

GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS Y NATURALES

en la piscicultura araucana

ARAUCA ACUÍCOLA I+D

Fortalecimiento de las capacidades en I+D
que contribuyan a la solución de problemáticas
priorizadas en la cadena acuícola del departamento de Arauca

BPIN 2020000100465

Financia

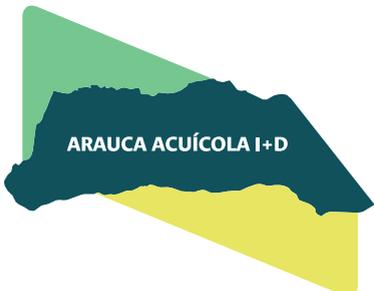


Alianza



Ejecuta





ARAUCA ACUÍCOLA I+D

Guía práctica para el manejo de recursos hídricos y naturales en la piscicultura araucana

Autores

Andrea Carolina Piza Jerez
Beatriz Arévalo Quintero
Pedro Antonio Carrillo Martínez
Andres Camilo Correa Núñez



Guía práctica para el manejo de recursos hídricos y naturales en la piscicultura araucana

La elaboración de este documento fue posible gracias a los recursos del Fondo de Ciencia y Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías del Departamento de Arauca, Convocatoria N.º 6 del Plan Bienal de Convocatorias 2019-2020, Mecanismo de participación 1: Propuestas de Proyectos de I+D para consolidar las capacidades de CTel del territorio, a través del Proyecto de Inversión BPIN 2020000100465: “Fortalecimiento de las capacidades en I+D que contribuyan a la solución de problemáticas priorizadas en la cadena acuícola del departamento de Arauca”, ejecutado por la Universidad Nacional de Colombia en alianza con la Federación Colombiana de Acuicultores Fedeaqua. El proyecto contó con aportes de contrapartida de la Sede Orinoquía, Sede Medellín, Sede Palmira y Sede Bogotá de la Universidad Nacional de Colombia, así como de Fedeaqua.

Financia



Alianza



Ejecuta



Autores

ANDREA CAROLINA PIZA JEREZ
Coordinadora Técnica Nacional
Federación Colombiana de Acuicultores - Fedeaqua

BEATRIZ ARÉVALO QUINTERO
Profesional Ambiental
Federación Colombiana de Acuicultores - Fedeaqua

PEDRO ANTONIO CARRILLO MARTÍNEZ
Profesional Ambiental
Federación Colombiana de Acuicultores - Fedeaqua

ANDRES CAMILO CORREA NÚÑEZ
Coordinador Técnico Administrativo
Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá

Directora Proyecto

ADRIANA PATRICIA MUÑOZ RAMÍREZ
Profesora Asociada
Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá

Comité Técnico Científico

OSCAR EDUARDO SUÁREZ MORENO
Profesor Asociado
Universidad Nacional de Colombia – Sede Orinoquía

SANDRA CLEMENCIA PARDO CARRASCO
Profesora Asociada
Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

ADRIANA PATRICIA MUÑOZ RAMÍREZ
Profesora Asociada
Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá

LUZ STELLA CADAVID RODRÍGUEZ
Profesora Asociada
Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira

ANDREA CAROLINA PIZA JEREZ
Coordinadora Técnica Nacional
Federación Colombiana de Acuicultores - Fedeaqua

Apoyo Profesional Fedeaqua

DAIRO BURGOS CASTAÑEDA
DANIELA CASTILLO GONZÁLEZ
HENRY DARÍO MOJICA LLANOS
FABIÁN ANDRÉS MUÑOZ RAMÍREZ

Supervisión del Proyecto

ANDRÉS CABRERA OROZCO
Profesor Asociado
Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá

BIBIANA YAMILE COY CASTELLANOS
Apoyo a la Supervisión

Coordinador Técnico Administrativo

ANDRES CAMILO CORREA NÚÑEZ

Coordinadores Financieros

PAULA ANDREA AGUDELO SERNA
JOSÉ WILLIAM BALLÉN MONTOYA

Asesor Jurídico

CARLOS ELÍAS NARVÁEZ PORTILLA

Diseño

LISA MARÍA VARGAS CHACÓN

Revisión técnica: Comité Técnico Científico

Impresión: E&M Impresores, Bogotá, Colombia

Fotografía: Proyecto “Fortalecimiento de las capacidades en I+D que contribuyan a la solución de problemáticas priorizadas en la cadena acuícola del departamento de Arauca”.

© Federación Colombiana de Acuicultores - Fedeaqua

Grupo de Investigación: Aquasost - Acuicultura

Sostenible Colombiana - COL0148907

Calle 99 N.º 10-57, Bogotá, Colombia

Citación sugerida:

Piza-Jerez, AC., Arévalo-Quintero, B; Carrillo-Martínez, PA & Correa-Núñez, AC. 2024. Guía práctica de manejo del recurso hídrico y recursos naturales en la piscicultura araucana. Federación Colombiana de Acuicultores - Fedeaqua. Bogotá, Colombia. 52 p.

Palabras clave: Acuicultura, gestión ambiental, impactos, sostenibilidad, sustentabilidad.

Primera edición: 2024

ISBN digital: 978-958-5521-12-4

ISBN impreso: 978-958-5521-11-7

© Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida total o parcialmente, registrada, o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito del Comité Coordinador del Convenio Especial de Cooperación N.º 01 de 2022 suscrito entre Fedeaqua y la Universidad Nacional de Colombia durante la ejecución del Proyecto hasta su liquidación, lo anterior teniendo en cuenta lo dispuesto en las Cláusulas Décima y Décima Segunda del Convenio suscrito entre Fedeaqua y la Universidad.

ARAUCA ACUÍCOLA I+D



Contenido

Presentación	3
Introducción	4
Glosario	6
1 Aspectos e impactos ambientales identificados en la piscicultura	8
Aspecto 1: Uso del agua	9
• Impacto 1: Uso continuo del agua	9
• Impacto 2: Pérdida del recurso hídrico	10
• Impacto 3: Desviación de cauce de fuente superficial	11
Aspecto 2: Manejo de vertimientos	12
• Impacto 1: Vertimiento al suelo y a fuentes hídricas	12
• Impacto 2: Contaminación al suelo y fuentes de agua por derrame o fugas de combustible	14
• Impacto 3: Contaminación por ruido	15
Aspecto 3: Manejo de residuos sólidos	17
• Impacto 1: Contaminación por residuos sólidos	17
• Impacto 2: Quema de residuos sólidos	18
• Impacto 3: Enterramiento de residuos sólidos	18
Aspecto 4: Manejo de cobertura vegetal	21
• Impacto 1: Erosión del suelo	21

	Aspecto 5: Manejo de fauna silvestre	22
	• Impacto 1: Desplazamiento de fauna silvestre	22
	• Impacto 2: Reducción de individuos	23
	• Impacto 3: Disminución del hábitat y alejamiento de especies silvestres	23
	• Impacto 4: Amenaza para especies nativas de las fuentes hídricas por fuga de especies cultivadas	24
	• Impacto 5: Transmisión de enfermedades	24
2	Piscicultura sostenible	26
	• Estrategias de producción para una piscicultura sostenible	26
3	Obligaciones normativas	28
	• ¿Cómo recuperar la ronda protectora de una fuente hídrica?	29
	• ¿Cómo hacer el uso eficiente y ahorro del agua en la producción de peces?	31
	• ¿Qué impactos puede generar la carga contaminante del desagüe en el medio ambiente?	32
	• Manejo adecuado de la fauna silvestre	34
	• ¿Qué hacer con los residuos sólidos producidos en el sistema piscícola?	36
4	Permisos ambientales	39
	• Permiso de concesión de aguas	39
	• Permiso de vertimientos	39
5	Consideraciones finales	40
6	Referencias	42
7	Pasatiempos	44

En los últimos años, la acuicultura en Colombia ha tenido una tasa de crecimiento superior a la de otros sistemas de producción pecuaria, esta tendencia también se da a nivel mundial, atendiendo, entre otros, a la necesidad de producir proteína de origen animal de buena calidad para garantizar la alimentación de la población, en cuanto a productos de pesca, reemplazar la captura por acuicultura aduciendo a una mayor sostenibilidad y protección de recursos naturales.

