Alliance
(https://www.aquaculturealliance.org)

Global Aquaculture Advocate M

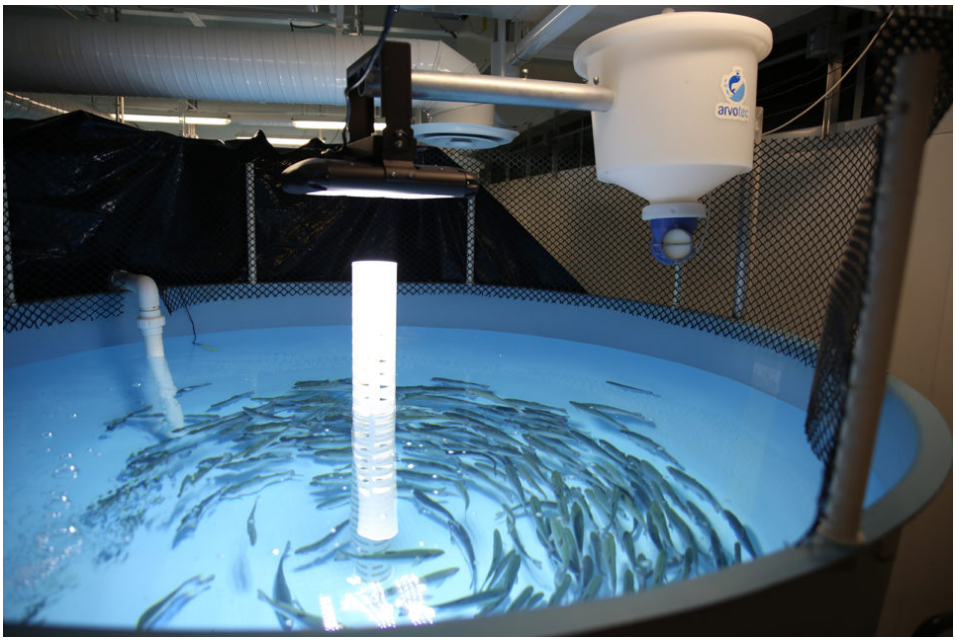
LEADERSHIP & INNOVATION (/ADVOCATE/CATEGORY/LEADERSHIP-INNOVATION)

Desarrollos en tecnologías de contención cerrada para salmónidos, parte 2

Monday, 2 April 2018

By Steven Summerfelt, Ph.D.

Conocimiento mejorado de sistemas cerrados, innovaciones en alimentos acuícolas



Instalación de manipulación de fotoperíodo en un tanque de 5 metros cúbicos en la Universidad de British Columbia. Los tanques están cubiertos con una lona negra (no se muestra); una lámpara LED 168

(20,000 lm, 5,000 K) con control brillante del temporizador está instalada en el soporte del alimentador sobre el centro del tanque. Foto de Kevin Stiller.

La primera mitad del segundo día de la conferencia destacó los esfuerzos de investigación para mejorar nuestra comprensión de la producción de trucha y salmón en sistemas de contención cerrada. **(Lea la parte 1 de este artículo).**

- Colin Brauner de la Universidad de Columbia Británica describió la investigación sobre los efectos del fotoperíodo y la salinidad (2.5, 5, 10 y 30 ppt) en el salmón del Atlántico y el crecimiento y maduración del salmón coho en una prueba de crecimiento de 300 días. Señaló que el fotoperíodo tuvo un gran efecto en el crecimiento del salmón del Atlántico y la maduración sexual. En particular, un fotoperiodo 12:12 (claro: oscuro) redujo el crecimiento en un 15 a 20 por ciento en comparación con la luz continua, a pesar de que la alimentación de todos los peces estaba restringida al 1 por ciento de peso corporal por día. Sin embargo, el fotoperíodo 12:12 virtualmente eliminaba la maduración temprana que fue de alrededor del 30 por ciento en luz continua, un hallazgo que fue independiente del tamaño corporal. Hasta el día 120, una salinidad de 10 ppt aumentó significativamente el crecimiento en el salmón del Atlántico; sin embargo, en general, el fotoperíodo tuvo un efecto mayor que la salinidad a lo largo de la prueba de crecimiento.



