduarme de la universidad, visité el laboratorio del Dr. Rythers, The Environmental System Lab (ESL), en Woods Hole, cerca de la casa de verano familiar en Cape Cod. Después de un poco de persuasión, el Dr. Ryther me ofreció un empleo de verano como técnico en ESL. Durante las primeras seis semanas, el estudiante y yo clasificamos 144.000 ostras en 10 canales en tres grupos. Grandes, pequeños y muertos. Quizás esto fue una prueba, pero al final, me ofrecieron un puesto de técnico de laboratorio a tiempo completo para el otoño de 1974. Habiendo crecido en una familia de constructores de viviendas y en un bote al que se le reemplazaron varios motores, no había aprendido habilidades mecánicas. en una universidad de artes liberales. Como tal, cuando el ingeniero de laboratorio partió a principios de 1975, mis responsabilidades técnicas se ampliaron para incluir el mantenimiento de los considerables sistemas de soporte vital del Laboratorio de Sistemas Ambientales y adquirí el título de Ingeniero de Laboratorio. Con una licenciatura en biología, me propuse encontrar la mejor ruta para obtener credenciales de ingeniería reales. A principios de 1977, el Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Hawaii anunció una ayudantía de posgrado para estudiantes de maestría en Ingeniería Acuícola. El programa fue dirigido por el Dr. Jaw Kai Wang, profesor de UH Manoa. ¡Qué mejor manera de ir a la escuela de posgrado que estar a dos millas de la playa de Waikiki! Me mudé a Hawai en el otoño de 1977 y completé la maestría en diciembre de 1980 con mi tesis enfocada en la calidad del agua en estanques de langostinos de agua dulce. Después de dos años en el sector privado y dos años trabajando en UH, fui aceptado en el programa de doctorado en Ingeniería Acuícola en la Universidad de California, Davis. Bajo la supervisión del profesor Raúl H. Piedrahita, completé este programa de grado en septiembre de 1988. El tema de mi tesis fue la simulación y modelado por computadora de la estratificación de temperatura y oxígeno en estanques de acuicultura poco profundos. Al finalizar mi carrera, tuve la suerte de que me ofrecieran un puesto de profesor titular en la Universidad Estatal de Carolina del Norte. El puesto se centró ampliamente en la investigación y la extensión (servicio a la industria) en la acuicultura.



AES: Bien, entonces, ¿cómo se involucró en la tecnología RAS con la que la mayoría de nosotros lo asociaría?

Thomas: Tenga en cuenta que antes de venir a NC State, mi experiencia y conocimientos eran la acuicultura de flujo marino y la acuicultura basada en estanques. Esperaba crear y centrarme en temas de investigación relacionados con la acuicultura en estanques. Para mi sorpresa, a fines de la década de 1980, muchas de las preguntas que me estaban formulando (en mi puesto de Extensión) estaban relacionadas con la viabilidad de la acuicultura interna basada en tanques y que requiere tecnología de reutilización del agua. Miré a mi alrededor en las universidades de los Estados Unidos y no vi muchos profesores involucrados en RAS e incluso menos ingenieros involucrados en RAS.



AQUACULTURAL ENGINEERING SOCIETY

Afortunadamente, el trabajo del curso que había tomado en UH y UC Davis se inclinó mucho hacia la tecnología de Ingeniería Ambiental y los procesos unitarios. Encontré que este conjunto de habilidades en particular carece de diseño y desarrollo RAS. Entonces, creé un laboratorio "casi a escala comercial" al que llamamos Fish Barn y comencé a buscar respuestas no sesgadas basadas en la ciencia. De acuerdo con mis responsabilidades de Extensión, comenzamos una serie de talleres abiertos al público en NC State utilizando Fish Barn como herramienta de enseñanza. Muy pronto, se me pidió que llevara el curso corto a otros estados y luego a otros países. Desde 1990, hemos brindado estos servicios a nivel mundial a miles de personas interesadas en la tecnología RAS. Nuestro objetivo era educar a la industria para que pudieran hacer las preguntas correctas al evaluar oportunidades en la acuicultura basada en RAS.

AES: ¿Puede decirnos cómo empezó con la Aquaculture Engineering Society?

Thomas: Hasta alrededor de 1992, la sociedad profesional para la mayoría de los ingenieros de acuicultura era la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Agrícolas. Como tal, iríamos a estas reuniones anuales y presentaríamos los resultados de la investigación a una audiencia no mucho mayor que la cantidad de presentadores. Por el contrario, cuando asistíamos a las reuniones anuales de la Sociedad Mundial de Acuicultura y presentábamos en una sesión de ingeniería, ¡solo había lugar para estar de pie! Entonces, finalmente, el grupo central de ingenieros de los Estados Unidos se reunió para almorzar y describió los inicios de la Sociedad de Ingeniería Acuícola. Si mi memoria no me falla, los miembros fundadores de esa reunión fueron John Colt, Michael Timmons, Ron Malone, Raul Piedrahita, Jaw Kai Wang, Fred Wheaton y yo. De la reunión surgieron los inicios de la AES y los asistentes se convirtieron en Funcionarios y Directores. Me desempeñé como director y presidente electo, luego presidente en 1999-2000. Como fui presidente de la Sociedad Mundial de Acuicultura en 2000-2001, mis publicaciones se compartieron entre el Aquaculture Engineering Journal y el Journal of the World Aquaculture Society. para la industria y la academia, considerando la gran cantidad de webinars, información y cursos que ofrecen otras sociedades.



Thomas: Personalmente creo que esta sociedad, como la WAS, tiene éxito cuando proporciona un foro tanto en persona, en línea como en forma impresa, para el intercambio de ciencia y tecnología basadas en la investigación. Estoy seguro de que hay quienes quisieran que la sociedad adopte posiciones relacionadas con algunos problemas de la industria. Sin embargo, al igual que el WAS, el AES proporciona un foro bastante único para el intercambio de ideas y descubrimientos basados en la ciencia y la ingeniería. Otros grupos han venido y vendrán para llenar el vacío de ser defensores de la industria. AES puede brindar apoyo a estos grupos sin convertirse en uno de ellos.