La acuicultura ha sido llamada para lograr el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2030, dado que esta actividad productiva acuícola incide directamente sobre el objetivo 2 (hambre cero) y 3 (salud y bienestar de la población) e indirectamente en otros como el 6 (agua limpia y saneamiento), 12 (producción y consumo responsables), 13 (acción por el clima), 14 (vida submarina) y 15 (vida de ecosistemas terrestres). De esta manera, hace aportes al cumplimiento de otros objetivos mediante la reducción de la pobreza, equidad de género, mejoramiento de calidad de vida y reducción de las desigualdades (1, 5, 8 y 10).

En el marco de la ejecución del proyecto de investigación “Fortalecimiento de las capacidades en I+D que contribuyan a la solución de problemáticas priorizadas en la cadena acuícola del departamento de Arauca” Arauca Acuícola I+D y con el propósito de identificar impactos ambientales generados por la piscicultura y diseñar tácticas efectivas de mitigación, se realizaron 80 visitas a predios acuícolas en los cinco municipios de influencia del proyecto: Arauca, Arauquita, Fortul, Saravena y Tame. Mediante la aplicación de un formulario se recopiló información para su posterior análisis y compilación en el presente documento.

Introducción

La piscicultura ha ganado relevancia en Colombia en los últimos años gracias a su impacto en las economías locales, a las estrategias encaminadas al bienestar de los productores y a su contribución en la seguridad alimentaria nacional.

Como en toda actividad productiva, la piscicultura interactúa con el ambiente y los recursos naturales. Esto en ocasiones genera impactos negativos en el ambiente, que deben ser evaluados con el fin de encontrar acciones de manejo y avanzar hacia una producción piscícola sostenible con bajo impacto en los ecosistemas.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario realizar un estudio de impacto ambiental de la piscicultura en las diferentes regiones, que tenga en cuenta aspectos como la contaminación del agua, la carga orgánica generada por las heces de los peces y los alimentos no consumidos; estos pueden generar un aumento en la concentración de nutrientes y materia orgánica en el agua, lo que provoca la eutrofización de los cuerpos de agua y la proliferación de algas y otros organismos perjudiciales para la calidad de la vida acuática.

El uso de antibióticos y otros productos químicos en la producción acuícola y en la actividad agropecuaria pueden impactar negativamente el ambiente, ya que estos productos tienden a filtrarse en el agua, afectando a otros organismos acuáticos y a los ecosistemas circundantes. Por esta razón, vale la pena evaluar la forma en que se utilizan estos productos y establecer medidas de control para minimizar su impacto.

Otro aspecto que se debe considerar es el uso de recursos naturales en la piscicultura, entre ellos está el agua captada y el agua residual vertida al suelo o a fuentes hídricas superficiales, además del consumo de la energía eléctrica. Es importante procurar el uso racional de estos recursos y considerar alternativas más sostenibles, como las energías renovables y la implementación de sistemas de recirculación de agua o de aprovechamiento de los vertimientos generados por la actividad acuícola.

De igual manera, es fundamental considerar los aspectos positivos de la piscicultura, por ejemplo, la cría de peces contribuye a la conservación de especies amenazadas y a la protección de ecosistemas acuáticos a través de programas de repoblación y restauración de hábitats. Además, aporta a la soberanía y seguridad alimentaria, especialmente en comunidades más vulnerables.

Así, el objetivo de esta guía es presentar los hallazgos de prácticas ambientales en la piscicultura araucana relacionadas con el uso del recurso hídrico (incluyendo la interacción con fauna silvestre) y presentar estrategias para mitigar impactos que a largo plazo comprometan la sostenibilidad de la actividad piscícola en el departamento.



Glosario

Agua cruda:

El agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización (Art. 2 del Decreto 1575 de 2007).

Aprovechamiento:

Uso, por parte del hombre, de los recursos maderables y no maderables provenientes de la flora silvestre y de las plantaciones forestales (Art. 2.2.1.1.1.1. del Decreto 1076 de 2015).

Calidad del agua:

Es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia (Art. 2. del Decreto 1575 de 2007).

Caudal:

Cantidad de agua que pasa en una unidad de tiempo por un espacio definido. Ejemplo: medir el caudal en litros por segundo, metro cúbico por minuto u otra unidad de tiempo respecto al volumen.

Flora:

Es el conjunto de especies e individuos vegetales del territorio nacional que no se han plantado o mejorado por el hombre (Art. 2.2.1.1.1.1. del Decreto 1076 de 2015).

Fuente de abastecimiento:

Depósito o curso de agua superficial o subterránea utilizada en un sistema de suministro a la población, bien sea de aguas atmosféricas, superficiales, subterráneas o marinas.

Plantación forestal:

Es el bosque originado por la intervención directa del hombre (Art. 2.2.1.1.1.1. del Decreto 1076 de 2015).

Uso eficiente y ahorro del agua (UEAA):

Es toda acción que minimice el consumo de agua, reduzca el desperdicio u optimice la cantidad de agua que se va a usar en un proyecto, obra o actividad, mediante la implementación de prácticas como el reúso, la recirculación, el uso de aguas lluvias, el control de pérdidas, la reconversión de tecnologías o cualquier otra práctica orientada al uso sostenible del agua (Art. 2.2.3.2.1.1.2 del Decreto 1076 de 2015).

Programa para el uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA):

El programa es una herramienta enfocada a la optimización del uso del recurso hídrico, conformado por el conjunto de proyectos y acciones que le corresponde elaborar y adoptar a los usuarios que soliciten concesión de aguas, con el propósito de contribuir a la sostenibilidad de este recurso (Art. 2.2.3.2.1.1.3 del Decreto 1076 de 2015).

Sistema de captación de agua:

Sistema por medio del cual se deriva el agua de una fuente hídrica destinada a un uso; los sistemas pueden ser a partir de fuentes superficiales y subterráneas.

Vertimiento:

Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido de un desagüe. En la producción piscícola el vertimiento es la descarga de agua que se hace cuando se necesita disminuir la altura de agua del estanque o cuando se desagua en la finalización de la cosecha. El vertimiento puede ser puntual o no puntual.

Vertimiento puntual:

Es aquel en el que la descarga se hace siempre en el mismo punto del suelo o de la fuente hídrica. Es decir, se tiene identificado el punto de vertimiento.

Vertimiento no puntual:

Es aquel en el cual no se puede identificar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua o al suelo: cada vez que se desagua el sistema o un estanque se vierte en un punto diferente.

