

Residuos de la salmonicultura para uso agrícola

Chile: experiencias en el uso de lodos de las pisciculturas

Autor

Enrique Vivanco Font
Email: evivanco@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3195

Comisión

Elaborado para la Comisión de Intereses Marítimos, Pesca y Acuicultura, Senado

Nº SUP: 138562

Resumen

Gran parte de los residuos generados por la industria del salmón son lodos provenientes de pisciculturas y mortalidad. En particular, sobre los primeros se sabe que son ricos en nitrógeno y fósforo, por lo que podrían ser usados como mejoradores de suelo y fertilizantes agrícolas.

Considerando lo anterior, se tiene la experiencia realizada en suelos de Aysén, cuyo objetivo fue la incorporación de nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) en suelos de origen volcánicos, que se caracterizan por ser deficientes en estos elementos. Para mejorar esta condición, los productores agropecuarios incorporan tradicionalmente nitrógeno y fósforo en programas de fertilización de suelos (urea, superfosfatos). Los resultados del proyecto fueron: alto aporte nutricional al suelo y con aumentos sustanciales de producción primaria. Además, no presentaron limitaciones en cuanto a aporte de metales pesados al suelo, lo que los hace bastante inocuos. A considerar, se observó que lodos y sobrenadantes en general presentan niveles elevados de sodio, lo que en suelos salinos puede ser una limitante para su uso.

Otro proyecto, donde se buscó evaluar el desempeño de lodos provenientes de pisciculturas y aplicados a dos clases de suelos (arenoso y limo). Se encontró que los lodos son abonos orgánicos, no son residuos urbanos, principalmente porque su nivel de metales es bajo, no presenta antibióticos y la materia orgánica que aporta es lábil; suplementa a los suelos fomentando los cultivos. Sin embargo, se requiere de análisis periódicos, para verificar su contenido, ya que no es un material homogéneo.

Este proyecto de valorización energética se enfoca en la reutilización térmica de lodos, principalmente para fabricación de pellet. El cual, se utiliza posteriormente para producir calor en una caldera, calentar agua y utilizarla en la incubación de ovas, o en manejo de termo-período, durante las etapas de primera alimentación o esmoltificación, proceso en que actualmente se utilizan combustibles fósiles.

Introducción

El documento entrega información (experiencias nacionales) en el uso de residuos provenientes de la salmonicultura para ser utilizados en la agricultura. Específicamente, el uso de lodos residuales tomados de pisciculturas y usados en suelos agrícolas. Adicionalmente, se incluye información sobre la caracterización de los residuos generados por la acuicultura en Chile.

Los casos citados en el informe, son proyectos relevantes realizados en Chile, cuyo aprendizaje resulta útil para la toma de decisiones sobre valorización de residuos en la acuicultura nacional.

Características de los residuos que deja la acuicultura

La caracterización detallada de los residuos que genera la acuicultura lo entrega el proyecto “Establecimiento de las condiciones necesarias para el tratamiento y disposición de desechos generados por actividades de acuicultura 2018”¹. Entre los objetivos que tuvo el proyecto está:

...proponer estándares mínimos y medidas tendientes a la reutilización de los Residuos Sólidos o la disposición adecuada de los mismos. Además de contar con definiciones claras que permitan aplicar de mejor manera la normativa existente.

La información -para el proyecto- se obtuvo de la revisión de las Declaraciones de Impacto Ambiental y sus respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental favorables. El resultado entregó que la mayor cantidad son residuos del tipo orgánicos:

- Los residuos vienen principalmente de Mortalidad, vísceras, descartes, desprendimientos y otros².

Luego, inorgánicos y mixtos (orgánicos e inorgánicos):

- Plásticos como envases, bolsas alimento, capas bioseguridad, guantes, botas, flotadores, boyas,
- Etc.
- Lodos provenientes de los sistemas de tratamiento de los Residuos Líquidos
- Residuos Domiciliarios.
- Papel, Cartón y Chatarra.
- Residuos Peligrosos (Aceite, baterías, pilas, tubos fluorescentes, etc.)

Asimismo, existe diferencia entre la cantidad de residuos sólidos generada por el cultivo de Algas, Moluscos y Peces³:

¹ Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (2018). Establecimiento de las condiciones necesarias para el tratamiento y disposición de desechos generados por actividades de acuicultura. Informe Final. Proyecto FIPA N°2016-69.ID:4728-103-LE16 Disponible en: https://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-96202_informe_final.pdf (junio 2023).

² Ej.: alimento no consumido

³ Ibídem.

...la piscicultura (salmonicultura mayormente) genera un total de 78 tipos de residuos, mientras los Moluscos y Algas generan 64 y 48 tipos de residuos respectivamente.

