

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO INTELIGENTE DE OXIGENACIÓN MEDIANTE ENERGÍA SOLAR EN ESTANQUE DE GEOMEMBRANAS EXISTENTE EN EL SENA SUCRE

Autor: Ángel Douglas Mosquera; Cristian Pérez Naizzir, Rosa Elena Rojas, Ricardo zapata Stancey, Vanessa Flores.

Resumen: En este proyecto se propone diseñar y construir un prototipo inteligente de oxigenación mediante energía solar, en los estanque de geomembranas existente del SENA, con el fin de garantizar un suministro eficiente de oxígeno para la cría de tilapias en el departamento de sucre. A partir del diseño y construcción de este sistema inteligente de oxigenación se lograra optimizar la producción acuícola mediante la mejora en la salud y el crecimiento de los peces, al proporcionar niveles óptimos de oxígeno disuelto en el agua. Además de mejorar la producción, con este prototipo se reducirán los gastos de energía, lo que representa un ahorro para los productores.

Palabras claves: Oxigenación inteligente, energía solar, producción acuícola, estanques de geomembrana.

Abstract: In this project, it is proposed to design and build an intelligent oxygenation prototype powered by solar energy, in the existing geomembrane ponds at SENA, with the aim of ensuring an efficient oxygen supply for tilapia farming in Sucre. Through the design and construction of this intelligent oxygenation system, aquaculture production will be optimized by improving fish health and growth, as it provides optimal levels of dissolved oxygen in the water. In addition to improving production, this prototype will reduce energy costs, representing savings for producers.

Keywords: Intelligent oxygenation, solar energy, aquaculture production, geomembrane ponds

Introducción:

La alimentación y la nutrición de los humanos son procesos que desde la existencia de los homínidos primitivos han promovido cambios en la ingesta de los alimentos, con el propósito de obtener los nutrientes esenciales para suplir las necesidades metabólicas de sus funciones vitales.

A través de la historia, el consumo de pescado y otros productos derivados de la pesca le han permitido a la humanidad llevar a la mesa alimentos saludables de alto valor nutricional.

Colombia, por su posición tropical, su riqueza hídrica, e hidrobiológica y grandes extensiones de tierra, y la diversidad de pisos térmicos y ecosistemas acuáticos, tanto continentales como marinos y estuarinos, posee condiciones para promover el desarrollo de la acuicultura. En efecto, esta actividad tuvo su inicio en los años 30

del siglo xx, con la importación y siembra de la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y, posteriormente, con la introducción de una serie de especies foráneas como las carpas (*Cyprinus carpio*) y varias especies de cíclidos africanos como la *Oreochromis* sp. O tilapia roja (Elava, Gaitan, & Molina, 2022)

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos como peces, moluscos y crustáceos para consumo humano. Esta industria ha experimentado un rápido crecimiento en las últimas décadas debido a la creciente demanda de productos acuáticos y la disminución de las capturas de pesca silvestre.

La calidad del agua es un factor crítico en la acuicultura, y uno de sus componentes clave es el oxígeno disuelto. Los niveles de oxígeno en el agua pueden verse afectados por diversas variables, como la temperatura, la salinidad, la carga de organismos y la actividad biológica. La gestión adecuada del oxígeno disuelto es esencial para garantizar un ambiente saludable y equilibrado para los organismos acuáticos y para prevenir problemas de calidad del agua. (gaslogic, s.f.)

El equilibrio de este elemento puede determinar la salud y crecimiento de los peces. En estanques de cultivo, mantener niveles óptimos de oxígeno es fundamental para evitar problemas de hipoxia y asegurar un ambiente adecuado para el desarrollo acuático.

La gestión eficaz de esta variable permite a los productores controlar las condiciones del agua y mejorar la calidad de los sistemas acuáticos. Este aspecto técnico es esencial para optimizar la producción y minimizar riesgos asociados con la insuficiencia de oxígeno.

Niveles insuficientes de oxígeno disuelto pueden provocar hipoxia, una condición en la que los niveles de oxígeno en el agua son demasiado bajos para satisfacer las necesidades metabólicas de los peces. (prominent, s.f.)

