



ARTÍCULO ESPECIAL

Homeopatía, una alternativa para la acuicultura



Nadia L. Ortiz-Cornejo^a, Dariel Tovar-Ramírez^a, Fernando Abasolo-Pacheco^b
y José Manuel Mazón-Suástegui^{a,*}

^aCentro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIBNOR), La Paz, México

^bFacultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Ecuador

Recibido el 13 de febrero de 2017; aceptado el 10 de marzo de 2017

PALABRAS CLAVE

Homeopatía acuícola;
Sanidad;
Respuesta inmune;
Producción pesquera

Resumen

La homeopatía es un sistema médico alternativo propuesto por Samuel Hahnemann en el siglo XVIII, que se basa en el “principio de similitud”, que establece que “lo similar cura lo similar” y utiliza sustancias altamente diluidas y agitadas, derivadas de plantas, minerales o animales. La homeopatía se utiliza para tratar padecimientos en humanos, pero también se aplica en agronomía y veterinaria. El uso de medicamentos homeopáticos durante la crianza de animales de producción se ha desarrollado rápidamente en los últimos años, motivado en gran parte por el uso inadecuado de potentes fármacos (hormonas, antibióticos y otros), que al resolver un problema generan diversos efectos colaterales. Algunos de estos agentes son bioacumulables; inducen o favorecen una mayor resistencia a los antibióticos en las cepas patógenas que idealmente deberían eliminar, y pueden tener repercusiones ambientales negativas cuando finalmente se incorporan en los efluentes de las unidades de producción. Ante esta problemática creciente e irreversible, se asume que la homeopatía tiene un gran potencial en la acuicultura. En los últimos 10 años se han publicado algunos artículos científicos sobre su aplicación en peces de agua dulce nativos de Brasil, que obtiene efectos benéficos en supervivencia, desarrollo de fibras musculares, reducción de la inclusión de lípidos hepáticos, en el índice hepatosomático y en el contenido total de lípidos en tejido muscular. Nuevos estudios se desarrollan actualmente en el CIBNOR-México, para determinar experimentalmente el efecto de medicamentos homeopáticos en el cultivo de especies marinas de importancia económica como el camarón blanco, la almeja catarina y peces marinos. El objetivo de este trabajo es presentar de manera general los alcances de las investigaciones relacionados con la aplicación de la homeopatía en el sector acuícola, y proponerla como una terapia alternativa a la industria acuícola.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jmazon04@cibnor.mx (J.M. Mazón-Suástegui).

KEYWORDS

Aquaculture
homeopathy;
Health;
Immune response;
Fishing production

Homeopathy, and alternative for aquaculture**Abstract**

Homeopathy is an alternative medical system proposed by Samuel Hahnemann in the 18th century. It is based on the “similarity principle”, which establishes that “like cures like”, and uses very dilute and well mixed substances derived from plants, minerals, or animals. Homeopathy is used for the treatment of ailments in humans, but it is also applied in the agronomy and veterinary field. The use of homeopathic medicines during the rearing of production animals has developed rapidly in the last few years, largely motivated by the inadequate use of powerful drugs (hormones, antibiotics and others), which on solving one problem cause diverse collateral effects. Some of these agents bio-accumulative, and they induce or favour a greater resistance to antibiotics in pathogenic strains that ideally should be eliminated. They also have environmental repercussions when they are finally incorporated into the effluents of the production units. Faced with this growing and irreversible problem, it is assumed that homeopathy has a great potential in aquaculture. Some scientific articles have been published over the last 10 years on its application in freshwater fish, natives of Brazil, obtaining benefits in survival, muscle fibre development of muscle fibres, reduction in the inclusion of hepatic lipids, in the hepatosomatic index, and in the total lipid content in muscle tissue. New studies currently developed in the CIBNOR-México, to experimentally determine the effect of homeopathic medicines in the cultivation of species of economic importance such as, the white shrimp, the Catarina clam, and marine fish. The aim of this work is to give a general presentation on the scope of research associated with the application of homeopathy in the aquaculture sector, and propose it as an alternative therapy to the aquaculture industry.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La homeopatía es un sistema médico alternativo que tiene una doctrina, una semiología y una terapéutica dentro de un marco humanístico-científico y holístico¹, propuesto por el médico alemán Samuel Hahnemann en el siglo XVIII², se basa en el “principio de similitud”. Originalmente se planteó que sus efectos curativos se descubren al administrar determinada sustancia (de origen mineral, vegetal o animal) a una persona sana, ya que causa los mismos síntomas que los que se pueden observar en un paciente enfermo. Se afirma que cuanto más se diluye el ingrediente activo, más poderoso es su efecto protector o curativo en el organismo tratado³. Los medicamentos homeopáticos se componen de sustancias naturales en alta dilución y, por lo tanto, se asume que están exentas de reacciones adversas relevantes para el paciente¹, poniendo en funcionamiento mecanismos de sensibilidad específicos en los seres vivos, y no contravienen sus reacciones naturales¹. Según estos preceptos, “lo similar cura lo similar” y aplicado actualmente, es posible afirmar que “lo similar previene lo similar”². El método homeopático de tratamiento se basa en 5 nociones básicas: a) la similitud terapéutica, mediante la administración de sustancias que en dosis masivas causan síntomas similares en las personas sanas⁴; b) la investigación del efecto de medicamentos en individuos sanos, mediante “pruebas” o “ensayos” homeopaticopatogénicos⁵; c) la preparación de medicamentos a partir de concentrados o “tinturas” que son diluidas en serie con agitación o “sucusión” alternada, denominados “potencias”, “diluciones” o “dinamizaciones”⁵; d) el diagnóstico y la prescripción de uno o