AES: ¿Cómo percibe la evolución de RAS?

Thomas: Comencé mis esfuerzos en la evaluación y el desarrollo de la tecnología RAS a principios de los 90 debido a la falta de información disponible para el público basada en la investigación. Gran parte de la tecnología que se promociona como de vanguardia no tenía una base de ingeniería para esta afirmación. Como tales, las fallas de la tecnología y las empresas que dependen de estas tecnologías eran comunes en la industria en ese momento. Después de muchos años de esfuerzo por parte de muchas personas en la industria, las soluciones de ingeniería basadas en procesos unitarios son más comunes en la industria que antes. Por lo tanto, ahora vemos más éxitos en el sector RAS y un mayor uso de la tecnología RAS donde es apropiado. Las mejoras continuas a la base tecnológica del sistema RAS son necesarias y ocurren todos los días. También sigue existiendo la necesidad de educar a las personas y a la industria en lo que constituye la tecnología de punta. Estoy feliz de ver esta evolución y espero que continúe a un ritmo saludable.

AES: ¿Dónde ve la acuicultura en el futuro?

Thomas: Mi respuesta a esta pregunta no ha cambiado mucho durante los 47 años que he estado involucrado profesionalmente en la acuicultura. Si queremos aportar proteínas de las aguas de la tierra (agua dulce y marina), la acuicultura es imprescindible. Los océanos han tenido y tienen un rendimiento máximo sostenible. A menos que solo los ricos del mundo disfruten de los "mariscos", entonces proporcionar alimentos saludables a una población mundial en expansión, la acuicultura es una necesidad y es la respuesta.



AQUACULTURAL ENGINEERING SOCIETY

A corto plazo, veo que la tecnología de estanques terrestres proporcionará la mayoría de los peces de agua dulce. Dicho esto, creo que la tecnología RAS proporcionará cada vez más productos más cerca de los grandes mercados a medida que avancemos. Creo que habrá una combinación de cultivo de vivero RAS combinado con tecnología de cultivo en estanques y acuaponía para cultivar plantas y reciclar nutrientes. Simplemente no estoy seguro de la línea de tiempo. Estamos viendo esta emisión en tiempo real en la industria del salmón. El cultivo Net Pen proporciona un crecimiento a gran escala con smolts que se cultivan en tierra con tecnología basada en RAS. ¡No hace muchos años todo eso fluía!

AES: ¿Cómo percibe la evolución de RAS?

Thomas: Comencé mis esfuerzos en la evaluación y el desarrollo de la tecnología RAS a principios de los 90 debido a la falta de información disponible para el público basada en la investigación. Gran parte de la tecnología que se promociona como de vanguardia no tenía una base de ingeniería para esta afirmación. Como tales, las fallas de la tecnología y las empresas que dependen de estas tecnologías eran comunes en la industria en ese momento. Después de muchos años de esfuerzo por parte de muchas personas en la industria, las soluciones de ingeniería basadas en procesos unitarios son más comunes en la industria que antes. Por lo tanto, ahora vemos más éxitos en el sector RAS y un mayor uso de la tecnología RAS donde es apropiado. Las mejoras continuas a la base tecnológica del sistema RAS son necesarias y ocurren todos los días. También sigue existiendo la necesidad de educar a las personas y a la industria en lo que constituye la tecnología de punta. Estoy feliz de ver esta evolución y espero que continúe a un ritmo saludable.



AES: ¿Qué crees que le falta al sector acuícola estos días?

Thomas: ¡Mi respuesta a esta pregunta no ha cambiado en una década! Creo que el tratamiento de los residuos generados en la acuicultura no ha recibido suficiente atención. En mi carrera en la acuicultura basada en RAS, la última década en la Universidad y en el sector privado, se centró en una mayor reutilización del agua y, al mismo tiempo, en el tratamiento o eliminación de productos de desecho potencialmente dañinos de la corriente pequeña pero concentrada que sale del RAS tecnológica. ¡Queda mucho trabajo por hacer en esta área de la ingeniería y la ciencia!

AES: ¿En qué estás trabajando o haciendo actualmente?

Thomas: Como algunos de ustedes recordarán, me retiré de mi puesto de profesor en la Universidad Estatal de Carolina del Norte en 2012 después de una carrera de 25 años. Empecé a trabajar para una gran empresa globalmente diversa llamada Pentair durante lo que estaba previsto que fueran mis últimos 5 años de actividad a tiempo completo en la acuicultura. Con 5 años y dos días completados, me jubilé por segunda vez en mayo de 2017. En mi primer año de jubilación, pasé un tiempo viajando por el mundo brindando servicios de consultoría a 3 o 4 clientes. ¡Disfruté mucho y sobre todo disfruté eligiendo proyectos y clientes con los que “yo” quería trabajar! Pero con el espíritu de la jubilación en 2019, me mudé con mi esposa Amy al noroeste del Pacífico y me instalé en la vibrante ciudad de Portland, Oregón. Si bien la pandemia me ha dado permiso para reducir la velocidad, estoy entrando en el ritmo de la jubilación (acabo de comprar un bote) y estoy brindando asesoramiento a la Universidad Estatal de Oregón y la Asociación de Acuicultura de Oregón y tengo un cliente de consultoría. También espero poder continuar el curso corto de RAS con mis colegas Dennis DeLong y Raul Piedrahita. ¡La mejor parte de la jubilación es que USTED puede elegir en qué participar y cuándo!