El Caribe colombiano se consolida como el eje del crecimiento pesquero en Colombia, aportando 28.343 toneladas de producto acuícola durante 2024, según reveló el más reciente boletín técnico del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) sobre el Producto Interno Bruto Trimestral.

Este volumen productivo en el Caribe tiene una importancia estratégica para el sector agropecuario colombiano, ya que la pesca y la acuicultura reportaron un crecimiento del 18,2 % en el primer trimestre de 2025, en comparación con el mismo periodo del año anterior. Esta variación positiva no solo representa la cifra más alta dentro del agro, sino que también superó ampliamente a otros renglones como la silvicultura (11,4 %), la ganadería (8,9 %) y los cultivos agrícolas (2,4 %).

La región Caribe donde se destacan zonas como el Atlántico, Bolívar, Magdalena y Sucre ha sido fundamental para este repunte, gracias a sus condiciones ambientales favorables y a las inversiones públicas y privadas que han dinamizado la producción acuícola. El camarón de cultivo y la tilapia, por ejemplo, se han

convertido en productos estrella para la exportación, principalmente hacia mercados de Norteamérica y Europa, donde son altamente valorados por su calidad. (unap, 2025)

La contaminación del medio ambiente está causando diferentes enfermedades en la población por el uso de combustibles para la generación de energía eléctrica, este tipo de energía convencional tiene diferentes desventajas en el impacto ambiental, contaminación del agua y del aire, y el agotamiento de los recursos naturales y en la destrucción del planeta, este tipo de problemática permiten buscar alternativas en el uso de energías renovables disminuyendo las desventajas que hay en la generación de la energía eléctrica convencional, la tendencia de utilizar las diferentes opciones de energías renovables va en aumento de forma significativa para conseguir disminución en el impacto ambiental.

Al estar conscientes de la problemática de la generación convencional de la energía eléctrica y en búsqueda de dar solución a poblaciones que están retiradas de este tipo de redes eléctricas, se quiere aprovechar el uso de paneles solares en la utilización de energía fotovoltaica transformando la energía solar en electricidad tomando la radiación del sol en cada una de las células fotoeléctricas que tienen estos paneles produciendo una diferencia de potencial eléctrico obteniendo electricidad directa o continua y poder alimentar diferentes elementos que funcionan con corriente continua, pero si se requiere alimentar componentes con corriente alterna es necesario de un Inversor el cual se encarga de recibir la electricidad continua de los paneles solares y la convierte lo más similar en electricidad de corriente alterna. Este tipo de energía renovable se puede aplicar en diferentes ámbitos como en el alumbrado de exteriores o interiores, sin cableado que abarquen grandes extensiones o en la piscicultura o el cultivo de los peces de forma controlada para sistemas de aireación, para el control del crecimiento de los peces y la piscicultura intensiva la cual se caracteriza en tener una producción de peces de forma controlada con fines comerciales con estanques para la siembra y cosecha de forma periódica de forma programada, con un control de la calidad del agua con sistema de aireación, y control en la alimentación donde se realiza con concentrados ricos en proteínas. (Riaño & Vargas, 2020).

Este proyecto tiene como objetivo construir un prototipo inteligente de oxigenación mediante energía solar, en un estanque de geomembrana ubicado en el SENA Sucre, sede le gallera.

Metodología:

Este proyecto se desarrollara en el centro de formación **SENA La Gallera**, donde se encuentran varios tanques de geomembrana utilizados para la producción acuícola.

Inicialmente se realizó una visita de campo con el fin de identificar el tanque más adecuado para el montaje del prototipo. Se evaluaron parámetros como: ubicación,

radiación solar y características organolépticas del agua. Con base en estos criterios, se seleccionó el tanque número 4 como la unidad experimental.

Se revisaron los paneles solares existentes en la institución. No obstante, debido a que podían ser destinados a otros proyectos, se decidió mantener la condición inicial de adquirir paneles nuevos, garantizando autonomía y disponibilidad exclusiva para el sistema de oxigenación.

Para la Recepción y aclimatación de los alevinos, estos fueron recibidos en bolsas con oxígeno. Primero se verifica que no haya residuos en el agua, la cual se encontraba transparente y que no haya peces muertos una vez se ha verificado lo anteriormente mencionado, se lleva a cabo un proceso de aclimatación adicionando gradualmente agua del estanque de destino a las bolsas de transporte.