más medicamentos de forma individualizada, y e) todo lo anterior sin efectos adversos⁶, ya que la terapia homeopática estimula el sistema inmunológico del individuo propiciando la recuperación de su homeostasis interna y de esa manera se puede lograr una curación “espontánea”¹.

Se sugiere que la homeopatía tiene como principal mecanismo de acción, la regulación del sistema inmune, el cual está basado en una compleja homeostasis dinámica, que es fundamental en todo ser vivo y que se ha desarrollado durante un largo proceso evolutivo⁷. En ese sentido, la modulación de la respuesta inmune en un ser vivo estaría asociada a un equilibrio dinámico entre las funciones y los efectos antagónicos de diferentes sustancias, o entre los sistemas, órganos, tejidos, células y organelos productores y receptores de una misma sustancia. Cuando ese equilibrio se pierde, el medicamento homeopático “funciona mediante el suministro de información de acuerdo a la complejidad del organismo con el que interactúa”⁴. La interacción del medicamento con un sistema biológico activa reacciones terapéuticas endógenas, incluso en dosis ultrabajas de compuestos naturales y es por ello que puede, paradójicamente, tener un efecto curativo⁴.

Los medicamentos homeopáticos se pueden administrar a cualquier ser vivo, incluyendo plantas terrestres⁸ y acuáticas⁹, animales silvestres¹⁰, en cautiverio¹¹ y de crianza¹², así como en especies dulceacuícolas y marinas de interés comercial. La acuicultura es una industria en constante y rápido crecimiento¹³, pero uno de los factores que limita su desarrollo es la mortalidad asociada a diversas enfermedades y la ineficacia de los métodos actualmente utilizados para controlarlas. Por citar un caso específico, el uso indiscriminado de antibióticos ha favo-

recido la prevalencia de bacterias patógenas cada vez más abundantes¹⁴ y más resistentes a casi todos los antibióticos, lo cual tiene impacto en la producción, pero además constituye un problema de salud pública mundial¹⁵. Para lograr un efectivo tratamiento preventivo y correctivo de las enfermedades en la acuicultura, es necesario realizar una rigurosa investigación científica básica para sustentar el uso de terapias alternativas que actúen fortaleciendo el sistema inmune¹⁶ e incrementen la resistencia del huésped ante la enfermedad¹⁷. Esto es factible si se aplica la terapéutica homeopática¹¹. El objetivo de este trabajo es presentar, de manera general, los avances y resultados en las investigaciones, relacionados con la aplicación de medicamentos homeopáticos unitarios o combinados (complejos) en el cultivo de especies dulceacuícolas y marinas. A continuación se presentan diversos estudios publicados que demuestran el potencial de la homeopatía en acuicultura.