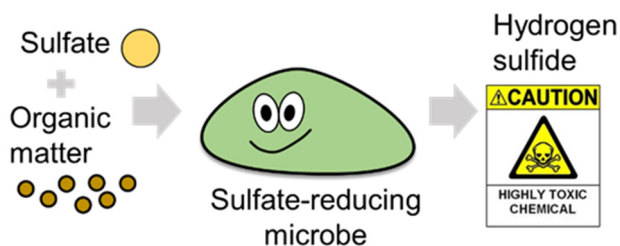
AES: ¿Tiene comentarios finales?

Thomas: ¡He tenido la suerte y la bendición de haber encontrado una carrera que amo! No todos los que caminan por esta tierra han sido tan afortunados. Mi trabajo me ha llevado a muchos países alrededor del mundo donde conocí e hice buenos amigos en el proceso. Tuve la suerte de pasar un año sabático en Trondheim Noruega con mi familia en 1995 y nuevamente en Port Stephen Australia en 2001. A través de nuestros viajes, hemos hecho amigos de toda la vida. Espero haber contribuido de alguna manera al mejoramiento de este planeta y de las personas que viven aquí.

Scientific Spotlight

Sulfuro de hidrógeno en sistemas de recirculación de acuicultura: desafíos y soluciones

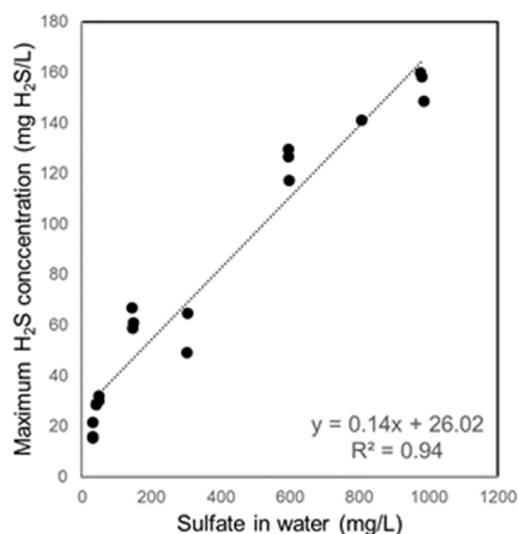
Los RAS han ofrecido a la industria acuícola el aumento de la producción sin comprometer las regulaciones ambientales, primero en agua dulce para cultivar salmónidos en etapa temprana y, últimamente, también en agua de mar para permitir una gama más amplia de especies. En el camino, los empresarios acuícolas se han enfrentado a una serie de desafíos e incertidumbres. En el cambio de RAS de agua dulce a marina, uno de los desafíos que ha aparecido ha sido la producción de olor a huevo podrido procedente de los tanques de acumulación de lodos. Por ejemplo, Danish Salmon A / S, un gran productor de salmón ubicado en el norte de Dinamarca, experimentó problemas con la comuna debido a la propagación incontrolable del olor proveniente de la instalación acuícola al área poblada circundante. El motivo del olor fue el sulfuro de hidrógeno producido en los tanques de retención de lodos que presentaban un alto tiempo de retención. Posteriormente, el sulfuro de hidrógeno ha provocado desafíos adicionales para la producción acuícola. Además del olor desagradable, el gas, es extremadamente tóxico para todos los organismos vivos y ya en concentraciones muy bajas (<1 mg/L)



son suficientes para interrumpir los procesos fisiológicos en los peces. Las empresas de acuicultura tanto en Noruega como en Dinamarca se han enfrentado a muertes repentinas y masivas de peces debido a la acumulación de sulfuro de hidrógeno en el agua del sistema, y se ha reconocido como un desafío cuando se cultivan peces en RAS marinos.

El sulfuro de hidrógeno es producido por microbios reductores de sulfato, que usan sulfato para degradar la materia orgánica en ausencia de oxígeno. No existe un grupo específico, sino varios grupos microbianos diferentes, que pueden llevar a cabo el proceso. Recientemente, el Dr. Letelier-Gordo y la Dra. Aalto descubrieron que el rol de los microbios reductores de sulfato tradicionales es menor en la producción de sulfuro de hidrógeno a partir de materia orgánica marina RAS, ya

que actualmente hay microbios desconocidos que producen una fracción importante de sulfuro de hidrógeno. **Los microbios reductores de sulfato se pueden encontrar en todos los compartimentos RAS que les ofrecen las condiciones favorables: sulfato, materia orgánica y ausencia de oxígeno; p.ej. en fondos de tanques, tuberías, biofiltros.**

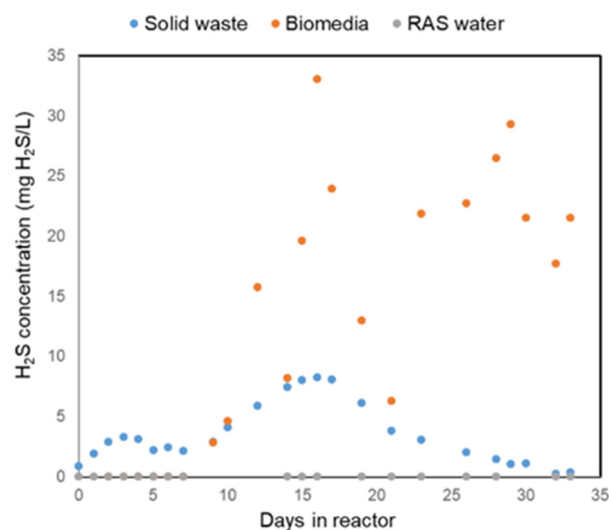


Dado que el agua de mar tiene altas concentraciones de sulfato (2 g / L), la posibilidad de producción de sulfuro de hidrógeno es más probable en el RAS marino que en el de agua dulce. En un proyecto de investigación reciente, el Dr. Letelier-Gordo y la Dra. Aalto incubaron sólidos fecales de pez recolectados de RAS marinos en reactores de laboratorio y descubrieron que la concentración de hidrógeno producido aumentaba con la cantidad de sulfato en el agua, es decir, la salinidad del sistema. Sin embargo, la historia no es tan simple, ya que el sulfato por sí solo no puede conducir a la producción de sulfuro de hidrógeno,

pero se necesita materia orgánica de la calidad adecuada. La materia orgánica particulada que se acumula en el RAS se origina en el pienso y las heces y es demasiado compleja para degradarla para los microbios reductores de sulfato. Por lo tanto, los microbios reductores de sulfato dependen de la actividad de otros microbios, que degradan la materia orgánica en una forma simple.