Previo a la siembra, los peces fueron almacenados en un tanque de cuarentena para monitorear posibles síntomas de enfermedad o mortalidad. Durante esta fase se implementaron las medidas de bioseguridad correspondientes: Aplicación de un baño corto con agua salada (5 minutos, solución al 10%), uso de equipos básicos: ponchera, aireador de dos salidas, balde y colador plástico, El agua de transporte contenida en las bolsas no fue vertida en el tanque de cuarentena.

Los alevinos fueron colados en otro balde con agua del tanque de cuarentena y, posteriormente, transferidos cuidadosamente a la unidad de cuarentena, donde se mantuvieron bajo observación con aireación continua

Planteamiento del problema:

- **Problema central:**

En el departamento de sucre, la cría de tilapia enfrenta desafíos relacionados con la falta de estanques de geomembrana y la oxigenación adecuada en los estanques existentes, lo que limita la producción y el crecimiento y la salud de los peces. Las fuentes tradicionales de energía eléctrica para oxigenación en los estanques de geomembrana son costosas y poco sostenibles con el tiempo.

- **Descripción del problema y la situación existente:**

En el departamento de Sucre, la cría de tilapia enfrenta serios desafíos relacionados con la infraestructura y los sistemas de oxigenación en los estanques. La falta de estanques de geomembrana adecuados es uno de los principales problemas, ya que estas estructuras son fundamentales para crear un ambiente controlado y eficiente para la producción de tilapia. Los estanques de geomembrana permiten mantener el agua dentro de un ecosistema cerrado, controlando la calidad del agua y mejorando la eficiencia en la cría de peces. Sin embargo, en Sucre, hay una carencia de estos estanques, lo que limita la capacidad de manejo del agua y afecta negativamente la producción.

Además, los estanques existentes carecen de una oxigenación adecuada, lo que genera niveles bajos de oxígeno disuelto en el agua. Este déficit de oxígeno puede afectar la salud de los peces, ralentizar su crecimiento e incluso generar altas tasas de mortalidad. El crecimiento de la tilapia, que depende de condiciones de oxigenación óptimas, se ve comprometido cuando el oxígeno en el agua es insuficiente, lo que lleva a una menor producción y una calidad de vida deficiente para los peces.

Por otro lado, los sistemas de oxigenación tradicionales, que dependen de fuentes de energía eléctrica convencionales, resultan ser costosos y no sostenibles a largo plazo. Los productores de tilapia deben enfrentar altos costos operativos debido al consumo energético necesario para mantener estos sistemas en funcionamiento. Además, el uso de electricidad proveniente de fuentes no renovables aumenta la huella ambiental de la actividad acuícola y hace que la producción sea aún más costosa con el tiempo.

En la actualidad, muchos productores de tilapia en Sucre enfrentan la limitación de no contar con suficientes estanques de geomembrana de calidad para la cría de peces, lo que dificulta la implementación de buenas prácticas acuícolas. Los estanques existentes en la región, aunque son utilizados, no cuentan con un sistema de oxigenación adecuado, lo que provoca fluctuaciones en los niveles de oxígeno disuelto. Esta falta de oxigenación no solo afecta la salud y el crecimiento de la tilapia, sino que también incrementa la mortalidad de los peces y reduce la rentabilidad del negocio acuícola.

Además, la dependencia de fuentes tradicionales de energía eléctrica para alimentar los sistemas de oxigenación es un factor de alto costo y baja sostenibilidad. El consumo constante de energía eléctrica encarece el proceso de producción acuícola, especialmente en áreas rurales donde la electricidad puede ser inestable o costosa. Esto representa un desafío económico para los productores, quienes tienen que enfrentar un aumento continuo de los costos operativos, a la vez que buscan mantener la competitividad en el mercado.

Por lo tanto, la situación actual está marcada por la falta de infraestructura adecuada, la insuficiencia de oxígeno en los estanques, y la dependencia de fuentes energéticas costosas y no renovables, lo que limita el crecimiento y la sostenibilidad de la actividad acuícola en el departamento de Sucre.