La homeopatía como método terapéutico en la acuicultura

Desde el año 1815, Hahnemann habló sobre el uso de homeopatía en animales¹⁸, y actualmente se conoce que “los estudios en animales son, tal vez, más útiles que los realizados en humanos para determinar si los medicamentos homeopáticos tienen efectos específicos, en comparación con un placebo”¹⁹.

La homeopatía se utiliza en el tratamiento de cultivos acuáticos masivos, utilizando las mismas leyes que rigen a la homeopatía individual²⁰. Se ha utilizado en animales, no solo para tratar infecciones sino también como tratamiento preventivo frente a enfermedades y para la modulación de diferentes respuestas en el organismo, principalmente las relacionadas con el estrés asociado a la manipulación o traslado de los organismos^{20,21}. En los sistemas acuícolas, el medicamento homeopático unitario o combinado (complejo), se puede administrar a una población de animales en el alimento, en suplementos minerales o añadirse directamente al agua de cultivo²². Se ha observado que organismos criados en condiciones de baja tensión o estrés tienen una mayor supervivencia y potencial de producción, así como una mejor calidad cárnica²². En algunas investigaciones sobre la homeopatía aplicada en poblaciones acuáticas, se establecen 3 principios básicos: a) un grupo de organismos de la misma especie debe ser considerado como un solo organismo; b) grupos de organismos de la misma especie están en desequilibrio permanente, y c) la homeopatía tiene efectos moduladores²². Estos principios se aplican a los sistemas de producción acuícola, ya sean peces, crustáceos, moluscos, etc. A pesar de que existe gran variedad de medicamentos homeopáticos, solo algunos se han utilizado en la acuicultura. En general, se han obtenido buenos resultados en la prevención y en el tratamiento de diferentes padecimientos en especies dulceacuícolas y marinas, pero existen pocas referencias publicadas (tabla 1)²²⁻³⁰.

Tabla 1. Medicamentos homeopáticos utilizados en la acuicultura

Producto/formulación	Tratamiento
<ul style="list-style-type: none"> • Homeopatila RS® Iodo 12CH + extracto de hipófisis de carpa 12 CH + extracto de testículos de tilapia 30 CH 	Proporción sexual ²⁰ Supervivencia ²³
<ul style="list-style-type: none"> • Medicamento “comercial” Cocculus 12 CH + Petroleum 12 CH + Tabacum 12 CH + Bixa orellana 12 CH 	Estrés ²⁴
<ul style="list-style-type: none"> • Homeopatila 100® Iodo 12 CH + Sulfuro 30 CH + Natrum muriaticum 200 CH + Streptococcinum 30 CH 	Ectoparásitos ^{25,26} ; estrés ²⁷ Crecimiento y parámetros sanguíneos ²⁶
<ul style="list-style-type: none"> • HomeoAqua Mega 3® Cardus marianus 30 CH + Phosphorus 7 CH + Chelidonium majus 12 CH + Berberis vulgaris 15 CH + Solidago virgaurea 15 CH + Lycopodium clavatum 7 CH + Taraxacum 12 CH + Chionanthus 12 CH 	Metabolismo de lípidos ²²
<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla CIB®-HOM Hel-Mix Dinamización experimental compleja de medicamentos: Cyme-Heel, Gal-Heel, Hepa-Heel, Mucs-Heel y Chol-Heel, de RubioPharma®, México • Mezcla CIB®-HOM Pav-Mix Dinamización experimental compleja de medicamentos: Passiflora incarnata, Valeriana officinalis, Zincum valerianicum e Ignatia amara, de Similia®, México • Vid-Mix Dinamización experimental del medicamento Vidatox® de Labiofam®, Cuba 	Supervivencia y respuesta inmune ²⁸
<ul style="list-style-type: none"> • Mezcla CIB®-HOM Hel-Mix + Mezcla CIB®-HOM Pav-Mix • Mezcla CIB®-HOM Hel-Mix • Mezcla CIB®-HOM Pav-Mix • Vid-Mix 	Supervivencia y crecimiento ²⁹
<ul style="list-style-type: none"> • Pav-Mix/PhA • CIB®-HOM Pav-Mix + Phosphoricum acid, de Similia® • Pav-Mix/SiT • CIB®-HOM Pav-Mix + Silicea terra, de Similia® 	Supervivencia, crecimiento y respuesta inmune ³⁰

Aplicación de medicamentos homeopáticos en la acuicultura

La homeopatía puede ser una terapia alternativa con un futuro prometedor, y resulta de interés profundizar las investigaciones sobre su aplicación en la crianza de animales²³ y, específicamente, de organismos acuáticos. Existen algunas investigaciones valiosas en las que se evalúan diferentes aspectos biológicos asociados con la producción de organismos acuáticos de interés comercial. Una de las especies más estudiadas ha sido la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), de gran importancia comercial en Brasil, donde se han generado varios estudios que serán descritos a continuación.