También se tiene, que del total de los residuos sólidos generados en la acuicultura⁴:

...la salmonicultura recicla el 24,36%, el 74,36% se lleva a vertedero y el 1,28% tiene otra disposición (...) moluscos el 7,81 % se recicla o reutiliza, 87,50% se lleva a vertedero y el 4,69% se dispone de otra forma (...) cultivo de algas el porcentaje el reciclaje es de 10,422%, vertedero 87,50% y el 2,08% tiene otra disposición.

Residuos orgánicos e inorgánicos de la salmonicultura

Los residuos generados en la producción de salmónidos pueden resumirse en la Tabla 1 a continuación:

Tabla 1. Residuos generados en el proceso productivo de la salmonicultura.

Piscicultura (tierra)	Lagos-estuarios	Centro de mar	Planta de proceso
Residuos orgánicos predominantes			
Lodo (aguas servidas)	Lodo (aguas servidas)	Lodo (aguas servidas)	RILES
Lodos (Riles)	Mortalidad (ensilaje)	Mortalidad (ensilaje)	Lodo (aguas servidas)
Mortalidad (ensilaje)	Alimento no consumido	Alimento no consumido	Vísceras, cabezas, recortes materia prima, esquelones
	Fecas	Fecas	Residuos domiciliarios
	Residuos domiciliarios	Residuos domiciliarios	
Residuos inorgánicos			
Residuos peligrosos	Varios (embalajes plásticos, plumavit, papeles, etc.)	Varios (embalajes plásticos, plumavit, maxisacos de alimento, vacíos)	Residuos peligrosos
Varios (embalajes plásticos, plumavit, papeles, etc.)			Varios (embalajes plásticos, plumavit, cartón, etc.)

Fuente: Adaptado de "Establecimiento de las condiciones necesarias para el tratamiento y disposición de desechos generados por actividades de acuicultura 2018".

Uso de residuos provenientes de la salmonicultura

Principalmente, el informe se referirá a los lodos residuales provenientes de las pisciculturas.

Lodos de plantas de tratamientos de residuos líquidos (RILES): los lodos residuales provenientes de las pisciculturas son ricos en nitrógeno y fósforo, por lo que podrían ser usados como mejoradores de suelo y fertilizantes agrícolas. Sin embargo, a pesar de estas características, la mayoría de los lodos son procesados en un filtro de prensa para ser deshidratados (humedad < 70%) y convertirlos en "tortas" o bloques de lodos orgánicos

⁴ Op.cit. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (2018).

(mayormente) con humedad reducida, y cuyo destino final son vertederos o rellenos sanitarios autorizados para recibir estos desechos.

No obstante lo anterior, es importante indicar que junto con los lodos residuales sumado a la mortalidad son los mayores generadores de residuos de la industria.

La **Gestión de la mortalidad**: esta se maneja por ensilaje, es decir la mortalidad se procesa mediante molienda y adición de ácido fórmico, generando una pasta homogénea con un pH <4. Luego, es almacenada en un silo. El método de ensilaje transforma la mortalidad, excedentes de la industria salmonicultura y las vísceras, en aceite, harina de pescado y fertilizantes agrícolas mediante sucesivas etapas de cocción, prensado y secado de la pasta orgánica.

Uso de lodos provenientes de pisciculturas (proyectos nacionales)

Los lodos significan un importante desafío para la salmonicultura, tal como lo indican declaraciones de la industria⁵:

...uno de los retos más importantes para el rubro es el uso como fertilizantes de los lodos que genera el cultivo de los peces, lo que permitiría reciclar más de la mitad de los residuos que hoy no se puede valorizar.

... podrán utilizarse en el mejoramiento de suelos agrícolas por los nutrientes que contienen, sobre todo nitrógeno y fósforo.

En general, los lodos de pisciculturas están compuestos por los restos de alimentos y excrementos de los peces que se acumulan en los estanques de cultivo⁶:

... una tonelada de smolts (salmones jóvenes) generaría entre 1,4 y 1,8 metros cúbicos de lodos, por lo que se estima que la industria del salmón produce unos 72 mil metros cúbicos anuales de estos residuos.

1) Proyecto El uso de lodos de pisciculturas sobre suelos agropecuarios de origen volcánico de la Patagonia occidental, Aysén (2012)⁷

El proyecto, del año 2012, buscaba la incorporación de nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) en los suelos de origen volcánicos, que se caracterizan por ser generalmente deficientes en estos

⁵ Induambiente (2021). A Favor de la Corriente: Revisamos algunos ejemplos de circularidad y reciclaje de residuos en la industria salmonera. Edición N°172. Disponible en: <https://www.induambiente.com/especial/acuicultura/a-favor-de-la-corriente> (junio 2023).