Marco conceptual:

Sector piscícola en Colombia:

La pesca y acuicultura lideran el crecimiento del sector agropecuario en el primer trimestre de 2025

La segunda actividad que más repuntó en el agro fue la pesca y acuicultura, que tuvieron un destacado crecimiento de 18,2%, con un aporte de \$634.000 millones a

la economía, lo que ratifica la importancia de mercados que apuestan por la sostenibilidad.

Estas dos actividades crecieron un 18,2% en el primer trimestre de 2025, en comparación con el mismo periodo del año anterior.

Esta cifra convierte a la pesca en la actividad con el mayor crecimiento dentro del sector agropecuario, por encima de rubros como la silvicultura (11,4%), la ganadería (8,9%) y los cultivos agrícolas (2,4%). Así mismo, entre el cuarto trimestre de 2024 y el primero de 2025, la pesca y acuicultura crecieron un 3,2%, consolidándose como el renglón de mayor crecimiento dentro del sector agropecuario en ese periodo.

En particular, la acuicultura ha mostrado un crecimiento sostenido, destacándose las exportaciones de especies como tilapia, trucha y camarón de cultivo. (Palacio, 2025)

El sector pesquero y acuícola colombiano presenta en 2025 un panorama favorable debido al notable aumento en las intenciones de exportación de peces de consumo y ornamentales. Según cifras de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE), las exportaciones de peces destinados al consumo pasaron de 19,3 millones de kilogramos en el primer semestre de 2024 a más de 29,5 millones de kilogramos en igual periodo de 2025, lo que equivale a un crecimiento del 52,45%.

Según información reportada por la VUCE (plataforma digital que facilita los trámites de exportación y fortalece la competitividad), el país exportó entre enero y junio de 2025 un total de 29.534.506 kilos de especies de consumo por un valor de US\$200.016.060, consolidando a Colombia como un proveedor confiable y competitivo en el mercado internacional. (AUNAP, Colombia incrementa exportaciones pesqueras en un 52% durante el primer semestre de 2025, 2025)

En Colombia, el sector de la acuicultura se centra principalmente en la piscicultura y la camaronicultura. Se destaca que las dos especies de tilapia contribuyen con un 58% a la producción nacional, la cachama con un 19%, la trucha con un 17%, y otras especies, que incluyen a algunas especies nativas, con un aporte del 7%. (ICA, 2024).

En el país se tienen 36.268 unidades productivas piscícolas distribuidas en varios departamentos, siendo los territorios de Huila, Meta, Tolima, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia y Córdoba importantes centros de producción con participaciones del 39%, 11%, 9%, 6%, 6%, 4%, 3% respectivamente y en los cuales se concentra aproximadamente el 78% de la producción nacional, se cuenta con 16 plantas de proceso certificadas bajo el sistema HACCP y 32 granjas piscícolas certificadas con estándares de calidad BAP en donde la superficie total destinada para la utilización de la piscicultura es de aproximadamente 2130 hectáreas, de la cual el 98,67% de las granjas emplean estanques en tierra y el 1,33% usan sistemas de jaulas flotantes en distintos cuerpos de agua (Narváez & Soto, 2022)

Comercio de especies piscícolas en Colombia

Toda la producción de la acuicultura es comercializada, de acuerdo con el foco de producción, el desarrollo competitivo de la cadena y la proyección de la industria, tanto en el mercado nacional como en la exportación.

Los productos de la pesca y la acuicultura que participan en el mercado local son de origen de producción local, captura e importación. Dado que el consumidor no diferencia fácilmente en góndola cuál producto es de extracción respecto del que es proveniente de un cultivo, el análisis del consumo se realiza conjunto con las dos categorías.

En Colombia, según la AUNAP (2020) se tiene un consumo de pescado promedio de 7,8kg/año, en el cual participan en igualdad de condiciones los productos provenientes de la pesca artesanal (14%) e industrial (24%), así como los productos de cultivo (61%) donde sobresale el consumo de Tilapia – Mojarra con un 55%. La época del año con mayor consumo de pescado es Semana Santa por tradición cultural, en la cual se aumenta hasta en un 60% el consumo.