En uno de los primeros estudios publicados sobre esta especie, se evaluó el efecto de un medicamento homeopático complejo denominado Homeopatila RS[®], sobre el rendimiento (supervivencia), proporción sexual y características morfofuncionales en hígado y branquias del pez. El objetivo particular fue determinar cambios en la proporción sexual (masculinización) de juveniles. Homeopatila RS[®] no indujo la masculinización durante la fase de diferenciación gonadal, pero se registraron efectos positivos en la supervivencia de larvas y menor porcentaje de inclusión de lípidos en hígado. Los autores concluyen que este “complejo homeopático” favorece el metabolismo de los lípidos, reduce el estrés en los peces tratados, eleva la respuesta inmune y la supervivencia, lo cual redundará en una mayor productividad y rentabilidad del cultivo²⁰.

Existe otro estudio, enfocado a determinar el efecto de Homeopatila RS[®] en tilapia del Nilo y comparar resultados frente a la hormona 17-a-metiltestosterona. Se evaluaron la supervivencia y los parámetros morfológicos, y se encontró que los peces tratados con Homeopatila RS[®] presentaron una mayor supervivencia y mayor hipertrofia de fibra muscular, aunque su talla media fue menor. Los autores argumentan que esto probablemente está relacionado con un mayor número de peces sobrevivientes y, por ende, con un mayor hacinamiento en las unidades de cultivo²³.

En otros estudios se ha evaluado la prevalencia de ectoparásitos y el funcionamiento y características morfofuncionales de hígado y branquias de juveniles de la tilapia de Nilo, al utilizar el medicamento homeopático Homeopatila 100[®] a diferentes concentraciones²⁵. Los autores encontraron los mejores resultados al administrar 40 ml/kg del medicamento, que se incorporó en el alimento de los peces. Teniendo como referencia el grupo control, que no fue tratado con homeopatía, los peces tratados con Homeopatila 100[®] presentaron valores superiores en el número de hepatocitos y en los valores de glucógeno intracelular. También se observó una menor incidencia de cambios histológicos branquiales, con un aumento en el número de células productoras de mucinas ácidas, en comparación con las células productoras de mucinas neutras, en los peces tratados con respecto al grupo control. Las mucinas cumplen diferentes funciones, que van desde la lubricación a la señalización celular, pasando por la formación de barreras defensivas físicas y químicas. Una de sus funciones principales es inhibitoria de organismos parásitos, un problema importante en la piscicultura. Sobre la base de estos indicadores, los autores comprobaron la eficacia del tratamiento homeopático²⁵.

Este mismo medicamento (Homeopatila 100[®]) se ha utilizado para reducir el nivel de estrés asociado al manejo y transporte de la tilapia de Nilo, que causa variaciones en los valores de cortisol y glucosa en sangre de los peces. De acuerdo con los autores, Homeopatila 100[®] tiene un efecto significativo sobre el valor de cortisol y el crecimiento del pez, lo que permite al organismo controlarse y responder positivamente al estrés, elevando los rendimientos del cultivo²⁷.

Otro medicamento homeopático que se ha evaluado en años recientes es el denominado HomeoAqua Mega 3[®], el cual se incorpora en el alimento o pienso artificial de los peces y fue diseñado para estimular la función hepática, mejorar el metabolismo de los lípidos y el funcionamiento general (“performance”). Los autores observaron un efecto positivo en la reducción de los lípidos totales, principalmente en los ácidos grasos saturados del músculo de la tilapia del Nilo; sin embargo, no se observó ningún cambio en el rendimiento (peso y talla) de los peces cultivados durante el período experimental²².