La maduración temprana del salmón del Atlántico cultivado en RAS con luz continua creó variaciones de tamaño en el estudio de la Universidad de Columbia Británica. Foto de Kevin Stiller.

- Lill-Heidi Johansen de Nofima (Noruega) describió los muchos proyectos cubiertos por CtrlAQUA, particularmente en el departamento de salud de peces. Nofima es la institución anfitriona de CtrlAQUA. El objetivo general del programa CtrlAQUA es desarrollar y refinar los parámetros ambientales y de cría para la producción optimizada de post-smolts de salmón del Atlántico en sistemas de contención cerrada, ya sea en sistemas RAS terrestres o flotantes. CtrlAQUA ha recibido fondos de 200 millones de coronas noruegas ($24 millones) por parte del Consejo de Investigación de Noruega y socios de la industria desde 2015 hasta 2023. Los proyectos se centran en optimizar la producción post-smolt en sistemas de contención cerrados tanto flotantes como terrestres. Lill-Heidi informó que ahora hay 23 tipos de sistemas flotantes de contención cerrados en desarrollo en Noruega. Y, en 2017, CtrlAQUA apoyó 14 proyectos divididos entre tres departamentos. Uno de los principales enfoques es mejorar la forma de detectar, limitar y controlar el entorno utilizados para la cría de post-smolts. Otro enfoque de CtrlAQUA es apoyar el desarrollo de nuevos talentos, que incluye un objetivo de 15 nuevos Ph.D.s graduados.Sigurd Handeland de UNI Research (Noruega) presentó un proyecto CtrlAQUA que estudió la producción post-smolt en tres sistemas de contención cerrada

a escala comercial, es decir, Preline, Neptune y Eco Cage. Los tres sistemas fueron desplegados en el mar para cultivar salmón del Atlántico de 100 gramos a aproximadamente 1,000 gramos; el smolt de salmón fue transferido al mar a fines de otoño. Los tres estudios encontraron que los sistemas de contención cerrados produjeron un crecimiento igual o mejor y conversión alimenticia que en un control experimental de jaula en mar abierto. La mortalidad acumulada también fue muy baja, de menos del 2,5 por ciento, en los tres estudios. Los niveles de piojos de mar también fueron bajos en los tres sistemas de contención cerrada. Los peces se ejercitaron en el flujo dentro de cada sistema de contención cerrado, lo que resultó en una frecuencia 3,8 veces mayor de fibras musculares pequeñas al final de la fase post-smolt en un grupo entrenado y podría producir un mejor crecimiento más adelante. Los resultados del programa de detección de la salud de los peces también mostraron una mayor frecuencia de virus de viruela, virus ISAV y más amebas (*Paramoeba perurans*) en peces cultivados en sistemas abiertos en comparación con los sistemas de contención cerrados.

- Jelena Kolarevic de Nofima (Noruega) informó sobre dos estudios adicionales de CtrlAQUA con sistemas flotantes de contención cerrada, es decir, Flexi Bag y Concrete Tank. No se observaron piojos en los sistemas de contención semi-cerrada examinados. La calidad del agua en ambos sistemas estaba dentro de las recomendaciones actuales y las condiciones de velocidad del agua en el tanque de concreto ofrecían buenas condiciones de entrenamiento para post-smolts. Los resultados generales sobre la supervivencia y el rendimiento fueron satisfactorios. Sin embargo, en dos ocasiones en el Flexi Bag, la enfermedad de las agallas amebiana y las medusas causaron mortalidades. Jelena también señaló que el reciente informe de Price Waterhouse Coopers estima que Noruega tiene el potencial de producir 3,5 millones de toneladas por año para el año 2050, que incluye 1 millón de toneladas de producción terrestre.