En cuanto a la tilapia, el mercado nacional está concentrado en plaza de mercado dada la dinámica de los últimos 10 años, en los cuales no hay obligatoriedad de presentar requisitos de formalización, inocuidad, calidad para poder comercializar la producción. (Bonilla, 2021)

Los cinco productos pesqueros con mayor valor en cuanto las intenciones de exportación fueron tilapia, con US\$18,1 millones y 2.415 toneladas; atún en conserva, con US\$4,5 millones y 982.015 kilos; camarón de cultivo, con US\$1,36 millones y 195.606 kilos; trucha, con US\$1,31 millones y 126.376 kilos; y langosta, con US\$1,1 millones y 38.450 kilos. Además, se destacan las intenciones de exportación de langosta provenientes de San Andrés y Providencia (SAI) y el Caribe, con un total de 35.547 kg (US\$1.065.985) y 3.356 kg (US\$85.440), respectivamente, cumpliendo con la cuota establecida para la especie.

Estos productos tuvieron una gran acogida en mercados internacionales, siendo Estados Unidos, Italia, España, Chile y Reino Unido los principales destinos de exportación. (UNAP, 2025)

Acuicultura:

La acuicultura en su sentido más amplio, se define como el conjunto de actividades encaminadas al cultivo de especies acuáticas. La producción, crecimiento y comercialización de organismos de aguas dulces, salobres o saladas, útiles para el hombre y/o animales, constituyen por lo tanto, los fines de este tipo de proceso.

Para desarrollar la acuicultura de cualquiera de los organismos potenciales con tecnología conocida, se necesita contar con temperaturas óptimas, los mejores sitios, abastecimiento de agua en suficiente caudal y calidad física y química, que constituirán los parámetros determinantes para el cultivo de la especie seleccionada. (Bocek., 2007)

✓ **Contribución de la acuicultura al desarrollo rural:**

La acuicultura comprende sistemas diversos de explotación de plantas y animales en zonas continentales y costeras, muchas de las cuales son de importancia para los pobres. La pesca continúa desempeñando un papel importante, y en muchos lugares es todavía suficiente para atender las necesidades de subsistencia e incluso puede constituir una fuente valiosa de ingresos en efectivo para los agricultores. La acuicultura se convierte en un medio atractivo e importante de subsistencia en aquellas situaciones en que las crecientes presiones demográficas, la degradación ambiental o la pérdida de acceso limitan las capturas de las pesquerías naturales. Los beneficios de la acuicultura en el desarrollo rural están relacionados con la salud y la nutrición, el empleo, el ingreso, la reducción de la vulnerabilidad y la sostenibilidad agrícola. (FAO, 2002)

✓ **Clasificaciones de la acuicultura**

✓ **Según el Medio en donde se instalen los cultivos:**

Aguas interiores o continentales. Se desarrolla en cuerpos de agua interiores (ríos, lagos, embalses) y en cuerpos de agua artificiales (estanques, tajamares, piletas, etc.). Marina (maricultura).

✓ **Según la Escala Productiva:**

Acuicultura comercial. Es aquella que realiza un manejo productivo del cultivo partiendo de una inversión inicial.

Acuicultura de recursos limitados. Hace referencia a la práctica de la acuicultura definida en la actualidad como la unidad de producción en pequeña escala autogestionada, con el fin de comercialización propia o en sociedad con otras unidades de índole similar.

✓ **Según el Manejo del Proceso Productivo:**

Acuicultura extensiva. Este tipo de cultivo se basa en alcanzar una producción donde el manejo del medio acuático y de los peces sea mínimo. Su característica más relevante es el no aporte de alimento suplementario, por lo que los animales para su crecimiento dependen en un 100 % de la productividad que alcance el medio.

Acuicultura semi-intensiva. Esta modalidad, si bien permite alcanzar un rendimiento mayor que en el caso anterior, requiere desde su inicio más inversión tanto para el manejo de los peces como del medio acuático. Se trata de incrementar la productividad del medio enriqueciendo la calidad del agua a partir de la utilización de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, y aportando alimento balanceado a los peces.