La tilapia del Nilo ha sido ampliamente estudiada con relación al uso de medicamentos homeopáticos, particularmente Homeopatila 100[®], y su impacto sobre la calidad del producto cultivado y sus subproductos. En este sentido, se ha estudiado el incremento en peso de tilapias tratadas con Homeopatila 100[®] y las características físicas, químicas, tecnológicas y de calidad sensorial, en la harina y galletas (“grissinis”), como subproductos obtenidos de los peces procesados. En un experimento de 84 días se adicionó el medicamento homeopático en el alimento peletizado (40 ml/kg), y los resultados se compararon con los de un grupo control que recibió alimento con igual proporción de solución hidroalcohólica (30 °GL). Al concluir el experimento se obtuvo el peso total de las tilapias tratadas; se produjo harina de cabeza y cuello de los peces tratados y se formularon galletas enriquecidas al 10% con esas harinas, en sustitución de otro ingrediente (harina de trigo). Los peces tratados con Homeopatila 100[®] alcanzaron un mayor peso total ($p < 0,05$) con respecto al grupo control. No se encontraron diferencias significativas con respecto a las características fisicoquímicas de las harinas, ni con respecto a la evaluación sensorial de las galletas que contenían esos subproductos de pescado. Los autores concluyen que, aunque el medicamento homeopático no favoreció la calidad de la harina obtenida a partir de tilapias tratadas con homeopatía, tampoco comprometió su calidad, ni la evaluación sensorial de las galletas elaboradas con un 10% de esas harinas³¹.

Resultados similares se encontraron en un segundo experimento, en el que se elaboraron como subproducto “nuggets” de tilapias del Nilo previamente tratadas con Homeopatila 100[®]. El subproducto se evaluó tomando en cuenta su calidad desde el punto de vista físico, químico, microbiológico y sensorial sobre 3 diferentes formulaciones: 25, 50 y 75% de carne separada mecánicamente. Al concluir los análisis, no se encontraron diferencias significativas entre el grupo tratado con Homeopatila 100[®] y el grupo control. Los autores concluyen que alimentar a los peces con este medicamento homeopático no cambia las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los “nuggets”, incluyendo la aceptabilidad por parte del consumidor³².

Además de la tilapia del Nilo se han realizado estudios con otras especies de peces dulceacuícolas de importancia local en Brasil, como el “Pacú” (*Piaractus mesopotamicus*). En este caso se evaluó el efecto de medicamentos homeopáticos sobre diversos indicadores fisiológicos asociados al estrés (glucosa, cortisol, valores de cloruro, hematocrito, hemoglobina y proteína total), debido a que la especie es susceptible al estrés del transporte y normalmente se presentan grandes pérdidas económicas por mortalidad. Se administró un medicamento homeopático complejo formulado a base de *Cocculus*, *Petroleum*, *Tabacum* y *Bixa Orellana*, incluyendo sacarosa como vehículo. Los autores demostraron que el complejo homeopático no disminuyó el estrés en los organismos, y que su administración con sacarosa altera los valores de cortisol y glucosa en sangre. Sin embargo se sugiere analizar este medicamento para determinar si tiene un posible efecto modulador y una aplicación práctica en acuicultura²⁴.

En estudios recientes se evaluó el efecto de Homeopatila 100®, en juveniles de “Tambaqui” (*Colossoma macropomun*), un pez nativo de Brasil. El medicamento se administró a diferentes concentraciones (0, 20, 40 y 60 ml/kg) incluido en alimento con un 32% de proteína cruda durante 60 días. Al término del experimento se evaluaron diferentes parámetros indicadores de rendimiento en el pez, tales como crecimiento, biometría hemática, presencia de parásitos en branquias e histología hepática. Los autores encontraron que Homeopatila 100® no mejoró el crecimiento en los peces y tampoco observaron una respuesta favorable en cuanto a una reducción en el número de parásitos (monogéneos y protozoarios) en branquias. Los valores de glucosa en sangre fueron mayores en los peces que recibieron alimento adicionado con 40 y 60 ml/kg del medicamento homeopático. El volumen corpuscular y valor de hematocrito (glóbulos rojos) fueron mayores en los peces cuyo alimento se adicionó con 20 y 60 ml/kg de Homeopatila 100®. El tratamiento 60 ml/kg provocó un incremento en el número de monocitos y una reducción de linfocitos, eosinófilos (leucocito de tipo granulocito pequeño, derivado de la médula ósea) y leucocitos granulares-PAS positivos. Los autores concluyen que el medicamento homeopático no mejora el crecimiento de los peces tratados ni reduce las infecciones parasitarias, pero mejora de manera importante su respuesta basada en parámetros sanguíneos, particularmente en los peces cuyo alimento se adicionó con 40 ml/kg del medicamento homeopático²⁶.