Tres sistemas flotantes de contención cerrada en Smøla/Nekton Havbruk AS – de izquierda a derecha: el tanque de concreto “Salmon home # 1” (mientras se está desplegando), sistema de contención semi-cerrado flexible flotante y tanque Fiberglass AgriMarine. Foto de Jelena Kolarevic.

- Trine Ytrestoyl de Nofima (Noruega) informó sobre un estudio CtrlAQUA donde post-smolts de salmón del Atlántico se criaron a 200 gramos o 600 gramos, en agua dulce o en agua salobre de 12 ppt, a fotoperíodos

de 12:12 (claro: oscuro) o 24- horas de luz. Descubrieron que la luz de 24 horas y 12 ppt de salinidad mejoraban ligeramente el crecimiento en el post smolt criado en RAS hasta 600 g. Sin embargo, no hubo efectos del fotoperíodo o la salinidad en la supervivencia después de la transferencia de agua de mar con post-smolts de 600 g. No hubo efectos del tratamiento sobre la maduración de machos. Smolts sembrados en el mar a 100 gramos crecieron a un tamaño más grande que los post-smolts sembrados a 200 o 600 gramos en el mar. No hubo ningún efecto de la salinidad o el tratamiento con luz en el RAS sobre el crecimiento general de los peces de 30 a 3,000 gramos.

- Vasco Mota de Nofima (Noruega) informó que, aunque el aumento en los niveles de dióxido de carbono no tuvo efecto en las cataratas, los puntajes de bienestar de los peces o la nefrocalcinosis, encontraron que los niveles crecientes de dióxido de carbono disminuyen linealmente el crecimiento del salmón del Atlántico después del smolt cuando se cultivan a una salinidad de 12 ppt y 13 grados-C. Esta investigación de CtrlAQUA está proporcionando una valiosa orientación sobre la calidad del agua para limitar los impactos del dióxido de carbono disuelto en post-smolts de salmón del Atlántico cultivado en sistemas de contención cerrada.
- Yonathan Zohar, del Instituto de Tecnología Marina y Ambiental de la Universidad de Maryland, Condado de Baltimore, informó sobre el progreso para desarrollar un enfoque no basado en OGM para la creación de peces estériles. La técnica de Wong y Zohar (2015) se basa en alterar la migración de las células germinales primordiales, que se produce durante el desarrollo embrionario temprano, a la cresta gonadal, que finalmente conduce a gónadas que no tienen células germinales y a peces estériles reproductivamente. La tecnología se basa en la inmersión a corto plazo de los óvulos o embriones, antes o en la fertilización, en compuestos que evitan específicamente la migración dirigida de las células germinales primordiales. Yoni describió los estudios más recientes sobre peces cebra, trucha arcoíris y salmón del Atlántico. Señaló que desarrollar un proceso confiable para producir salmón del Atlántico estéril y trucha arcoíris es fundamental para evitar la maduración sexual temprana y potencialmente mejorar el crecimiento general de la población, la conversión alimenticia y los rendimientos de filetes, lo que ayudará a aumentar la eficiencia de la producción a nivel nacional y mundial. Además, cultivar peces infértiles es la estrategia de contención genética más efectiva, para evitar que los peces que escapan de las operaciones de cultivo se propaguen o se mezclen con las poblaciones silvestres, apoyando así el desarrollo de una acuacultura ambientalmente responsable.