Un poco del mismo principio que se necesita para convertir las cañas de azúcar en azúcar de mesa para que los humanos obtengamos algo de azúcar de mesa en nuestro café para pasar un duro día de trabajo.

En el verano de 2020, el Dr. Letelier-Gordo y la Dra. Aalto realizaron otra serie de pruebas de laboratorio para probar qué proporción de carbono: sulfato, conduce a la producción más alta de sulfuro de hidrógeno en reactores que funcionan con desechos de peces marinos. La idea subyacente era estimar si mantener la acumulación de materia orgánica por debajo de cierto nivel mediante la limpieza del sistema y la configuración operativa sería una forma de controlar la actividad de los microbios reductores de sulfato. Los reactores se pusieron en marcha con concentraciones de sulfato de 1 g / L y materia orgánica en una proporción de 0.5, 1 y 5. Luego de 19 días de operación, la concentración de sulfuro de hidrógeno fue de 500 mg / L en los reactores con carbono a sulfato de 5, mientras que no hubo producción



en los reactores con una relación de 0,5 y una concentración muy pequeña (20 mg / L) en los reactores con una relación de 1. Esto se debe a la naturaleza de la materia orgánica de los desechos de pescado, ya que no es totalmente utilizable para microbios reductores de sulfato.

En un proyecto de colaboración “Aguasulfat” con los investigadores Dra. Paula Rojas-Tirado y Åse Åtland del Instituto Noruego de Investigación del Agua (NIVA), el Dr. Letelier-Gordo y el Dr. Aalto analizaron el potencial de producción de sulfuro de hidrógeno de diferentes compartimentos del RAS , incluyendo agua, desechos orgánicos sólidos y biomedios de biofiltros utilizando los reactores anaeróbicos de laboratorio. Después de 32 días, las concentraciones más altas de sulfuro de hidrógeno se produjeron en biomedica, mientras que los desechos sólidos produjeron concentraciones más bajas pero más estables ya al comienzo del experimento. No se produjo sulfuro de hidrógeno en agua RAS rica en sulfato, debido a la ausencia tanto de microbios reductores de sulfato como de materia orgánica.

Según nuestros experimentos, se han reconocido los siguientes factores de riesgo clave:

Según nuestros experimentos, se han reconocido los siguientes factores de riesgo clave:

- Acumulación de materia orgánica
- Oxigenación y mezcla ineficaces
- Limpieza ineficaz de biofiltros, tanques y tuberías.

Medidas de control:

Se ha sugerido la adición de nitrato como una medida para controlar la producción de sulfuro de hidrógeno. El Dr. Letelier-Gordo y la Dra. Aalto evaluaron esto en un proyecto de colaboración “H₂Salar” actualmente en ejecución con Nofima y NIVA. Los reactores de laboratorio que contenían 600 mg/L de sulfuro de hidrógeno se enriquecieron con nitrato (concentración final en el reactor de 150 mg/L NO₃-N), pero no se observó reducción de sulfuro de hidrógeno. Por lo tanto, agregar nitrato no reduce la concentración de sulfuro de hidrógeno y no es una medida de control económica y ambientalmente viable en un RAS comercial. Sin embargo, los microbios usan más nitrato que sulfato debido a una mayor ganancia de energía, por lo que mantener altos niveles de nitrato en RAS debería evitar que los microbios usen sulfato y produzcan sulfuro de hidrógeno. Pero el Dr. Letelier-Gordo quiere recordar que no comience a agregar nitrato a RAS, ya que es necesario controlar los niveles descargados al medio ambiente. Durante el proyecto H₂Salar, el Dr. Letelier-Gordo y su estudiante MSc. Julie Hansen ha documentado que al agitar el agua, el sulfuro de hidrógeno se elimina más rápido del agua que cuando se oxida con oxígeno. Esto significa que los desgasificadores podrían funcionar como cortafuegos para eliminar el sulfuro de hidrógeno del agua proveniente de los biofiltros antes de que ingrese a los tanques de cría.



El Dr. Letelier-Gordo sugiere que la principal medida de control para evitar la producción de sulfuro de hidrógeno es mantener un retrolavado frecuente de biofiltros, limpiar tuberías y mejorar la dinámica de fluidos en los tanques de cría para evitar la acumulación de materia orgánica. Él dice que hay algunos indicadores visuales sobre la posible formación de sulfuro de hidrógeno, incluido **lodo negro** (debido a la oxidación de compuestos de hierro con sulfuro de hidrógeno) y material/revestimiento blanco en la parte superior de los biofiltros (lo que indica que el sulfuro de hidrógeno se está oxidando con oxígeno en azufre elemental).

El Dr. Letelier-Gordo recalca que es importante recordar que el RAS es un sistema vivo, donde los procesos microbianos y las variables fisicoquímicas de la calidad del agua están estrechamente vinculados. La producción de sulfuro de hidrógeno RAS es un síntoma de mal funcionamiento, ya que el oxígeno no llega a todas las partes del sistema, lo que permite que crezcan bacterias anaeróbicas (productoras de sulfuro de hidrógeno), como las formas de gangrena en el cuerpo humano cuando no se suministra oxígeno a la sangre. El Dr. Letelier-Gordo enfatiza así la importancia del diseño correcto del sistema y la limpieza frecuente. Sugiere que la investigación futura debería centrarse en las formas de detectar rápidamente la producción de hidrógeno y encontrar contramedidas para oxidar el sulfuro de hidrógeno antes de que llegue a los tanques de cría.