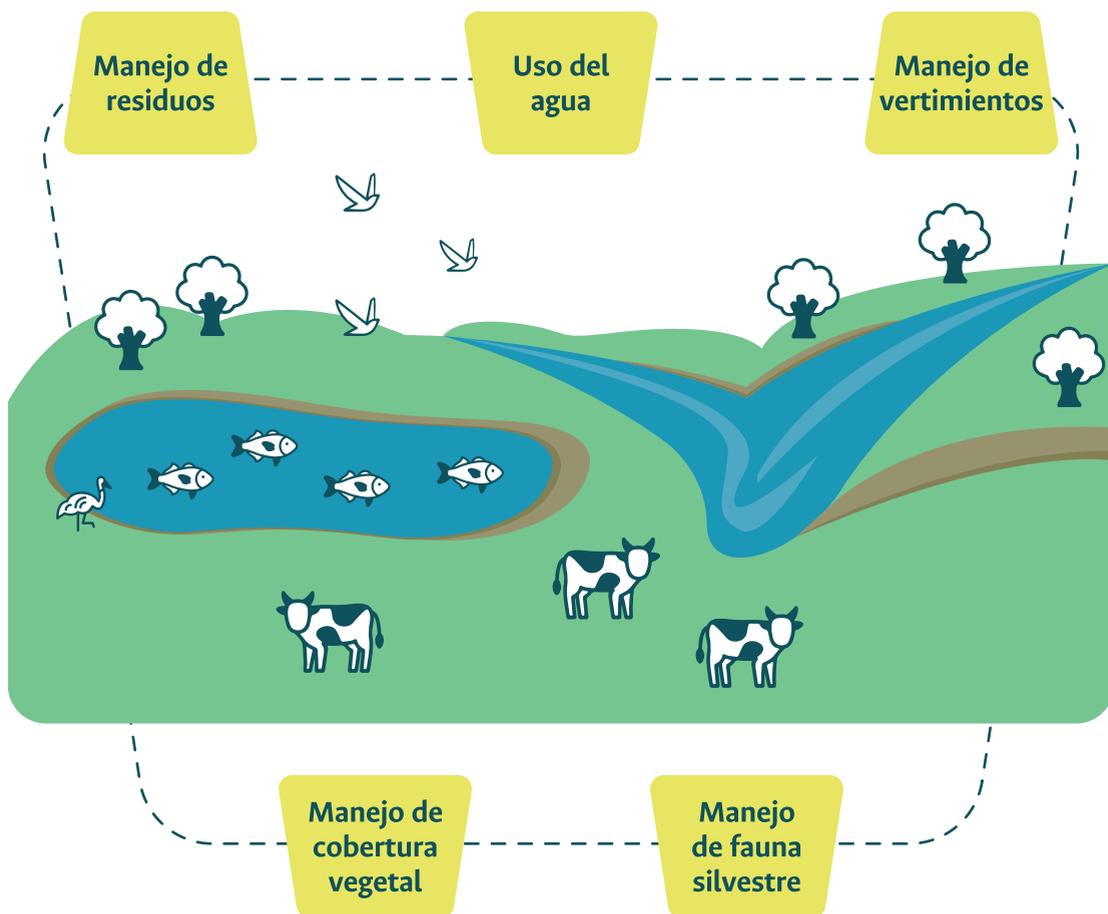
Aspectos e impactos ambientales identificados en la piscicultura

1

A partir de la información obtenida en 80 visitas a predios acuícolas en los municipios influyentes del proyecto, que incluyen Arauca, Arauquita, Fortul, Saravena y Tame, se realizó un análisis del manejo ambiental en las unidades de producción. Los datos recopilados se clasificaron en cinco aspectos clave, como se puede observar en la figura 1, los cuales son:

Identificación de aspectos ambientales en unidades piscícolas

(fig. 1)



Los seres vivos tienen tres necesidades básicas que deben ser satisfechas para preservar la vida: a) alimentación, b) acceso al agua y c) respirar aire puro. En los procesos de producción de alimentos se usa el agua, lo cual resulta, entre otras consecuencias, en la emisión de gases contaminantes a la atmósfera que afectan la calidad del aire.

La piscicultura como medio de producción de alimento también genera impactos ambientales en su proceso. Dentro de los aspectos ambientales del estudio se identificaron los siguientes:

Aspecto 1
Uso del agua

Impacto 1
Uso continuo del agua

Es frecuente encontrar sistemas productivos que permiten el flujo constante en la entrada y salida de agua de los estanques sin realizar una verificación de los caudales requeridos ni implementar una gestión para optimizar el uso de agua.



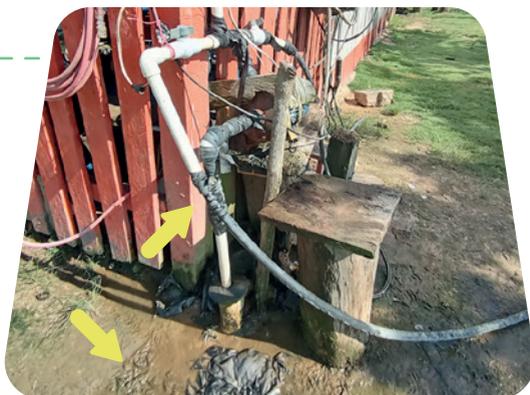
Sistema productivo en el municipio de Tame

Sistema productivo en el municipio de Saravena



Los sistemas de captación utilizados para extraer agua subterránea de pozos profundos mediante equipos de bombeo como electrobombas y motobombas con potencias de 1, 2, 3 y 4 HP (caballos de fuerza) presentan deficiencias en sus instalaciones, adecuaciones, derivaciones, aducciones y distribución, debido al mantenimiento inadecuado. Esto puede resultar en fugas, corrosión u otros problemas mecánicos que afectan la eficiencia de los equipos, acarreando pérdidas de agua considerables durante la actividad de llenado de los estanques piscícolas y los demás usos que se le da al agua en los predios.

Sistemas de captación a través de pozo profundo en el municipio de Arauca



Sistema de captación a través de pozo profundo en Panamá de Arauca, municipio de Arauca

En varios sistemas de producción piscícola se lleva a cabo la desviación de cauces de fuentes superficiales. Esta práctica se realiza para asegurar un suministro constante de agua a los estanques, lo que genera implicaciones significativas para los ecosistemas locales y la biodiversidad acuática.

Desviación de cauce de fuente superficial



Estrategias de mejora:

Promover el uso responsable y racional mediante la implementación de un Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PUEAA) en la producción piscícola. Para esto, los productores deben mantener una vigilancia constante y realizar el mantenimiento adecuado de sus equipos e instalaciones, especialmente en lo que respecta a las tuberías de PVC y a las mangueras plásticas utilizadas en la captación y distribución del agua. Con estas revisiones se identifica y corrige cualquier fisura, ruptura o desgaste presente en las tuberías. Estas acciones previenen pérdidas de agua y garantizan una oferta adecuada, ya sea para fuentes subterráneas (provenientes de pozos profundos) o superficiales. Si el productor cuenta con un permiso ambiental de concesión de aguas superficiales o subterráneas, es importante cumplir con lo establecido en el PUEAA aprobado por la Corporación Autónoma Regional, que para el caso del departamento de Arauca es Corporinoquia.

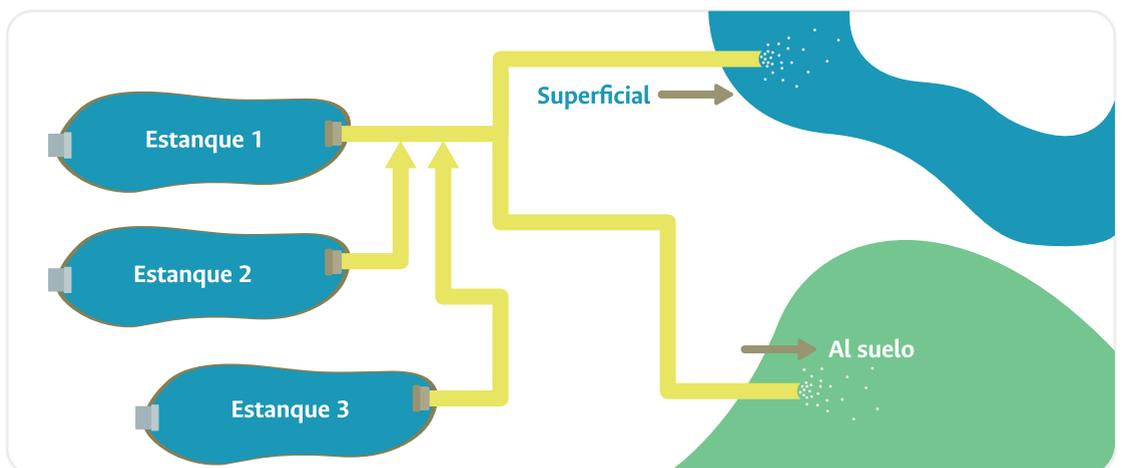
Las heces de los peces y el alimento no consumido representan una carga contaminante significativa que puede alterar las propiedades fisicoquímicas de las fuentes hídricas o del suelo donde se realiza su descarga. Una vez se realizan drenajes o vertimientos del agua de los estanques, se liberan sustancias como amonio, sólidos suspendidos y metales pesados, cuyas cantidades permitidas están reguladas por la normatividad ambiental, como se establece en la Resolución 631 de 2015. Estas sustancias se consideran tóxicas y de especial interés en la naturaleza, por el daño que pueden causar a los organismos vivos y al suelo. Además, estos vertimientos pueden alterar significativamente las propiedades fisicoquímicas de las fuentes hídricas y del suelo receptor.