⁶ Ibídem.

⁷ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA (2012). Resultados preliminares sobre el uso de lodos de pisciculturas sobre suelos agropecuarios de origen volcánico de la Patagonia occidental (Aysén). Coyhaique, Chile. Boletín INIA N°223. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7769/NR40073.pdf?sequence=9> (junio 2023).

elementos. Para mejorar esta condición, los productores agropecuarios incorporan tradicionalmente nitrógeno y fósforo en programas de fertilización de suelos (urea, superfosfatos).

Los resultados del proyecto fueron:

- Los lodos de piscicultura, considerados como biosólidos, tienen un alto contenido de materia orgánica, donde los niveles de nitrógeno y fósforo resultaron de alta relevancia para su uso en sistemas agropecuarios;
- Se midieron niveles de nitrato, amonio y fósforo disponible tales, que permitieron respuestas elevadas en praderas y cultivos. Se probaron diferentes dosificaciones y en general niveles de hasta 100 e incluso 150 m³/ha resultaron un gran aporte nutricional al suelo, con aumentos sustanciales de producción primaria;
- Los lodos de piscicultura (fecas de peces más restos de alimento no consumido) no presentaron limitaciones en cuanto a aporte de metales pesados al suelo, lo que los hace bastante inocuos, comparado con lodos de plantas de tratamiento de aguas de origen humano;
- Se determinó que la aplicación de lodos podía sustituir en muchos casos totalmente la aplicación de fósforo y aportar significativamente nitrógeno disponible, con disminuciones de costos de fertilización para los sistemas productivos;
- Respecto de la tecnología de aplicación, hubo efectos positivos sobre la producción de praderas y cultivos, al usar un sistema de aspersión, con riego de este sobrenadante. En otras situaciones, se hizo más práctico el bombeo de lodo desde decantadores de pisciculturas, para ser aplicado mediante carros purineros. Ello permite una aplicación controlada y eficiente sobre el terreno; y
- Sin embargo, a considerar, se observó que lodos y sobrenadantes en general presentan niveles elevados de sodio, lo que en suelos salinos puede ser una limitante para su uso. No obstante, los suelos volcánicos de Aysén (y en gran parte de los suelos del sur de Chile), la salinidad no representa habitualmente un problema.

2) Proyecto de lodos residuales de pisciculturas (2018)⁸

El proyecto desarrollado (entre marzo del año 2013 y enero del 2014) por la Universidad Austral de Chile y liderado por la Dra. Sandra Madariaga del Centro de Ciencias Básicas, Sede Puerto Montt. Además, contó con el apoyo de la Secretaría Regional Ministerial (Seremi) de Medio Ambiente; la Seremi de Salud; el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) Región de Los Lagos y Marine Harvest Chile⁹. Con el desarrollo de este proyecto se buscó evaluar el desempeño de lodos provenientes de pisciculturas y aplicados a dos clases de suelos (arenoso y limo). En particular, los lodos caracterizados y utilizados venían de dos pisciculturas de la empresa Marine Harvest (recirculación y flujo abierto).

En una primera etapa de la investigación los lodos fueron caracterizados, y se obtuvieron los siguientes resultados:

- En relación a los nutrientes presentes en el lodo de las pisciculturas analizadas, la investigadora expuso que no se observaron diferencias significativas entre muestreos ni según tipo de pisciculturas, respecto de materia orgánica y nitrógeno total;

⁸ Salmonexpert (2018). Finalizó proyecto de lodos residuales de pisciculturas. Disponible en: <https://www.salmonexpert.cl/archivo/finaliz-proyecto-de-lodos-residuales-de-pisciculturas/1259386> (junio 2023).

⁹ Desde 2019 MOWI

- Sin embargo, se observaron diferencias significativas en la concentración de fósforo y sólidos totales. Comparando por fuente de origen, la piscicultura de recirculación presentó una mayor carga de fósforo total y una menor carga de sólidos totales;
- Respecto a la concentración de metales pesados en el lodo se obtuvo que las máximas concentraciones de estos metales, en ambos tipos de pisciculturas, se encuentran por debajo de los límites permitidos por la reglamentación nacional e internacional y su fuente está relacionada con la presencia de éstos en el alimento;
- En relación, con la presencia de antibióticos en los lodos, no se detectaron trazas en ninguna de las muestras analizadas con HPLC MS;
- Asimismo, la carga de patógenos presente en los lodos, presentan una densidad de coliformes fecales inferior a 312 NMP/g ST y concentraciones de Salmonella spp. inferiores a 3 NMP/4 g ST; y
- En cuanto a la densidad de ovas de helmintos, el lodo estudiado presentó densidades inferiores a 1 ova/4 g ST. En cualquier caso, indica la investigadora a cargo, que estos valores, salvo las ovas de helmintos, disminuyen considerablemente con la digestión anaeróbica.