Información del autor:

Researcher Dr. Carlos Letelier-Gordo

Researcher Dr. Sanni-Leea Aalto

Technical University of Denmark, DTU Aqua, Section for Aquaculture, The North Sea Research Centre, P.O. Box 101, DK-9850 Hirtshals, Denmark

Artículos originales:

Letelier-Gordo, C.O., Aalto, S.L., Suurnäkki, S. and Pedersen, P.B., 2020. Increased sulfate availability in saline water promotes hydrogen sulfide production in fish organic waste. *Aquacultural Engineering*, 89, p.102062.

Rojas-Tirado, P., Aalto, S.L., Åtland, Å. and Letelier-Gordo, C., 2021. Biofilters are potential hotspots for H₂S production in brackish and marine water RAS. *Aquaculture*, 536, p.736490.

Webinar Announcement:

Down the rabbit hole- unraveling H₂S in RAS

DATE: 8th June: TIME: 17:30 CEST

Dr. Sanni Aalto and Dr. Carlos Letelier-Gordo, DTU Aqua



In the webinar, Dr. Aalto and Dr. Letelier-Gordo will present results on H₂S production dynamics and microbiology gained in the laboratory experiments under different salinities, carbon sources, carbon to sulfate ratios and in different marine RAS compartments (fish organic waste, water, and bioelements)

Note: as member, you do not have to register, but you will receive an email with zoom link 3 hours before the seminar

Industrial Spotlight

Estrategia de oxigenación para RAS utilizando columnas empaquetadas presurizadas

Por KC Hosler, P.Eng. y Ben Briese, EIT - PR Aqua ULC

La columna compacta presurizada (PPC) es una tecnología de oxigenación altamente eficaz para su uso en aplicaciones de acuicultura. Una PPC consta de un recipiente a presión lleno de medios de empaque, una bomba, mecanismos de control para la adición de oxígeno y alivio de presión, y tuberías de interconexión. El PPC proporciona un entorno de intercambio de gas rápido al aumentar tanto la presión parcial de oxígeno como el área de superficie gas-líquido.

Según la ley de Henry, la solubilidad de un gas en un líquido es directamente proporcional a la presión de ese gas en la superficie del líquido. Debido a la presión elevada dentro del recipiente y la inyección de gas oxígeno puro, la presión parcial de oxígeno dentro de un PPC puede ser hasta 50 veces mayor que la del oxígeno en el aire atmosférico. La presión parcial elevada es la fuerza motriz que impulsa tanto la velocidad de transferencia de gas como la cantidad total de gas que potencialmente se puede absorber.



Por ejemplo, a una presión de funcionamiento de 100 psig de una atmósfera rica en oxígeno, la concentración de saturación de oxígeno en agua dulce a 10 ° C es 416 mg/L en comparación con 11 mg/L en condiciones atmosféricas normales. La concentración de saturación dentro del recipiente representa el gas potencial máximo que puede transferirse al agua.

Este potencial se realiza solo cuando también brinda la oportunidad de que se produzca la transferencia de gas. El uso de medios de empaque al azar dentro del recipiente de PPC rompe el agua en gotas y películas delgadas, aumentando el contacto entre el gas y el líquido. La altura del lecho de empaque, que se define por la altura total del recipiente y el nivel del agua dentro del recipiente, también afecta el tiempo total de contacto. La profundidad del lecho de empaque en un PPC suele ser superior a 1.5 m (60 pulgadas).

Figure 1: Fiberglass pressurized packed column from PR Aqua

Como resultado de la alta presión y la alta profundidad de empaque, los PPC pueden alcanzar niveles muy altos de sobresaturación de oxígeno (comúnmente > 2000% de saturación en condiciones atmosféricas) con una eficiencia de transferencia muy alta (> 98%). Ventajas adicionales de los PPC que incluyen una huella baja (debido a una alta tasa de carga hidráulica) y una respuesta rápida a las tasas de flujo de oxígeno cambiantes (que permite una operación automatizada en respuesta a los niveles de oxígeno disuelto)

Las desventajas de las PPC incluyen un costo de capital relativamente alto, requisitos de energía y complejidad. Sin embargo, cuando se aplica adecuadamente, estas desventajas pueden disminuir y el PPC puede ser una de las soluciones de oxigenación más rentables para las instalaciones de acuicultura.

Aplicación

Una aplicación típica es usar un PPC para lograr un nivel de oxígeno muy alto en un flujo de corriente lateral pequeño y luego mezclar el agua oxigenada con el flujo del proceso principal o entregarla directamente a los tanques de cultivo. Se debe tener cuidado en el diseño para garantizar que no se produzcan gases en la tubería de transporte después de la oxigenación. A menudo, es ventajoso tener el punto de inyección lo más cerca posible de la pecera (o directamente en la pecera) para limitar la posibilidad de emisión de gases.