Impacto 1**Vertimiento al suelo y a fuentes hídricas**

En algunos sistemas de producción piscícola se ha observado la práctica de realizar vertimientos directos en múltiples puntos, destinando una parte de los desechos al suelo y la otra a fuentes hídricas superficiales sin ningún tratamiento previo del agua residual que sale de los estanques, como se puede observar en la figura 2.

Tipo de vertimiento que se utiliza en predios acuícolas en el departamento de Arauca

(fig. 2)





Vertimiento al suelo

Vertimiento a caño



Estrategias de mejora:

- Sistema de desagüe/vertimiento sostenible: Realizar una conexión entre las tuberías de desagüe de cada estanque a un conducto principal de mayor capacidad que conduzca el agua hacia un área de sedimentación o al suelo como sistema de riego a cultivos y pastos. Esto facilita el control de los vertimientos y ayuda a prevenir la contaminación ambiental.
- Implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales: Incluir la utilización de sistema de filtración, tanques de sedimentación o estanques de oxidación con la finalidad de reducir la carga orgánica del agua residual antes de su descarga final al ambiente, especialmente si se realiza a fuentes hídricas.

La inadecuada gestión, manipulación, disposición, recarga y almacenamiento de combustibles como la gasolina, el ACPM y los aceites 2T y 4T (aquellos que son necesarios para el funcionamiento de motobombas y guadañadoras en la actividad acuícola), puede acarrear una serie de problemas. Entre estos se incluyen fugas y derrames durante su uso, los cuales pueden ocasionar:



Contaminación al suelo:

La afectación al suelo implica una disminución y pérdida de la cobertura vegetal, deteriorando su aspecto físico y alterando sus micronutrientes y macronutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, zinc, molibdeno, manganeso, cloro y cobre, esenciales para el crecimiento y desarrollo adecuado de la vegetación. Además, impacta negativamente a los microorganismos encargados de descomponer, regular y mantener la capa orgánica del suelo.



Contaminación al agua:

En los cuerpos de agua superficiales como ríos, caños, lagunas, quebradas y en fuentes subterráneas como pozos profundos, los derivados de los hidrocarburos pueden tener efectos en el espejo de agua. Uno de estos efectos es la formación de una capa superficial que obstruye la entrada normal de la luz solar, lo que genera una alteración en los niveles habituales de oxígeno disuelto en el agua. Esta alteración afecta gravemente a todas las formas de vida acuática y provoca desequilibrios en los ecosistemas.

En el caso de los estanques destinados a la cría de peces para consumo humano, la presencia de hidrocarburos puede ser especialmente perjudicial. No solo compromete la salud y calidad de los animales para cosecha, sino que también representa un alto riesgo para la salud pública si estas especies contaminadas llegan a ser consumidas. Además, la contaminación del agua en estos estanques puede generar una emergencia por escasez de agua para cubrir las diversas necesidades domésticas que se desarrollan diariamente en el predio, exacerbando los problemas derivados de la contaminación del agua por hidrocarburos.



Contaminación del aire:

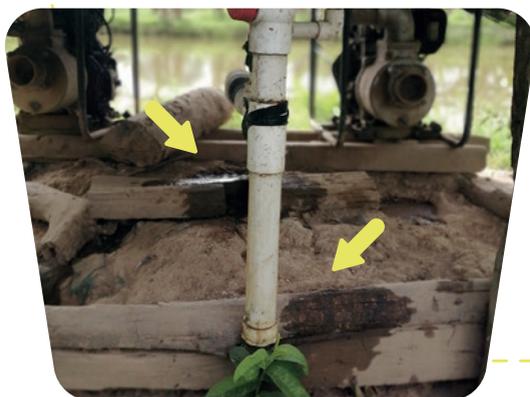
Debido al proceso de combustión se producen gases tales como dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x) y material particulado, lo cual contribuye al deterioro de la calidad del aire. Estas emisiones tienen efectos negativos en la salud respiratoria y visual de las personas.

Impacto 3

Contaminación por ruido

La falta de mantenimiento y reparación de equipos como las motobombas utilizadas en los sistemas de bombeo en la actividad acuícola desencadenan problemas auditivos y la aparición de enfermedades relacionadas. La presencia adicional de equipos como electrobombas y aireadores agrava la contaminación, llevando a que se alejen especies de fauna silvestre que tengan su hábitat en áreas cercanas o que se vean afectadas indirectamente por la ubicación de los sistemas productivos acuícolas. Un inadecuado manejo y control en el uso de los tipos de combustibles empleados refuerza las afectaciones mencionadas, lo que no solo perjudica al medio ambiente, sino que compromete la integridad de los productores.

Fugas de combustibles usados en la actividad de bombeo del recurso agua en una Unidad Productiva Piscícola, en el municipio de Arauca





Estrategias de mejora:

Los productores pueden implementar un manejo adecuado y responsable de los combustibles (gasolina, ACPM, aceites 2T y 4T) siguiendo estas recomendaciones:

- Almacenar y mantener los combustibles en un espacio seguro para prevenir la contaminación cruzada con las actividades acuícolas y otras labores. Esto también minimiza los riesgos para la salud humana.
- Realizar inspecciones regulares a los equipos que requieren combustible (moto-bombas, electrobombas, aireadores y guadañadoras) para verificar su calibración, rendimiento, mantenimiento y consumo. Esto ayuda a identificar posibles daños como fisuras, rupturas y desgaste de piezas, evitando su deterioro progresivo y reduciendo el riesgo de impacto ambiental y para los productores.
- Tomar precauciones durante el suministro de combustibles a los equipos para evitar fugas, derrames, escapes y pérdidas.
- Aprovechar la energía solar mediante la instalación y uso de celdas fotovoltaicas en las Unidades Productivas Piscícolas que no cuentan con acceso a redes de energía eléctrica convencional.
- Establecer barreras físicas naturales de manera adecuada en las áreas donde se realiza la actividad acuícola. Esto para mitigar la contaminación auditiva y aislar los malos olores.
- Si es posible, considerar la sustitución de los combustibles convencionales por bio-combustibles como una alternativa amigable con el medio ambiente.

Impacto 1

Contaminación por residuos sólidos

Durante las visitas a las instalaciones de productores piscícolas se evidenció un manejo inadecuado de residuos sólidos que generan contaminación ambiental. En muchos casos, se encuentran elementos como desechos sólidos (restos de alimentos, envases de productos químicos, plásticos, materiales de construcción, entre otros) dispersos por las áreas de producción y cerca de los cuerpos de agua. Estos residuos representan una amenaza para la salud de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad.

Manejo inadecuado de residuos



Impacto 2

Quema de residuos sólidos

La generación de humo promueve el aumento del calentamiento global e intensifica los efectos del Fenómeno de El Niño a nivel regional. Así mismo, la quema a largo plazo de diferentes tipos de residuos como plásticos, papeles, cartón, material vegetal y residuos agrícolas produce olores y gases tóxicos que pueden provocar enfermedades cardio-respiratorias y visuales. También, genera una obstrucción en la visibilidad, lo que dificulta la movilidad en las vías existentes en los diferentes sectores.



Quema de residuos generados en la Unidad Productiva Piscícola en el municipio de Arauca

Quema de residuos generados UPP Centro Poblado de Panamá de Arauca, en el municipio de Arauquita



Impacto 3

Enterramiento de residuos sólidos

Representa una forma de contaminación del suelo y de los cuerpos de agua subterránea, debido a que este proceso genera lixiviados: líquidos contaminados que se producen por la descomposición de los residuos. Estos lixiviados no solo generan malos olores, sino que pueden contaminar las fuentes de agua subterránea cercanas.