Acuicultura intensiva. Los animales se alimentan con raciones balanceadas dependiendo en un 100% del aporte externo. Se manejan y controlan permanentemente las variables ambientales, como ser, oxígeno disuelto en el agua, temperatura, pH, entre otras.. (Aguerre, Garín, & Gilardoni, 2010)

✓ la oxigenación

El oxígeno es un componente fundamental para la vida acuática. Cuando el oxígeno está constantemente en estado de escasez, el ecosistema entra en alarma: si no se activan los procesos de reintegración de este elemento, su nivel tenderá a disminuir mientras las necesidades de los seres vivos permanecen inalteradas. Así se pone en marcha un círculo vicioso que ve una constante disminución del oxígeno. El resultado es la degeneración progresiva del hábitat, que pierde su biodiversidad y se vuelve cada vez más hostil para la mayoría de las formas de vida.

Por eso, al gestionar un estanque, es muy importante mantener un buen nivel de oxigenación (Geotierre, 2022)

Un nivel adecuado de oxígeno disuelto en el agua permite una respiración eficiente, el mantenimiento de la salud y un crecimiento óptimo de los animales. Además, niveles adecuados de oxígeno también reducen el estrés en los animales y minimizan la incidencia de enfermedades. En casos extremos, la falta de oxígeno puede causar mortalidades masivas. La gestión adecuada del oxígeno disuelto es, por tanto, crucial para garantizar la viabilidad económica y la sostenibilidad de la acuicultura (Gaslogic, s.f.)

Los niveles de oxígeno también influyen en la calidad del agua :Los niveles de oxígeno en el agua pueden verse afectados por diversas variables, como la temperatura, la salinidad, la carga de organismos y la actividad biológica.. (Gaslogic, s.f.)

✓ ¿Qué es la energía solar?

La energía solar es uno de los principales tipos de energía renovable y tiene un papel clave en la transición energética. Ayuda a impulsar economías más respetuosas que protejan el medioambiente, mejoren el bienestar de las personas y garanticen la viabilidad de las empresas.

Los avances tecnológicos han transformado la energía solar en una de las más eficientes y económicas del sector de las renovables. Así pues, esta fuente inagotable de energía además de reducir el impacto ambiental atrae la inversión, genera empleo y aumenta la competitividad de las empresas. (repsol, 2025)

✓ **Energía solar fotovoltaica**

Este tipo de energía solar funciona por medio de un sistema fotovoltaico. Se trata de una instalación que produce electricidad utilizando módulos fotovoltaicos, los cuales son capaces de transformar la radiación solar directamente en energía eléctrica. Los paneles solares contienen células fotovoltaicas que, al recibir la luz de forma directa, se ionizan y liberan electrones que al interactuar entre sí generan corriente eléctrica.

También llamada la energía agrovoltaje también está adquiriendo especial relevancia dentro del sector agrícola. (repsol, 2025)

✓ **Aplicaciones fotovoltaicas en la acuicultura**

La energía solar puede proporcionar la energía necesaria para impulsar aireadores y bombas de sistemas cerrados. Los componentes básicos de un sistema fotovoltaico para acuicultura son similares a los de cualquier otro sistema utilizado para bombear agua continuamente: Panel solar, Banco de baterías, Controlador de carga, Controlador de bomba e Inversor, (Kurki, Lynne, & Mishka, 2019)

✓ **Los beneficios de la energía solar para la acuicultura pesquera**

La integración de la energía solar en la acuicultura no solo es posible, sino cada vez más práctica y beneficiosa. Desde pequeños estanques de peces en patios hasta grandes granjas comerciales y sistemas acuapónicos innovadores, la energía solar está posibilitando una acuicultura sostenible, productiva y resiliente en todo el mundo.

A medida que la tecnología avanza y los costos disminuyen, es probable que se acelere la adopción de soluciones solares, lo que contribuirá a alcanzar los objetivos de seguridad alimentaria y a la protección de los valiosos recursos naturales de nuestro planeta (Outram, 2025)

La dependencia de la red eléctrica convencional expone al productor a tarifas crecientes e inestabilidad en el suministro, lo que puede llevar a pérdidas masivas de stock por falta de aireación. La energía solar mitiga estos riesgos y ofrece ventajas competitivas.