- Astrid Buran Holan, anteriormente de Nofima (Noruega), informó sobre la desinfección de los flujos de entrada de agua de mar utilizando ozono, radiación ultravioleta, filtración de microscopio u oxidación avanzada. Esta investigación de CtrlAQUA caracterizó las tecnologías de filtración y desinfección del agua para excluir o inactivar patógenos y parásitos en el agua del océano antes de ingresar a sistemas de contención cerrados.
- Chris Good proporcionó un resumen del estudio de investigación PHOTO llevado a cabo en The Conservation Fund Freshwater Institute en colaboración con científicos de Nofima, Universidad de Bergen, y UNI Research (Noruega) a través de la iniciativa de investigación plurianual CtrlAQUA. El estudio PHOTO se llevó a cabo para evaluar diferentes regímenes de fotoperíodo y alimentación y sus efectos sobre el rendimiento, la salud, la osmorregulación y la maduración de post-smolts de salmón atlántico en sistemas acuícolas de agua dulce, hasta 1,000 gramos de tamaño. Hasta ahora, los mejores post-smolts han sido aquellos provistos de fotoperíodo constante (es decir, 24 horas) y un régimen de alimentación del 100 por ciento; sin embargo, los resultados de la mayoría de los análisis de laboratorio están próximos, y los efectos a largo plazo del fotoperíodo natural y del régimen de alimentación reducido (60 por ciento) se evaluarán a medida que el salmón crezca al tamaño del mercado en 2018.
- John Davidson presentó hallazgos que sugieren que la dosificación continua de ácido peracético (PAA) en RAS no produce mejoras drásticas en la calidad del agua, como las proporcionadas por la ozonización a dosis bajas. La dosificación de ácido peracético no afectó negativamente a la nitrificación ni a la salud y el rendimiento de la trucha arco iris. Los autores encontraron que el aumento del potencial de reducción oxidativa (ORP) se asoció con la dosificación de ácido peracético, lo que sugiere que el ORP podría usarse para controlar y controlar los residuos de PAA en los sistemas de producción de peces.
- Yo presenté los hallazgos de dos estudios que examinaron el rendimiento de salmón del Atlántico todas-hembras cuando se cultivaron a talla de mercado en sistemas de contención de agua dulce en The Conservation Fund Freshwater Institute. Los salmones muestreados para tamaño gonadal en el primer estudio, realizado de 2009 a 2010 y con el apoyo de USDA ARS, no encontraron maduración femenina cuando se cultivaron dos cepas de salmón del Atlántico (una cepa exclusivamente femenina y la otra mixta) a aproximadamente 13 grados-C en un sistema de reutilización de agua dulce al tamaño del mercado (4 kg). El segundo estudio llevado a cabo de 2016 a 2017, sin embargo, encontró altos niveles de maduración femenina en un germoplasma exclusivamente femenino; una evaluación retrospectiva sugirió que estos peces podrían haber recibido accidentalmente una segunda señal de fotoperíodo de invierno como post-