Estrategias de mejora:

- Implementar un sistema de separación de los residuos, clasificando aquellos que son aprovechables y disponiendo los no aprovechables en contenedores de fácil identificación.
- Hacer un manejo apropiado de los residuos sólidos derivados de las actividades acuícolas y otras operaciones realizadas en las Unidades Productivas Piscícolas (UPP).
- Promover las tres RRR (**R**eciclar, **R**eutilizar, **R**eusar) para reducir el uso de residuos y fomentar la cultura de aprovechamiento.
- Reducir el uso de plásticos no reciclables y de un solo uso.
- Adoptar prácticas ambientales sostenibles como el aprovechamiento de residuos agrícolas y residuos orgánicos (cáscaras de frutas, vegetales, hojas secas de barrido) para la elaboración de abonos orgánicos y uso en cultivos productivos alternos como yuca, plátano y maíz, así como en huertas caseras que estén establecidas en los predios. Esto reduce la dependencia de agroquímicos, fungicidas y herbicidas que propician la contaminación del suelo, del agua y del aire por sus componentes químicos, ya que presentan una baja capacidad de biodegradación.
- Utilizar materias primas naturales disponibles (como el fique y el vástago del plátano) para la fabricación de bolsas biodegradables como alternativa del plástico.
- Fomentar el uso consciente de bolsas ecológicas en lugar de plásticas desechables.
- Establecer puntos de recolección autorizados para residuos peligrosos con agroveterinarias, con la empresa gestora ambiental de RESPEL y con otras empresas/organizaciones que estén avaladas por la autoridad ambiental de la jurisdicción Corporinoquia (estas deben estar autorizadas para la recolección, transporte y disposición final de jeringas, agujas, frascos, empaques, recipientes que contengan insumos de uso veterinario y de otras actividades agrícolas y pecuarias establecidas en los predios).

- Coordinar la recolección adecuada de los residuos no aprovechables con las empresas municipales de servicios públicos de aseo. Este proceso debe hacerse en puntos de fácil acceso evitando su quema o enterramiento.
- Participar en programas posconsumo como “Pilas con el ambiente” o “Cierra el ciclo” (estrategias encaminadas al reciclaje de baterías y pilas de forma biosegura), utilizando los contenedores instalados en entidades públicas como Gobernación de Arauca y Alcaldía de Arauca y que son promovidos por entidades privadas como la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI).

Aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante compostaje. El objetivo es mejorar la calidad del suelo en la huerta en las eras construidas por un productor de la vereda La Panchera, en el municipio de Arauca



Contenedores instalados en la Alcaldía del municipio de Arauca para disponer residuos posconsumo como pilas usadas y recipientes de insecticidas y aerosoles de uso doméstico

Impacto 1**Erosión del suelo**

Se produce cuando las partículas del suelo se desprenden y son transportadas por el viento o por el agua hacia otras zonas. La ausencia de cobertura vegetal aumenta significativamente el riesgo de sufrir procesos erosivos.

La erosión del suelo puede evidenciarse a través de diversos efectos como el zanjado, la socavación y la pérdida del talud en los estanques piscícolas, originados por el desperdicio continuo de agua en las actividades de bombeo; las prácticas de rozamiento, poda o eliminación total de la cobertura vegetal también pueden contribuir.

**Estanque piscícola sin cobertura
vegetal ubicado en el Centro Poblado Panamá
de Arauca, en el municipio de Arauquita****Fuga de agua por rompimiento de la manguera
ocasionando zanjado en el suelo en Unidad Productiva
Piscícola, en el municipio de Arauca**

Estrategias de mejora:

Realizar actividades de poda, rozamiento y limpieza de forma controlada sin retirar toda la cobertura vegetal existente en las diferentes áreas de las Unidades Productivas Piscícolas (UPP). La capa vegetal que cubre el suelo está compuesta por una variedad de plantas arvenses y arbustos conocidos como rastrojo, esta cobertura desempeña un papel crucial en la protección del suelo contra la erosión al retener humedad y fijar nutrientes tales como nitrógeno o fósforo.

Ejemplos de sistemas productivos sin cobertura vegetal



Aspecto 5

Manejo de fauna silvestre

Impacto 1

Desplazamiento de fauna silvestre

Toda infraestructura productiva implica un cambio en el uso del suelo intervenido. En el caso de los predios piscícolas, la eliminación de la vegetación arbustiva y la cobertura vegetal genera el desplazamiento de la fauna nativa hacia otras áreas: los animales se sienten amenazados por la actividad humana o por la reducción de recursos como alimento y agua, además de la alteración de sus nichos ecológicos.

Impacto 2

Reducción de individuos

Algunos depredadores encuentran en los peces una fuente de alimento y la fauna silvestre se ve amenazada. La muerte de aves, reptiles y otros depredadores se puede presentar por la caza furtiva, control del productor por salvar su inversión o porque quedan atrapados en la infraestructura del sistema y, al no ser rescatados oportunamente, mueren.

Fauna silvestre en Unidad Productiva Piscícola en el municipio de Saravena



Fauna silvestre al lado de un sistema productivo en el municipio de Tame

Impacto 3

Disminución del hábitat y alejamiento de especies silvestres

La construcción de infraestructura necesaria para desarrollar la actividad acuícola (estanques en tierra o estanques circulares en cemento o geomembrana) puede conllevar a la deforestación de bosques nativos en los predios. Esto resulta en el desplazamiento obligatorio de la fauna silvestre, incluyendo especies de aves, reptiles y anfibios.

Estrategias de mejora:

- Planificar la construcción de los sistemas acuícolas en áreas que no interfieran con bosques naturales o con franjas de vegetación que rodean los cuerpos de agua como ríos, caños, quebradas, lagunas y humedales. Esto, para prevenir los impactos negativos en la fauna y flora silvestre y mitigar riesgos como desbordamientos e inundaciones durante periodos de invierno y sequías en verano.
- Ajustarse a la compatibilidad con el uso de los suelos siguiendo los Esquemas Básicos de Ordenamiento Territorial (EOT) y los Planes básicos de Ordenamiento Territorial (POT) aprobados y adoptados por las secretarías de planeación municipales.
- Como medida compensatoria, los productores pueden destinar un espacio en sus predios para generar restauración de ecosistemas con plantación de árboles nativos.

Impacto 4

Amenaza para especies nativas de las fuentes hídricas por fuga de especies cultivadas

Las especies exóticas pueden invadir el hábitat acuático, desplazando o reduciendo las poblaciones de peces nativos, además de generar competencia por alimento y espacio.

Impacto 5

Transmisión de enfermedades

Las especies exóticas alojadas en los estanques pueden contraer o ser portadoras de enfermedades bacterianas, parasitarias o virales a las que aún no han desarrollado inmunidad las especies nativas. Cuando estos animales enfermos llegan a las fuentes hídricas pueden propagar contagios que afectan a otras especies.

Estrategias de mejora:

- Instalar filtros adecuados en los puntos de control de las salidas de los desagües, rebosamientos y recirculación utilizando materiales duraderos y asegurándolos correctamente para prevenir la fuga de las especies en cultivo.
- De manera constante, monitorear y revisar los controles que tienen establecidos e instalados para el desagüe, rebosamiento y vertimiento en el área de los estanques piscícolas. Se deben realizar las adecuaciones necesarias, el mantenimiento y seguimiento continuo.

Control de rebosamiento de un estanque piscícola sin protección, en el municipio de Arauca



Control de desagüe de un estanque piscícola con protección, en el municipio de Arauca

La piscicultura sostenible implica la producción responsable de peces en cultivo, teniendo en cuenta el ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales como el agua y el suelo, así como la prevención de impactos negativos sobre la fauna, la flora y el aire.

En el estudio de impacto ambiental realizado, presentado en este documento (que incluyó una encuesta a los productores), se identificaron estrategias que permitirán a los cinco municipios intervenidos implementar la piscicultura sostenible de manera efectiva.



Estrategias de producción para una piscicultura sostenible

A continuación, se presenta una guía con prácticas y recomendaciones para llevar a cabo una piscicultura sostenible.