La segunda parte del proyecto, consistió en la evaluación de la capacidad de los suelos para filtrar y descomponer los lodos tratados. Esta etapa se realizó en la Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales de la UACH Sede Valdivia, a cargo del experto en nutrición de suelos Dr. Juan Schlatter.

Entre las principales conclusiones:

- Los lodos de piscicultura son abonos orgánicos, no son residuos urbanos, principalmente porque su nivel de metales es bajo, no presenta antibióticos y la materia orgánica que aporta es lábil; suplementa a los suelos fomentando los cultivos. Sin embargo, se requiere de análisis periódicos, para verificar su contenido, ya que no es un material homogéneo;
- El nitrógeno es el único elemento que amenaza las normas de calidad de agua (en forma amoniacal y nitrato), este elemento es el que decide la cantidad de aplicación máxima aceptable. Los lodos de piscicultura contienen entre siete y 10 veces la cantidad de nitrógeno en comparación con aquellos del fondo de un lago o del mar y son de carácter soluble, en aguas abiertas el nitrógeno soluble se disuelve en el agua;
- La época de aplicación debiera ser a fines de invierno o a principios de primavera, cuando las precipitaciones tienden a disminuir, y debido al fuerte olor, es necesario que sea incorporado al suelo al preparar el cultivo, no distribuirlo superficialmente, sobretodo en estado crudo; y
- Se recomienda, indica el investigador, que nunca se debe aplicar a suelos tipo ñadi, turberas ni vegas, ni en suelos muy delgados que no puedan cumplir la función de filtro.

3) Otros proyectos¹⁰

El artículo “Manejo de residuos orgánicos en la industria. Lodos, cartones, pallets, alimento y mortalidad” (2018) muestran las siguientes experiencias y usos de lodos derivados de las pisciculturas.

¹⁰ Salmonexpert (2018). Manejo de residuos orgánicos en la industria. Lodos, cartones, pallets, alimento y mortalidad. Disponible en: https://www.fraunhofer.cl/content/dam/chile/es/documents/CsbDocument/PressMedia/Revista_Salmo_Expert.pdf (junio 2023).

- El laboratorio alemán Fraunhofer, con su sede en Chile, ha desarrollado el proyecto “Evaluación de un Novedoso Proceso Competitivo para la Conversión Rápida de la Biomasa Residual, generada por el Sector Agrícola y Vertederos Municipales”. En este proyecto fueron evaluados varios residuos, entre éstos los sedimentos de la industria salmonicultora, para ser transformados en biocarbón de alta calidad.
- Del otro proyecto destacado, "Desarrollo de una Tecnología para la Generación de Bioenergía a partir de los Residuos Orgánicos Sedimentables de la Etapa de Engorda de Salmones", se indica que la investigación se encuentra en desarrollo, y desde Fraunhofer, aseguran haber logrado avances sustanciales con la compañía Calormática Ltda. Desde la compañía dicen que¹¹:
 - La **reutilización térmica** consiste en ocupar un desecho del proceso para obtener energía térmica.
 - La **reutilización térmica de lodos de piscicultura**, del cual se fabrica un pellet y éste se utiliza posteriormente para producir calor en una caldera, calentar agua y utilizarla en la incubación de ovas, o en manejo de termo-período, durante las etapas de primera alimentación o esmoltificación, proceso en que actualmente se utilizan combustibles fósiles.
 - La gran **ventaja del pellet** es que es un material inerte, que se puede producir y acopiar durante todos los meses del año, para concentrar su uso en los meses de invierno, donde normalmente se utiliza el calor.

Resultados obtenidos:

...los ensayos realizados por laboratorios especialistas en análisis de lodos, demuestran que el **combustible elaborado tiene un poder calorífico superior (PCS)** de 4.886 Kilocalorías por cada kilogramo de material seco, lo que **lo sitúa por encima de la mayoría de las maderas que normalmente se utilizan, y muy por sobre la mayor parte de los residuos sólidos urbanos (RSU)** derivados de las basuras de uso domiciliario.

¹¹ Salmoexpert (2018). Calormática Ltda. Reutilización Térmica de Lodos de Piscicultura: una innovación en marcha. Disponible en: <https://www.salmonexpert.cl/calormtica-ltda-reutilizacin-trmica-de-lodos-de-piscicultura-una-innovacin-en-marcha/1193445> (junio 2023).

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria, está enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0
(CC BY 3.0 CL)