smolts cuando se cultivaron bajo luz continua, lo que conduce a una mayor maduración durante el crecimiento. Esta hipótesis, sin embargo, no ha aún sido probada.

Innovaciones de alimentación

La tarde incluyó dos presentaciones sobre innovaciones en alimentos de peces.

- Roar Sandvik de Skretting (Noruega) presentó su trabajo para optimizar los alimentos para el salmón del Atlántico y las truchas para sistemas de contención cerrada. Dijo que los ingredientes del alimento se seleccionan para proporcionar alta digestibilidad, biodisponibilidad de nutrientes y crecimiento de peces, así como también por costo. Señaló que, en América del Norte, es relativamente fácil obtener muchos de los ingredientes localmente y que América del Norte también tiene una gama más amplia de opciones de ingredientes porque ciertas proteínas y grasas animales se permiten en alimentos para peces en América del Norte pero no en Europa. Dijo que Skretting está aplicando goma guar de alta calidad según sea necesario para producir pelets fecales más estables, pero que la harina de sangre también puede mejorar la estabilidad fecal. Sandvik concluyó mostrando un nuevo laboratorio de investigación que Skretting acaba de abrir en Lerang (Noruega) que tiene doce sistemas RAS experimentales, cada uno con tanques de 1,5 metros cúbicos. Dijo que la instalación permitirá la evaluación de nuevas dietas para ayudar a asegurar que los factores de rendimiento, como el crecimiento, FCR, calidad del agua, digestibilidad de la dieta y la estabilidad de los pelets fecales se mantengan para apoyar el éxito futuro en los sistemas RAS.
- Jason Mann de Evaqua (Idaho) destacó la perspectiva de un productor sobre los ingredientes de los alimentos. Animó a más piscicultores a insistir en que el proveedor de alimentos utilizara solo ingredientes de alta calidad. Los aceites, por ejemplo, deben obtenerse con baja oxidación y alta digestibilidad. También señaló que se debe tener cuidado para asegurar que los frijoles y las lentejas no contribuyan demasiados componentes anti-nutricionales que pueden crear enteritis en los peces y/o pelets fecales inestables. Sugirió que era tremendamente prometedor utilizar ingredientes de origen norteamericano y que se estaban desarrollando nuevas fuentes de proteínas y ácidos grasos omega-3 que serían más competitivas con los precios de la harina de pescado y el aceite de pescado. Los productores desean y solicitan alimentos para peces que sean consistentes y hecho de ingredientes de alta calidad. En ocasiones, puede existir la tentación de obtener ingredientes de alimentos de menor costo que puedan comprometer el rendimiento de los peces, la estabilidad fecal o el contenido nutricional (por ejemplo, contenido de ácidos grasos omega-3) de los filetes producidos. Un diálogo abierto entre el piscicultor y el proveedor de alimentos es muy importante, ya que los consumidores de productos del mar piden una mayor transparencia para los alimentos de los peces cultivados.

El AIW concluyó con tres presentaciones de proveedores de la industria que desafían el status quo con innovaciones en el diseño de RAS y la gestión de residuos. K.C. Hosler de Pentair (Columbia Británica) y Frederic Gaumet de Krüger Kaldnes Veolia (Noruega) presentaron sobre mejoras progresivas en el diseño de RAS de salmón.

Como ingeniero, realmente aprecié la lógica de diseño que describió K.C. Hosler, ya que ha optimizado las tecnologías de tratamiento de agua y su integración con RAS de salmón en la última década. También valoré la escala y la continuidad de los proyectos que Krüger Kaldnes Veolia ha llevado a cabo. Frederic Gaumet presentó los primeros datos de la planta piloto de RAS 2020 en Suiza, así como los planes y acciones de Veolia para desarrollar a través de la digitalización una herramienta proactiva e integrada para la operación y gestión diaria de RAS. Lars Rohold of Scanship AS (Noruega) presentó los métodos de deshidratación y secado de biosólidos que se aplican en varias de las grandes instalaciones de RAS que producen smolts y post-smolts en Noruega. Lars señaló el potencial de crear valor a partir de los biosólidos provenientes de la piscicultura.



Primera planta de RAS 2020 en Suiza, Swiss Alpine Fish, que produce salmón del Atlántico de agua alpina pura. Foto de Veolia Water Technologies.

Los videos de las presentaciones y/o los archivos Adobe PDF de las presentaciones de PowerPoint están disponibles en la página web de AIW (**AIW webpage** (https://www.conservationfund.org/our-work/freshwater-institute/aquaculture-innovation-workshop)) para la mayoría de las presentaciones para las cuales los autores otorgaron permiso.

Observaciones finales

Hemos organizado y convocado nueve AIWs; todos se han centrado en comunicar las oportunidades y desafíos biológicos, técnicos, económicos y de comercialización que rodean la producción de salmónidos en sistemas de contención cerrada, pero especialmente en RAS con base en tierra.

Desde que se realizó el primer AIW en 2011, una razón clave para el éxito de estos AIW ha sido el diálogo abierto y la voluntad de compartir información sobre tecnologías RAS emergentes entre aquellos que de otra manera podrían considerarse competidores, es decir, productores comerciales, proveedores y consultores. Todos nos hemos beneficiado cuando los primeros usuarios compartieron las lecciones aprendidas mientras diseñaban y construían sus instalaciones.



Salmón Kuterra en un tanque de cosecha. Foto de April Bencze.