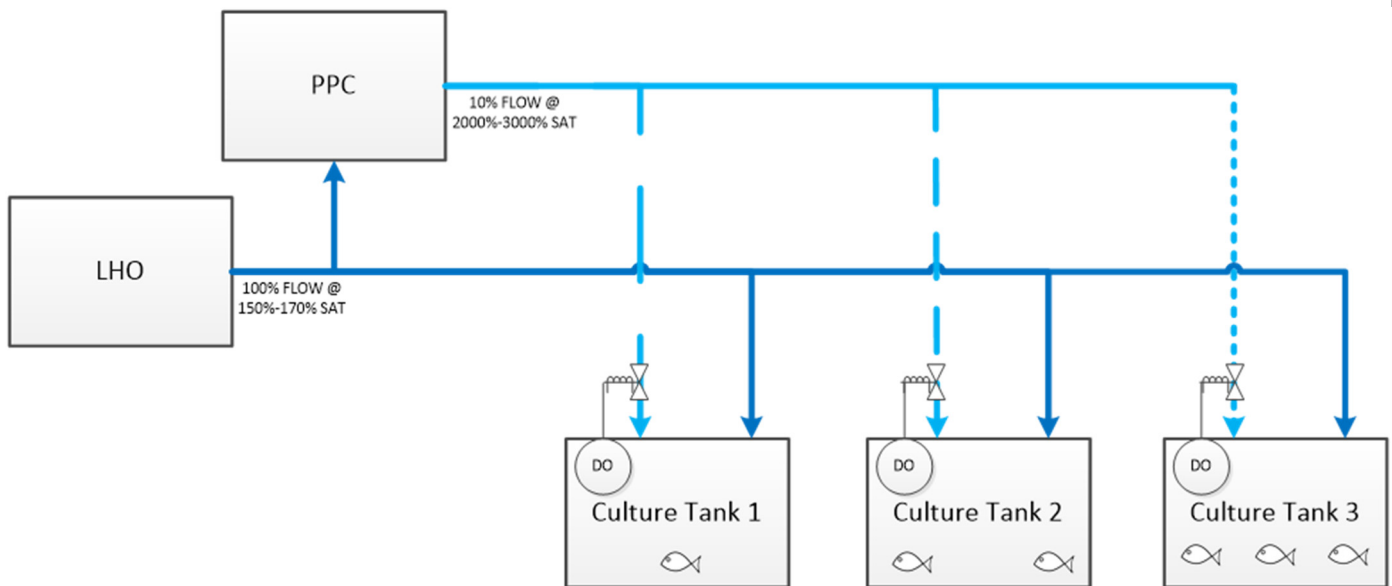


Figure 2: Highly effective oxygenation strategy using both LHO and PPC

En PR Aqua, una de nuestras estrategias de oxigenación preferidas para RAS implica el uso de PPC en combinación con Low Head Oxygenator (LHO). El LHO, que opera a menos de 1.0 m de altura hidráulica, es un método rentable para lograr niveles moderados de oxígeno en grandes caudales. Debido a su baja presión de operación, el LHO también tiene la capacidad de desplazar el nitrógeno disuelto a medida que se agrega oxígeno, lo que brinda protección contra la sobresaturación de nitrógeno y permite el uso de oxígeno generado a bajo costo (que tiene un contenido elevado de nitrógeno). Sin embargo, los LHO responden con lentitud cuando cambian las condiciones de funcionamiento y funcionan mejor cuando los caudales de agua y oxígeno son constantes. El LHO es más eficaz cuando se instala de forma centralizada y se utiliza para establecer un nivel de oxígeno de referencia constante para todos los tanques de cultivo. Se requiere otra tecnología para responder a las rápidas fluctuaciones en la demanda de oxígeno que pueden ocurrir en cada tanque durante la alimentación, por variaciones diurnas en la actividad de los peces o durante la transferencia de peces y otros eventos de estrés.

El PPC es una opción óptima para esta aplicación, ya que responde muy rápidamente y puede automodularse para mantener niveles constantes de oxígeno. El PPC generalmente se instala para proporcionar agua altamente oxigenada a través de una tubería de distribución dedicada para inyección en cada tanque de cultivo. Las válvulas solenoides de cada tanque se abren automáticamente según sea necesario en función del control de oxígeno disuelto en ese tanque. A medida que las válvulas se abren y cierran, los cambios de presión en la tubería de distribución hacen que la velocidad de la bomba PPC se ajuste automáticamente, manteniendo la presión objetivo dentro del recipiente PPC para garantizar condiciones óptimas para la transferencia de oxígeno. El flujo de oxígeno al interior del recipiente también se regula automáticamente en función de la tasa de absorción de oxígeno que está indicada por el nivel del agua dentro del recipiente.