Antes de construir su sistema piscícola debe tener en cuenta:



Uso compatible del suelo

Antes de iniciar cualquier construcción de infraestructura, es fundamental verificar la compatibilidad del uso del suelo con la actividad acuícola. Para esto se recomienda solicitar el certificado de uso del suelo en la Oficina de Planeación e Infraestructura de la alcaldía municipal. Este certificado proporciona información crucial sobre la presencia de ecosistemas de conservación ambiental en el área geográfica donde planea ubicar la Unidad Productiva Piscícola, además de posibles conflictos relacionados con el uso de suelo. Obtener estos datos ayuda a tomar decisiones informadas y a prevenir posibles impactos negativos a nivel ambiental.

Sugerencia: Participar en las actividades de actualización de los Esquemas Básicos de Ordenamiento Territorial (EOT) y de los Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) que se realicen en cada municipio. Esto permite identificar y comprender si la actividad acuícola es compatible con el tipo de suelo donde se encuentran localizados.



Selección del sitio para construir los estanques

Es importante elegir un lugar adecuado donde se ubicarán los estanques y asegurarse que tenga una calidad de agua idónea para la cría de los peces. Evitar áreas cercanas a fuentes hídricas y no intervenir la franja de vegetación que rodea y protege los caños, quebradas, ríos, lagunas, esteros y cualquier otro ecosistema hídrico de donde se va a extraer el agua o realizar el vertimiento de los estanques. Esto disminuye el riesgo de inundaciones, erosiones o remoción de suelo.



Recuerde proteger y conservar los bosques, tal como lo establece el Artículo 2.2.1.1.18.2. del Decreto 1076 de 2015, el cual señala que los propietarios de los predios tienen las siguientes obligaciones:

- ✓ Conservar los nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda (medidos a partir de su periferia).
- ✓ Contar con una franja (ronda hídrica) no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos (sean permanentes o no) y alrededor de los lagos o depósitos de agua.
- ✓ Proteger los ejemplares de especies de la flora silvestre vedadas que existan dentro del predio.
- ✓ Proteger los bosques que rodean las fuentes hídricas, debido a que minimizan el riesgo de posibles desastres o daños durante la época de lluvia, además que sirven como corredores biológicos de una variedad de especies animales y vegetales que ayudan a conservar el agua y en la estabilización de las laderas de los cauces.
- ✓ Cumplir con el marco normativo ambiental: solicitar y tramitar ante la autoridad ambiental de la jurisdicción, Corporinoquia (para el territorio de Arauca). Estos permisos son requeridos para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales. Es necesario gestionar el permiso de concesión de aguas superficiales para la extracción y captación de agua de fuentes como ríos, caños, quebradas, lagunas y nacederos. En el caso de instalar una estructura sobre el lecho o cauce de un cuerpo de agua (como jaulas), se debe tramitar el permiso de ocupación de cauce. Para pozos profundos se requiere el permiso de concesión de aguas subterráneas. Adicionalmente, para las descargas contaminantes al suelo o a fuentes de agua, se debe solicitar el permiso de vertimientos siguiendo los lineamientos y procedimientos establecidos por la autoridad ambiental en el marco del Decreto 1076 de 2015, “Por medio del cual se expide el Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible”.



¿Cómo recuperar la ronda protectora de una fuente hídrica?

Una ronda protectora se refiere a una franja de vegetación que rodea los cuerpos de agua. Esta actúa como una barrera natural que los protege (al igual que a sus ecosistemas circundantes) y filtra sedimentos, absorbe nutrientes y reduce la erosión del suelo, los cuales se pueden recuperar con las siguientes acciones:



Restauración ecológica

Consiste en permitir que el área se regenere naturalmente, sin intervención directa. Los animales, el viento, el agua, el suelo y las propias plantas se encargan de dispersar y germinar las semillas adecuadas para este ecosistema.

Fuente de captación en el municipio de Saravena



Fuente receptora del vertimiento piscícola en el municipio de Arauquita



Fuente de captación en el municipio de Fortul



Reforestación

Sembrar o plantar especies vegetales de su elección en esta área. Se debe asegurar que sean plantas nativas de la ronda protectora, ya que son estas las que contribuyen a preservar la integridad de la fuente hídrica.



No intervención

No interferir en las áreas de ronda de protección ambiental de los ríos, caños, quebradas, lagunas, humedales y nacederos. Se debe evitar la tala del bosque nativo, para prevenir impactos ambientales adversos al suelo como la erosión, sedimentación, riesgos de inundaciones y disminución de la oferta de agua, tanto superficial como subterránea.

Bosque nativo establecido sobre el área de la ronda del Río Arauca, ubicado en el municipio de Arauca en una zona cercana a las Unidades Productivas Piscícolas de la vereda Brisas del Arauca



Bosque nativo compuesto por individuos de la especie jobo y bambú. Está establecido en el área de ronda del Río Arauca, en el municipio de Arauca. Se encuentra ubicado en una zona cercana a los sistemas productivos piscícolas de la vereda Brisas del Arauca



Elección del tipo de estanques

Es muy importante seleccionar el sistema y estanques en función del tipo de suelo presente en la zona. Debido a que los suelos franco-arenosos tienden a generar mayores pérdidas de agua por infiltración, se recomienda impermeabilizar los taludes de los estanques para reducir el uso de agua. Por otro lado, los suelos limo-arcillosos presentan una menor tasa de infiltración, mientras que los suelos arcillosos tienen una infiltración aún menor, lo que los hace más adecuados en términos de uso del agua.



¿Cómo hacer el uso eficiente y ahorro del agua en la producción de peces?

- A** Diseñar un sistema de captación único que garantice una eficiente distribución del caudal para los estanques como se puede observar en la figura 3.

Diseño de sistema de captación y distribución eficiente:

(fig. 3)



- B** Implementar sistemas de sombra para controlar las pérdidas por evaporación del espejo de agua.
- C** Establecer el horario de uso y la cantidad de horas por día de bombeo que se requieren para nivelar el espejo de agua y llevar a cabo la oxigenación adecuada en cada estanque.
- D** Monitorear el consumo de agua en todas las etapas productivas desde la siembra hasta la cosecha, es decir, cuantificar ingresos y salidas de agua del sistema.
- E** Diseñar estrategias de ahorro y uso eficiente del agua en el predio y producción piscícola, como la implementación de sistemas de recirculación, prevención de la evaporación y la infiltración, y la gestión responsable del agua en los estanques, evitando su uso constante.



¿Qué impactos puede generar la carga contaminante del desagüe en el medio ambiente?

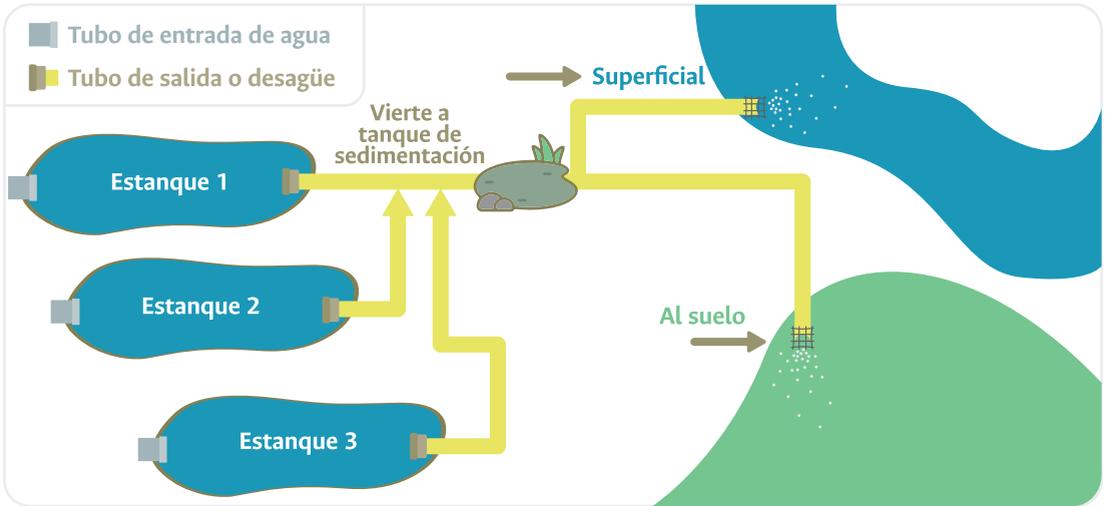
Las heces de los peces y el alimento no consumido representan una carga contaminante que puede alterar las propiedades fisicoquímicas de una fuente hídrica o del suelo, especialmente en el lugar o zona donde se realice la descarga al desagüar uno o varios estanques piscícolas. Estos desechos contienen sustancias de interés sanitario como el amonio y sólidos suspendidos, que pueden ocasionar una disminución de pH, incrementar la turbiedad del agua y contener metales pesados regulados por la normativa ambiental, según lo establecido en la Resolución 631 de 2015. Estos elementos se consideran tóxicos y representan un riesgo significativo para los organismos vivos y la calidad del suelo, por lo que se deben gestionar adecuadamente. Por lo tanto, se recomienda implementar estrategias en el manejo del vertimiento presentadas en la figura 4.