En primer lugar, la reducción de costos es el beneficio más inmediato. Una vez que el sistema fotovoltaico está instalado y operando, el costo de generación de energía es prácticamente cero, lo que resulta en una disminución drástica o incluso en la eliminación de la factura de electricidad. Además, la previsibilidad de costos aumenta, ya que el productor ya no está a merced de las fluctuaciones tarifarias impuestas por las compañías eléctricas

Adicionalmente, el sello de sostenibilidad agregado a la producción se convierte en un diferenciador de mercado. Los consumidores y las grandes cadenas minoristas valoran cada vez más los productos de origen responsable, y una granja que genera su propia energía limpia gana fuerza de marca y acceso a mercados más exigentes. (Depesca, s.f.)

Ahorra energía: La escala de la pesca acuícola varía de grande a pequeña, pero la dirección común es resolver el problema de la hipoxia. Por lo general, los operadores de acuicultura usan tabletas de aireación o aireadores mecánicos para resolver el problema, pero estas dos soluciones no son las mejores. El lodo en el fondo afecta incluso las actividades de los peces y camarones y el crecimiento de algas. Y los paneles solares combinados con la acuicultura y la pesca pueden compensar la electricidad y reducir los costos de electricidad. (Singformmats, 2020)

✓ **Integración en la acuicultura de la energía solar**

La energía solar se puede integrar en las operaciones de acuicultura de varias maneras:

Equipos de alimentación: Los paneles solares pueden alimentar directamente los equipos utilizados en la acuicultura, como bombas para la circulación de agua y sistemas de aireación.

Sistemas de aireación: Los aireadores alimentados con energía solar pueden mantener niveles óptimos de oxígeno en estanques o tanques de peces, lo cual es crucial para la salud y el crecimiento de los peces.

Bombas de agua: Las bombas solares se pueden utilizar para la toma, circulación y drenaje de agua, lo que reduce la dependencia de la red eléctrica y los costos operativos.

Sistemas de monitoreo y control: La energía solar también puede respaldar sistemas de monitoreo y control automatizados, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los requisitos de mano de obra. (Noor, 2024)

Conclusión:

El diseño y construcción de un prototipo inteligente de oxigenación mediante energía solar en estanques de geomembrana representa una alternativa viable, sostenible y eficiente para el fortalecimiento de la producción acuícola en el departamento de Sucre. La implementación de este sistema permite mantener niveles óptimos de oxígeno disuelto, lo que se traduce en mejoras en la salud, el crecimiento y la productividad de la tilapia, reduciendo al mismo tiempo los riesgos de mortalidad. Asimismo, el uso de energía solar contribuye a disminuir los costos operativos y la dependencia de fuentes eléctricas convencionales, favoreciendo la rentabilidad y sostenibilidad de los productores locales. En este sentido, el prototipo no solo aporta beneficios técnicos y económicos, sino que también promueve el uso de energías renovables, alineándose con las tendencias actuales de producción más limpia y amigable con el medio ambiente.

Referencias bibliográficas:

- Aguerre, T., Garín, D., & Gilardoni, D. (Noviembre de 2010). *Manual básico de piscicultura en estanques*. Obtenido de https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/manual_piscicultura_estanques.pdf
- AUNAP. (23 de Julio de 2025). *Colombia incrementa exportaciones pesqueras en un 52% durante el primer semestre de 2025*. Obtenido de <https://aunap.gov.co/colombia-incremesemestre-de-2025/>
- AUNAP. (11 de 02 de 2025). *Exportación de pescado crece en Colombia: en enero de 2025 se enviaron más de 4.000 toneladas*. Obtenido de <https://aunap.gov.co/exportacion-de-pescado-crece-en-colombia-en-enero-de-2025-se-enviaron-mas-de-4-000-toneladas-2/>
- Bocek., A. (2007). *La acuicultura*. Bs. As., Argentina: International Center for Aquaculture.
- Bonilla, S. P. (11 de 2021). *PROYECTO GMAP COLOMBIA*. Obtenido de ANÁLISIS DE MERCADOS, ACUICULTURA EN COLOMBIA, Camarón de Cultivo (Tumaco, Nariño) y Tilapia (Huila): <https://www.colombiaproductiva.com/PTP/media/documentos/Sectoriales/PuntoAqua/Capacitaciones/Analisis-de-Mercados-Acuicultura-GMAP-Colombia-VNoviembre-4.pdf>
- Depesca. (s.f.). *Energía solar en acuicultura*. Obtenido de <https://despesca.com.br/es/inversion/energia-solar-en-acuicultura-calculare-retorno-inversion/>
- Elava, P. J., Gaitan, S. I., & Molina, O. P. (2022). *Desarrollo de la piscicultura en Colombia. Historia, biología y economía*. Santa Marta: Editorial unimagdalena.
- FAO. (2002). Obtenido de <https://www.fao.org/4/y3018s/y3018s.htm>
- Gaslogic. (s.f.). *oxígeno en acuicultura*. Obtenido de <https://gaslogic.es/actualidad/oxigeno-en-acuicultura/#El-papel-del-ox%C3%ADgeno-en-acuicultura>