Estos pioneros de la industria (como Kuterra, Langsand Laks, Billund, Veolia, Pentair y otros) han compartido graciosamente sus esfuerzos para innovar y desafiar el status quo. Además, la inversión masiva en RAS para producir smolts y post-smolts de salmón en Noruega (y en todo el mundo) también ha ayudado a mejorar la tecnología y capacitar al personal que a menudo se contrata para trabajar en RAS para que la trucha y el salmón alcancen el tamaño del mercado.

El aumento de la inversión en RAS de salmónidos (ya sea para smolt /post-smolt o para peces de mercado) está acelerando su despliegue, lo que finalmente ha llevado a reducciones de los costos de capital y operativos debido a mejoras tecnológicas, estandarización en equipos y métodos de construcción, y economías de escala.

Personalmente, es gratificante ver que un importante mensaje para el AIW fue que la industria existente, junto con las instituciones financieras y los empresarios, están cada vez más comprometidos con la adopción de RAS para aumentar la producción de salmón del Atlántico. Este es un gran cambio desde 2011, cuando pocas personas fuera de nuestro grupo consideraron que el RAS sería un sistema biológico, técnico y económicamente viable para la producción de salmón del Atlántico de tamaño comercial. Hasta hace tan solo dos años, parecía que el cambio estaba sucediendo muy lentamente, al menos en los Estados Unidos, donde el gobierno generalmente no subvencionará la inversión inicial en contraste con las prácticas de la Unión Europea. Sin embargo, el cambio ahora está ocurriendo mucho más rápidamente y parece estar acelerándose con la atención de los principales productores de salmón, grandes empresas de suministro de equipos, instituciones financieras y otros inversores.



Salmón del Atlántico producido en un sistema de contención cerrado en tierra en el Freshwater Institute del Conservation Fund. Foto de The Conservation Fund.

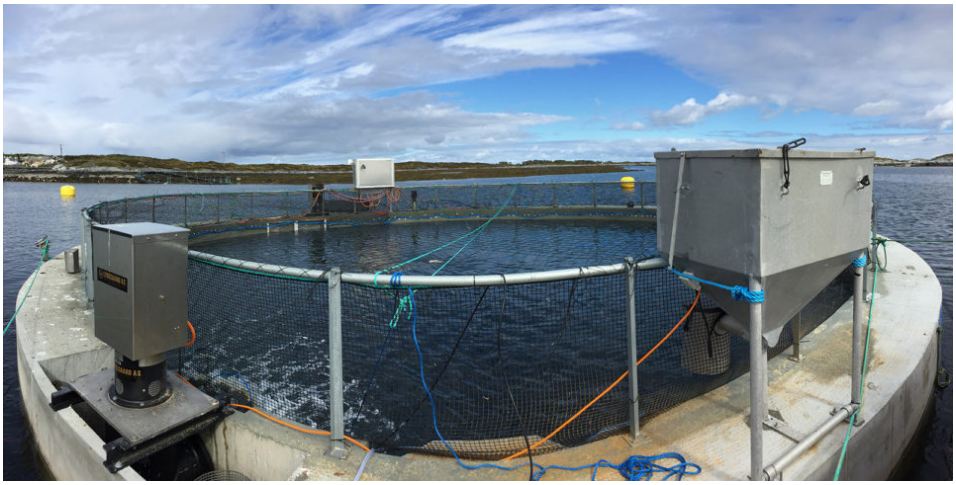
Las empresas para producir salmón del Atlántico criado en tierra ya están establecidas en Europa y Canadá, pero recién comienzan en los Estados Unidos. Como se indicó anteriormente, Superior Fresh LLC en Wisconsin será el primer productor comercial de los Estados Unidos en poner salmón del Atlántico en el mercado este verano. Además, Atlantic Sapphire está construyendo actualmente una gran "casa azul" para producir salmón del Atlántico de tamaño comercial en Florida. Y, **Nordic Aquafarms** (https://www.aquaculturealliance.org/advocate/norwegian-land-based-salmon-farmer-finds-maine-open-business/) y Whole Oceans han anunciado sus intenciones de lanzar dos grandes granjas de salmón del Atlántico con base en tierra en Maine. Hay varios proyectos adicionales que aún no se han hecho públicos, pero es probable que estos empujen la inversión total de los EE. UU. hacia $500 millones en solo unos pocos años.