La elaboración de múltiples vertimientos genera contaminación en diferentes áreas del predio. Se recomienda concentrar todos los vertimientos en un solo punto, de esta manera se delimita un área específica para el control de agentes contaminantes. En la figura 5 se ilustra el método adecuado para conducir el agua residual:

Método adecuado de conducción para agua residual

(fig. 5)



El manejo adecuado de los vertimientos previene la contaminación del agua y del suelo. Esto no solo promueve la protección del medio ambiente, sino que asegura la salud y el bienestar de las comunidades que dependen de estas fuentes hídricas.



Manejo adecuado de la fauna silvestre

La fauna silvestre se debe proteger, ya que cada especie presta importantes servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas y la polinización. A través de su alimentación se controlan las poblaciones de plantas y otros animales, contribuyendo al equilibrio ecológico de los ecosistemas.





¿Cómo controlar que la fauna silvestre no consuma los peces del estanque?

A Barreras físicas:

Instalar redes, mallas o cercas encima o alrededor del estanque para evitar que depredadores como las aves y mamíferos accedan al agua y capturen a los peces.

Manejo con malla en el municipio de Saravena



Manejo con hilo en el municipio de Arauquita



Manejo con malla y altura en el municipio de Tame

B Uso de dispositivos de disuasión:

Emplear dispositivos como luces brillantes o sonidos. Esto ahuyenta a los depredadores y los mantiene alejados del estanque.



¿Qué hacer con los residuos sólidos producidos en el sistema piscícola?

Un residuo sólido es todo aquello que se descarta después de haber utilizado un producto, un bien o un servicio. Por lo tanto, es fundamental clasificarlos adecuadamente para facilitar el manejo y tratamiento posterior (ver figura 6).

Para gestionar de manera eficaz los residuos sólidos generados en la Unidad Productiva Piscícola, la estrategia más efectiva es implementar un manejo integrado de residuos sólidos.

Clasificación de residuos sólidos:

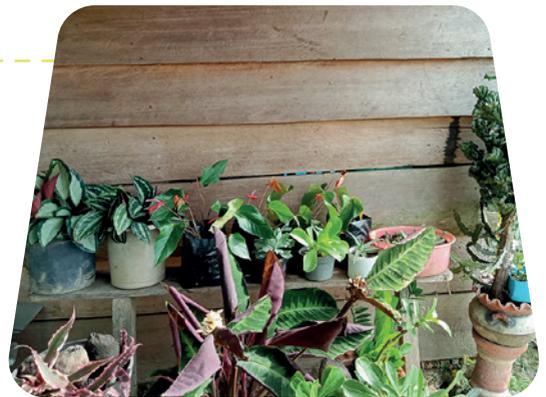
(fig. 6)



No peligrosos

Pueden ser empleados en una variedad de métodos de aprovechamiento, tales como su utilización en la alimentación de otras especies (residuos orgánicos), la producción de biogás, la práctica de lombricultura o su incorporación en procesos de compostaje. Se pueden reutilizar recipientes plásticos en otras actividades como la siembra de plantas comestibles, ofreciendo una segunda vida útil a estos materiales.

Producción de hortalizas de los productores de Villa Esperanza en el municipio de Arauca



Cultivo de plantas ornamentales de un productor de La Pesquera en el municipio de Arauquita

En cuanto a los residuos reciclables, una opción efectiva es entregarlos a asociaciones de recicladores del municipio. El plástico, el cartón, las vasijas y las botellas de plástico pueden ser recicladas, mientras que los metales pueden ser vendidos a centros de reciclaje u otra empresa interesada. Respecto a los residuos no reutilizables, es recomendable gestionar su recolección con las administraciones municipales, especialmente en áreas rurales. Se debe evitar, en la medida de lo posible, la quema o enterramiento de residuos no degradables, pues esto genera contaminación ambiental y afecta la salud pública.



Peligrosos (RESPEL)

Los residuos peligrosos, conocidos como RESPEL, representan una preocupación significativa debido a su potencial para causar daño al medio ambiente y a la salud humana. Estos residuos son aquellos que, debido a sus características físicas, químicas o biológicas, presentan un riesgo significativo para el entorno y requieren de un manejo especializado.

Los RESPEL abarcan una amplia gama de materiales desde envases de fertilizantes y plaguicidas hasta grasas, aceites, combustibles y medicamentos de uso veterinario y humano, baterías, entre otros. Es fundamental realizar trabajo comunitario para gestionar el cumplimiento de las normas posconsumo e implementar puntos limpios de recolección en cabeceras municipales y centros poblados.

En resumen, asegurar un manejo adecuado de los residuos sólidos en la producción piscícola es fundamental para reducir su impacto ambiental y contribuir al desarrollo sostenible de la industria.

El agua es un recurso público y para su aprovechamiento se debe contar con permisos expedidos por la autoridad ambiental, presentamos dos de los más importantes:



Permiso de concesión de aguas

La concesión de aguas es el permiso otorgado por la autoridad ambiental competente para el uso y aprovechamiento del recurso hídrico. Esta abarca desde la captación de agua de fuentes superficiales como ríos y quebradas o subterráneas como pozos profundos y aljibes, y que son destinadas a usos domésticos, agropecuarios, recreativos, industriales, generación de energía, entre otros, según lo establecido en el Artículo 2.2.3.2.7.1 del Decreto 1076 de 2015.



Permiso de vertimientos

El permiso de vertimientos autoriza la descarga de aguas residuales a cuerpos de agua o al suelo bajo la supervisión de la autoridad ambiental de acuerdo con la normatividad ambiental vigente. Obtener este permiso garantiza que el productor realice sus descargas de manera que no alteren la calidad del recurso natural ni los parámetros fisicoquímicos o microbiológicos de la carga contaminante del desagüe. Al reducir el impacto de los vertimientos en el agua o el suelo, se protegen los recursos naturales, así como la vida humana, animal y vegetal.

¿Ante qué entidad se solicita un permiso ambiental?

En el departamento de Arauca, la Corporación Autónoma Regional encargada de otorgar los permisos ambientales es Corporinoquia. Se radica el documento de solicitud del permiso con los soportes necesarios para iniciar el trámite.

Consideraciones finales

5

La acuicultura en el departamento de Arauca es una actividad transformadora del sector agropecuario que beneficia directamente a las familias vinculadas a este sector, al generar empleo y producir alimentos de alto valor biológico. Uno de los principales insumos es el agua, y esta actividad se desarrolla principalmente en las áreas rurales, interactuando con el ambiente. Por ello, la identificación de las prácticas que llevan a cabo los piscicultores, y que podrían tener impactos positivos o negativos en el entorno y en las aguas circundantes es crucial. No solo se trata de tomar medidas correctivas, sino también preventivas, promoviendo aquellas prácticas favorables que permitan la sostenibilidad de la acuicultura en Arauca.

Es importante atender las recomendaciones presentadas en este documento, las cuales buscan que los piscicultores identifiquen las prácticas diarias en las que existen oportunidades de mejora. Esto es fundamental para optimizar el uso de recursos naturales como el agua, el suelo, el aire y otros insumos esenciales para la acuicultura. Al implementar estas mejoras, no solo se promueve la sostenibilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales, sino que también se puede incrementar la eficiencia y la productividad del sector. Además, estas prácticas sostenibles contribuyen al bienestar de las comunidades rurales, fortaleciendo la economía local y asegurando la disponibilidad de alimentos de alto valor biológico para las generaciones futuras.