gaslogic. (s.f.). *Oxígeno en Acuicultura*. Obtenido de <https://gaslogic.es/actualidad/oxigeno-en-acuicultura/>

Geotierre. (18 de 03 de 2022). *¿Cómo se oxigena un estanque?* Obtenido de <https://www.geotierre.com/es/news/come-si-ossigena-un-laghetto>

ICA. (2024). *Protección sanitaria de las especies acuícolas*. Obtenido de [https://www.ica.gov.co/getdoc/b082c759-18c7-47da-bed6-0ebe76b48fe0/acuicolas-\(1\).aspx](https://www.ica.gov.co/getdoc/b082c759-18c7-47da-bed6-0ebe76b48fe0/acuicolas-(1).aspx)

Kurki, A., Lynne, V., & Mishka, D. (Mayo de 2019). *Aplicaciones fotovoltaicas en la acuicultura: una introducción*. Obtenido de <https://attra.ncat.org/publication/photovoltaic-applications-in-aquaculture-a-primer/>

Narváez, A. J., & Soto, O. D. (12 de 2022). *Piscicultura en Sucre: un acercamiento a las capacidades productivas del sector en el departamento*. Obtenido de [file:///C:/Users/pc/Downloads/Dialnet-PisciculturaEnSucre-8895187%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/Dialnet-PisciculturaEnSucre-8895187%20(1).pdf)

Noor, U. (05 de Diciembre de 2024). *8msolar*. Obtenido de Harnessing Solar Energy for Sustainable Seafood Production: <https://8msolar.com/solar-power-and-aquaculture-sustainable-solutions-for-seafood-production/>

Outram, R. (11 de 09 de 2025). *ENERGÍA VERDE PARA LA ACUICULTURA: SOLUCIONES SOLARES*. Obtenido de <https://svacuicultura.org/noticia/energia-verde-para-la-acuicultura-soluciones-solares/>

Palacio, C. J. (20 de 05 de 2025). *La pesca y acuicultura lideran el crecimiento del sector agropecuario en el primer trimestre de 2025*. Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/la-pesca-y-acuicultura-lideran-el-crecimiento-del-sector-agropecuario-en-el-primer-trimestre-de-2025-4138211>

prominent. (s.f.). *Oxígeno disuelto en estanques de piscicultura*. Obtenido de <https://marketing.prominent.co/oxigeno-disuelto-en-estanques-de-piscicultura/>

repsol. (2025). *Aprovechando al máximo la energía del Sol*. Obtenido de <http://repsol.com/es/energia-avanzar/energia/energia-solar/index.cshtml>

Riaño, D. D., & Vargas, J. E. (2020). *Diseño de un sistema inteligente y autosostenible de oxigenación de estanques utilizados en*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/33265/1/Jeavilav.pdf>

Singformmats. (13 de 05 de 2020). *Pesca solar y acuicultura*. Obtenido de https://www.singformmats.com/es/blog/Solar_and_Aquaculture_Fisheries

unap. (21 de Mayo de 2025). *El Caribe impulsa el auge pesquero de Colombia: acuicultura produce más de 28 mil toneladas en un año*. Obtenido de <https://intranet.aunap.gov.co/el-caribe-impulsa-el-auge-pesquero-de-colombia-acuicultura-produce-mas-de-28-mil-toneladas-en-un-ano/>