La costa este de los EE. UU. parece ser un nexo para estos proyectos, pero se están trabajando en proyectos en todo el país. Todavía no está claro cuáles de estos proyectos en desarrollo finalizarán su financiamiento; el financiamiento parece ser el mayor desafío para la mayoría de los proponentes del proyecto. Su éxito económico final dependerá de muchos factores, incluida la confiabilidad de su tecnología, la efectividad de su personal y los programas de capacitación del personal, su capacidad para desarrollar una marca durante la comercialización, el futuro mercado del salmón, la fortaleza futura del dólar estadounidense y otras cuestiones relacionadas con su plan de negocios. La investigación y el desarrollo que se han presentado en AIW han brindado un apoyo esencial a los nuevos productores, proveedores de sistemas y consultores que trabajan con tecnologías RAS; ha ayudado a mejorar la fiabilidad biológica y técnica de estos sistemas de producción a la vez que ha reducido el riesgo.

Gracias a la previsión de grupos como el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de EE. UU. y el Consejo de Investigación de Noruega (más recientemente CtrlAQUA; RASALMO anteriormente), quienes han apoyado este esfuerzo innovador para desarrollar RAS para salmón y trucha incluso antes de que la industria existente sospechara que estos sistemas de producción serían necesarios.

Esta investigación y desarrollo, a menudo presentado en el AIW, ahora está rindiendo frutos con la inversión empresarial en muchos sistemas de producción comercial, así como en los fotoperiodos aplicados, los bio-planos adoptados, el germoplasma seleccionado, las prácticas de bioseguridad y los procesos de eliminación del dióxido de carbono implementados, ozonización, control de sólidos, biofiltración, hidrodinámica de tanques de cultivo y acabado/purga.

Dicho esto, la tecnología aún avanza y evoluciona. Como ejemplo, las interacciones entre la inclusión de ingredientes dentro de las formulaciones de alimento, el rendimiento de los peces y la calidad del agua resultante son de suma importancia en RAS, lo que requiere un trabajo continuo.



Leyenda: Las tecnologías flotantes de contención cerrada aún están evolucionando, como el tanque de concreto “Salmon home # 1” que se muestra aquí. Foto de Jelena Kolarevic.

El AIW continúa siendo una reunión catalítica que reúne a una comunidad de partes interesadas diversas para crear un espacio de comunicación enfocado, crítico para aumentar la adopción de sistemas de contención cerrada. Como grupo colectivo, estamos ayudando a establecer las tecnologías y los procedimientos necesarios para aumentar la producción de peces de una manera más ecológica y económicamente sostenible. Estos eventos han brindado una oportunidad importante para compartir innovaciones y lecciones aprendidas y continuar una conversación continua sobre la dirección de la industria.

Todavía estamos buscando una sede para el 10° AIW, que probablemente se realizará a fines de noviembre o principios de diciembre de 2018, probablemente en la costa este de los Estados Unidos. Hay una serie de nuevos proyectos de contención cerrada que esperamos incluir en el programa AIW 2018, así como más investigaciones sobre los aspectos biológicos y técnicos de estas nuevas tecnologías. Si está interesado en participar, esté atento a la reunión en nuestro sitio web, que se mencionó anteriormente en el artículo.

Author



STEVEN SUMMERFELT, PH.D.

The Conservation Fund Freshwater Institute
1098 Turner Road
Shepherdstown, WV 25443 USA

ssummerfelt@conservationfund.org (mailto:ssummerfelt@conservationfund.org)

Copyright © 2016–2019 Global Aquaculture Alliance

All rights reserved.