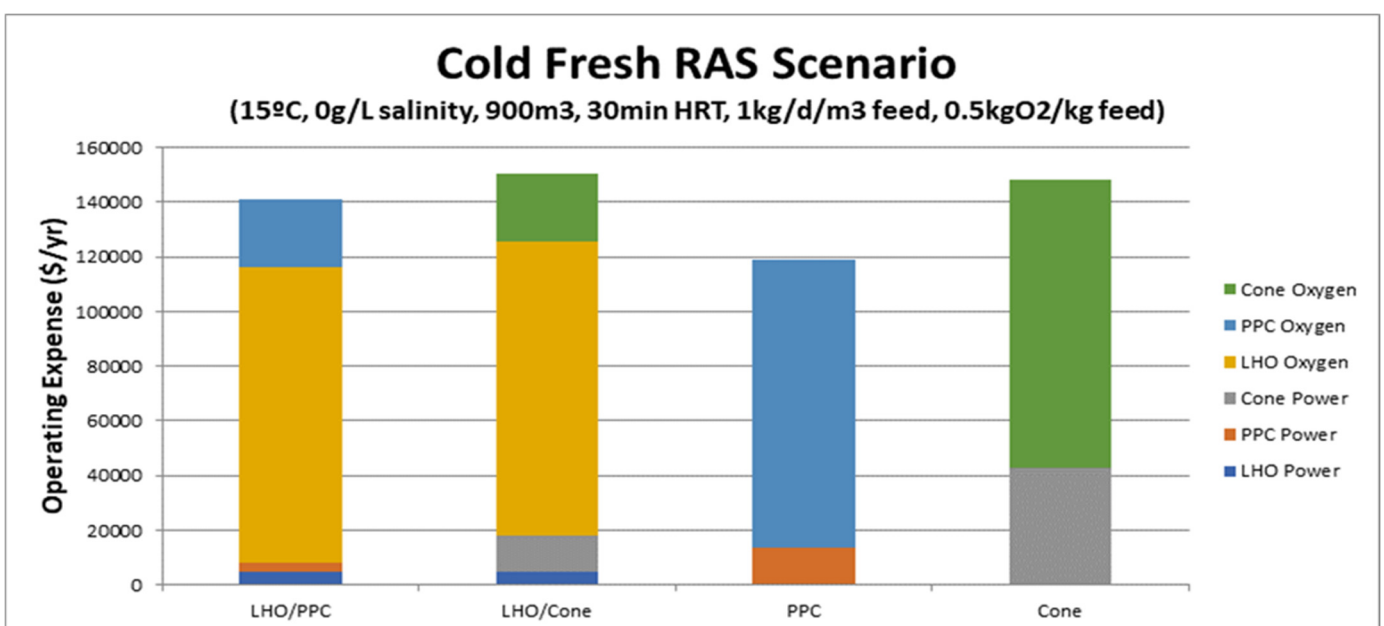


Se ha descubierto que esta combinación de tecnologías de oxigenación de alta y baja presión es muy eficaz para optimizar los costes operativos y de capital, al tiempo que se obtienen todos los beneficios de cada tecnología individual.

- El LHO proporciona gran parte de la carga de oxígeno a una presión de funcionamiento muy baja, lo que permite minimizar el tamaño y el costo del PPC.
- Debido a que el PPC gestiona la carga variable en los tanques, el LHO puede funcionar en condiciones de funcionamiento estables y con su máxima eficiencia de transferencia de oxígeno.
- Las bombas de alta presión que consumen mucha energía asociadas con el PPC solo funcionan tanto como se requiere, apagándose o apagándose para conservar energía cuando la demanda de oxígeno es baja.
- El funcionamiento a alta presión del PPC permite reducir el tamaño de las costosas válvulas de control para la inyección de agua oxigenada en los tanques.
- El LHO también puede usarse para contacto con ozono, para controlar los niveles de nitrógeno disuelto, y puede usarse con oxígeno generado para reducir aún más los costos operativos.

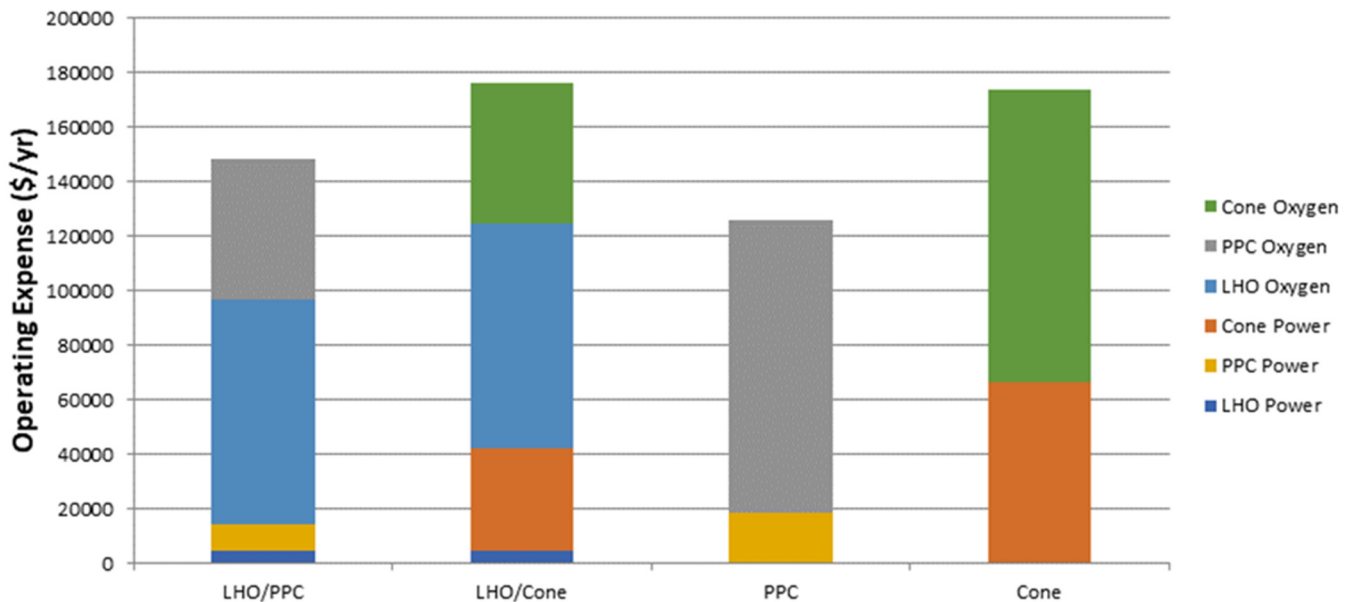
Caso de estudio

El siguiente estudio de caso compara el gasto operativo de varias configuraciones de dispositivos de oxigenación para escenarios marinos cálidos y de agua dulce fría. Los supuestos de gastos operativos se basaron en el uso de oxígeno y electricidad a tarifas locales de la isla de Vancouver, BC, Canadá (\$ 0,65/kg O₂ y \$ 0,10 /kWh). En este estudio no se consideró la generación mecánica de oxígeno. La instalación considerada sería típica de un módulo de producción de smolt (15°C, 0ppt de salinidad) o de engorde marino (25°C, 30ppt de salinidad), consistente en un volumen de cultivo de 900m³, volcando a razón de dos (2) volúmenes de cultivo por hora (30min HRT). Se asume una tasa de alimentación de 1.0 kg/d/ m³ de volumen de cultivo, con una tasa de consumo de oxígeno de 0.5 kg O₂ / kg de alimento (por pez). Se supone que los tratamientos de aireación aguas arriba de la oxigenación lograrán una saturación de OD del 95%, mientras que la concentración de oxígeno del tanque mixto se mantendrá al 90% de saturación. El estudio de caso considera el uso de un oxigenador de cabeza baja (LHO), un cono de oxígeno y una columna empaquetada presurizada (PPC) en varias combinaciones.