ARAUCA ACUÍCOLA I+D

Referencias

- **Bonilla, S.P. Guerrero, M.A.; Calderon, H.D.; Cuellar, C.A.; González, C.A.; Vargas, C.A. (2018).** *Concesión de Agua*. Federación Colombiana de Acuicultores Fedeaqua.
https://fedeaqua.org/files/cartilla_n_2_huila_.pdf
- **Bonilla, S.P. Guerrero, M.A.; Calderon, H.D.; Cuellar, C.A.; González, C.A.; Vargas, C.A. (2018).** *Permiso de Vertimiento*. Federación Colombiana de Acuicultores Fedeaqua.
https://fedeaqua.org/files/cartilla_n_3_huila_.pdf
- **Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - Corantioquia. (2016).** *Manual de Producción y Consumo Sostenible Gestión del Recurso Hídrico: Piscícolas Cultivo de Trucha y Tilapia*.
<https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Piscicola.pdf>
- **Bonilla, S.P. Guerrero, M.A.; Calderon, H.D.; Cuellar, C.A.; González, C.A.; Vargas, C.A. (2018).** *Cartilla Didáctica 1 Formalización de la Piscicultura en el Departamento de Antioquia*.
https://fedeaqua.org/files/cartilla_n_1_antioquiab.pdf
- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2007).** Decreto 1575: *Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano*.
<https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1575-de-2007/>
- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015).** Decreto 1076: *Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
<https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/decreto-1076-de-2015/>
- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015).** Resolución 631: *Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones*.
<https://www.minambiente.gov.co/documento-normativa/resolucion-631-de-2015/>

- **Merino Archila, M.C., Salazar Ariza, G y Gómez León, D. (2006).** Guía Práctica de Piscicultura en Colombia. <http://www.aunap.gov.co/documentos/OGCI/Guia-Practica-de-Piscicultura-en-Colombia.pdf>
- **Merino Archila, M.C. (2014).** Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia - PlaNDAS
<http://www.aunap.gov.co/documentos/OGCI/Guia-Practica-de-Piscicultura-en-Colombia.pdf>
- **Quintero Pinto, L.G., Pardo Gamboa, B.S., y Quintero Pardo, A.M.C. (2011).** Manual técnico para la producción de peces de consumo a pequeña y mediana es-cala en el departamento de Cundinamarca. Produmedios.
- **Rabasso Krohnert, M.S. (2006).** Los impactos ambientales de la acuicultura, causas y efectos. *Vector plus*, (28), 89-98.

Pasatiempos

Luego de haber leído todo el documento, y como forma de revisar los conocimientos presentados, le invitamos a desarrollar los siguientes pasatiempos.

Sopa de letras

Identifique 20 palabras relacionadas con la acuicultura.

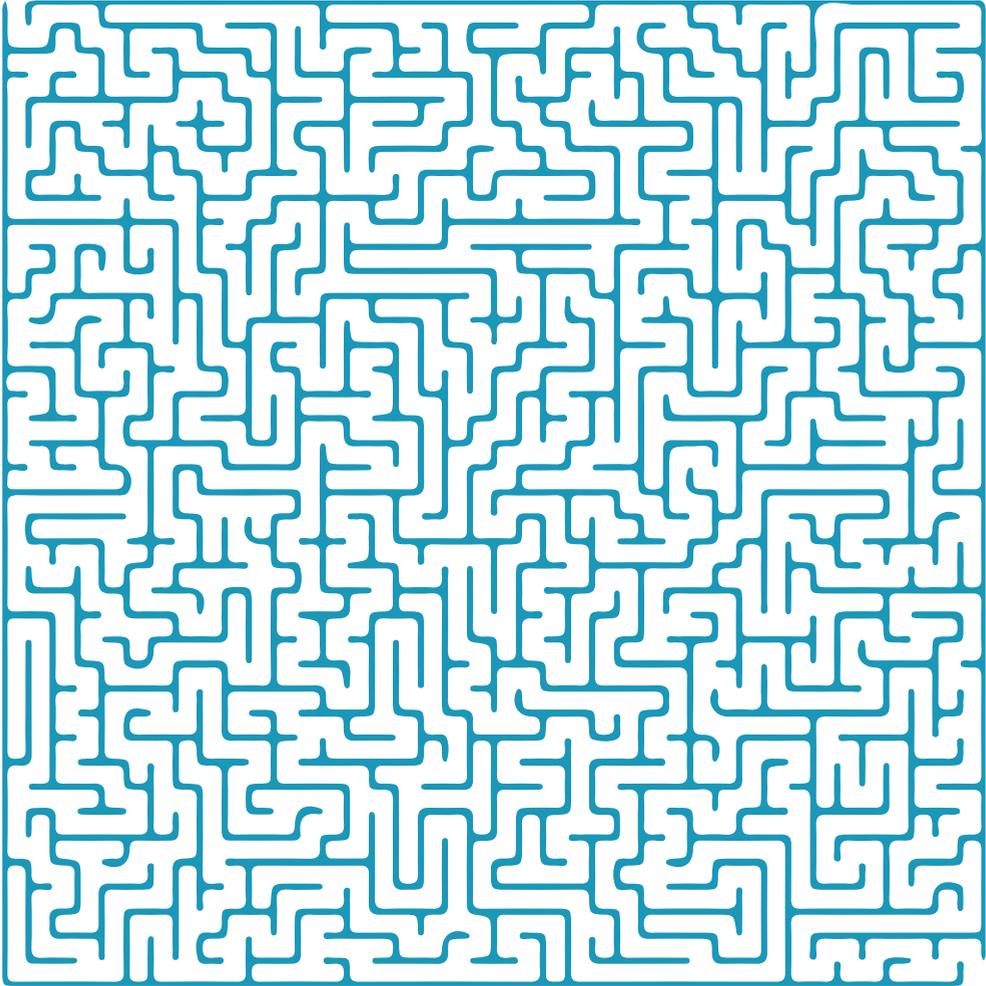
AGUA
 CACHAMA
 CAPTACIÓN
 DISUELTO
 ESTANQUE
 LAGUNA
 MALLA
 OXIGENO
 PEZ
 POZO
 PRODUCCIÓN
 PROFUNDO
 RESIDUOS
 RÍO
 SOSTENIBLE
 SUBTERRANEA
 SUPERFICIAL
 TIERRA
 TILAPIA
 VERTIMIENTO

U	T	I	L	A	P	I	A	T	C	E	J	I	O	V
T	R	I	K	C	P	R	O	D	U	C	C	I	O	N
T	I	E	R	R	A	A	A	Q	I	C	S	N	K	S
I	G	L	I	E	X	C	N	H	A	O	E	O	S	O
D	B	P	E	Z	M	A	H	P	S	G	N	R	O	S
I	I	F	R	D	T	Y	T	A	I	E	I	I	U	T
S	Y	L	T	S	Z	A	E	X	M	O	C	E	D	E
U	P	A	E	U	C	N	O	I	N	A	G	L	I	N
E	A	G	J	I	I	U	R	D	G	A	L	N	S	I
L	L	U	O	P	R	O	F	U	N	D	O	P	E	B
T	L	N	L	A	Q	A	A	U	M	N	D	F	R	L
O	A	A	I	A	M	C	U	X	P	O	Z	O	U	E
V	M	W	H	S	U	B	T	E	R	R	A	N	E	A
S	U	P	E	R	F	I	C	I	A	L	G	B	K	L
U	H	V	E	R	T	I	M	I	E	N	T	O	W	Q

Laberinto:

En el primero debe identificar el camino que tiene que seguir Arauquito, nuestro pez, para que llegue donde su amigo Fortulito.

Arauquito



Fortulito



ARAUCA ACUÍCOLA I+D

Guía práctica para el manejo de
recursos hídricos y naturales en
la piscicultura araucana



ISBN: 978-958-5521-12-4
2024 © Todos los derechos reservados.