Warm Marine RAS Scenario

(25°C, 30g/L salinity, 900m³, 30min HRT, 1kg/d/m³ feed, 0.5kgO₂/kg feed)



Las configuraciones específicas comparadas incluyen emparejamiento LHO / PPC, emparejamiento LHO / Cone, solo PPC y solo cono. Cuando se utilizaron LHO, se supuso que proporcionaban una concentración de oxígeno de referencia de saturación del 170%. Se supuso que funcionaban con un diferencial de nivel de agua de 0,85 m (2,3 pies), incluido el soporte del orificio y la altura de caída. Se consideró que las bombas de recirculación RAS funcionan con una eficiencia del 75%, mientras que las bombas PPC y Oxygen Cone tienen una eficiencia operativa supuesta del 70%. Los resultados gráficos indican que tanto para escenarios marinos frescos como fríos, el PPC tiene el costo operativo más bajo de las cuatro configuraciones de oxigenación analizadas. El emparejamiento LHO / PPC opera con el menor consumo de energía, seguido del emparejamiento PPC, LHO / Cone y el Cone. El uso de oxígeno es similar tanto para el PPC como para el Cono, mientras que el LHO consume más oxígeno (menor eficiencia de transferencia).

Si bien los resultados que se muestran son específicos de los costos de recursos para la isla de Vancouver, BC. En todos los casos, el emparejamiento PPC o PPC / LHO tendrá el costo operativo más bajo independientemente de las variaciones regionales del costo de los recursos. Sin embargo, los otros beneficios del emparejamiento LHO / PPC (como se discutió anteriormente) generalmente hacen que esta solución sea más ventajosa en general para las aplicaciones RAS.

PR Aqua ULC

PR Aqua es un proveedor líder de tecnología y diseño de acuicultura con sede en Columbia Británica, Canadá. Durante más de 20 años, PR Aqua ha brindado soluciones integradas de tratamiento de agua y manejo de peces para las industrias de la acuicultura pública y comercial.

El equipo de PR Aqua es un grupo de profesionales de gestión de proyectos, ingeniería y operaciones, con experiencia específica en el diseño, construcción y operación de sistemas de acuicultura, que se especializa en sistemas de recirculación de acuicultura (RAS). Apoyamos a nuestros clientes con una amplia gama de servicios que incluyen planificación de proyectos, diseño de ingeniería, entrega de equipos de proceso especializados, soporte de construcción y servicios de inicio y capacitación.



Upcoming Events 2021

AQUACULTURE AMERICA 2021

San Antonio, Texas, USA August 11-14 2021 New dates

ASIAN PACIFIC AQUACULTURE 2021

Surabaya, Indonesia Sept 7-10

WAS North America & Aquaculture Canada 2021

St John's Newfoundland, Canada, Sept 26 – 29 New Dates

AQUACULTURE EUROPE 2021

Madeira, Portugal Oct 5-8

WORLD AQUACULTURE 2021

Merida, Mexico November 15-19

AQUACULTURE AFRICA 2021

Alexandria, Egypt December 11-14 new dates



AQUACULTURAL ENGINEERING SOCIETY

AES Sponsors



YSI Inc.

1700/1725 Brannum Lane
Yellow Springs, OH 45387
Tel: 937-767-7241
environmental@ysi.com
www.ysi.com



Aqua Logic, Inc.

9558 Camino Ruiz
San Diego, CA 92126
Tel: 858-292-4773
info@AquaLogicinc.com
www.aqualogicinc.com



PR Aqua, ULC

711 Poplar St
Nanaimo, BC V9S 5L8
ph: 250-714-0141
info@praqua.com
www.praqua.com



Megasupply

3559 NW 82nd Avenue
Miami, FL 33122
ph: 305-381-0210
orders@megasupply.net
www.megasupply.net

Nuestros patrocinadores son un componente integral de nuestra sociedad. Lo invitamos a que se comunique con ellos cuando busque productos o servicios de acuicultura.

Interesado en ser un patrocinador?

El patrocinio de la AES incluye:

- Publicidad de su empresa como patrocinador en las Noticias de AES
- Publicar su empresa como patrocinador en la página web de AES
- Membresía anual y suscripción a revista Aquacultural Engineering

Si está interesado en convertirse en patrocinador, visite www.aesweb.org/sponsors o comuníquese a info@aesweb.org.

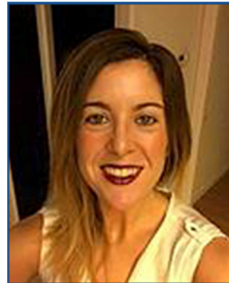


AQUACULTURAL ENGINEERING SOCIETY

AES Officers & Board of Directors



Carlos Letelier, PhD
Denmark
President



Maddi Badiola, PhD
Spain
1st Vice President



Matt Campbell
USA
2nd Vice President



Astrid Bulan Holan
Norway
Past President



Tim Pfeiffer, PhD
USA
Secretary/Treasurer



K.C. Hosler, P.Eng
Canada
Director



Mark Schumann
Germany
Director



Paulo Fernandes, PhD
Norway
Director



Farshad Shishehchian, PhD
Singapore
Director



Sanni Aalto, PhD
Denmark
Director



John Colt, PhD
USA
Administrative Assistant

THE AQUACULTURE ENGINEERING SOCIETY

EMAIL: info@aesweb.org

WEBSITE: www.aesweb.org

Para asegurar recibo de nuestro email, favor de agregar info@aesweb.org a su libreta de direcciones.