Tal como se ha descrito previamente, las investigaciones científicas referentes al uso de homeopatía en acuicultura se han centrado en la piscicultura de especies dulceacuícolas, particularmente en la tilapia del Nilo y en otras especies nativas de importancia local para el sector industrial acuícola de Brasil. No obstante, en otros países como México se registra un avance significativo en materia de homeopatía acuícola, ya que se están desarrollando estudios experimentales con rigurosidad científica en especies marinas de interés comercial. Los estudios se realizan en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), con la finalidad de generar nuevo conocimiento básico de frontera que permita mejorar en su momento los sistemas de producción y, en consecuencia, aumentar la cantidad y calidad de los productos para el consumo humano.

Durante investigaciones recientes, se ha evaluado el efecto de diferentes medicamentos homeopáticos en el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), enfocados a determinar si se produce un aumento en su resistencia frente a la bacteria patógena *Vibrio parahaemolyticus*. La presencia de este patógeno está asociada a la hepatopancreatitis aguda o síndrome de la mortalidad temprana, que causa enormes pérdidas económicas en granjas comerciales de camarón en todo el mundo. Los autores de esta investigación encontraron que los medicamentos homeopáticos complejos: Hel-Mix/Pav-Mix y Vid-Mix, aumentaron la supervivencia y la respuesta inmune en los camarones sometidos a condiciones de estrés asociado con la presencia de *V. parahaemolyticus*. Los autores concluyen que el uso de la homeopatía tiene un gran potencial de aplicación en el cultivo de camarón²⁸.

Con respecto a los avances en materia de piscicultura marina, se ha evaluado, también en el CIBNOR, el efecto de 3 medicamentos homeopáticos complejos en juveniles del “pargo lunarejo” (*Lutjanus guttatus*). Esta especie es un pez marino de gran demanda en el mercado pesquero, con alto valor comercial y potencial acuícola. Los autores del estudio observaron una mayor supervivencia y crecimiento en talla y en longitud en los peces que recibieron tratamientos homeopáticos con respecto a los tratamientos control, sin homeopatía²⁹.

En lo que respecta a los moluscos bivalvos marinos, investigadores del CIBNOR han estudiado la mortalidad por vibriosis en la almeja catarina (*Argopecten ventricosus*). Esta especie es un molusco pectínido, comestible y cultivable, que durante sus estadios larvario y juvenil es atacado por bacterias patógenas, principalmente del género *Vibrio*, y de manera particular *Vibrio alginolyticus*. Para contribuir a la solución de este problema, se probó la efectividad de 2 medicamentos homeopáticos complejos (Pav-Mix/PHA y Pav-Mix/SIT), frente a 2 antibióticos (ampicilina y oxitetraciclina), en juveniles de la especie, y se evaluaron crecimiento y supervivencia, con reto final mediante infección con una cepa patogénica de *V. alginolyticus*. Los autores reportan unos mejores crecimiento, sobrevivencia y respuesta inmune de los juveniles durante el reto, y concluyen que las almejas tratadas con homeopatía tuvieron una mejor respuesta inmune, confirmada con una mayor actividad de la enzima superóxido dismutasa. Los resultados obtenidos sugieren que el uso de medicamentos homeopáticos es una alternativa natural, y que incluso pueden utilizarse para sustituir los antibióticos durante el cultivo de juveniles de *A. ventricosus* y de otros moluscos marinos durante la producción de “semillas” en laboratorio³⁰.

Discusión

Todos los trabajos antes descritos son originales y pioneros en el ámbito de la acuicultura mundial. Los resultados obtenidos, principalmente en Brasil y México, sugieren que la homeopatía puede jugar un papel fundamental en la mejora de la producción de especies dulceacuícolas y marinas. Entre los potenciales resultados esperados se incluye una mayor productividad (crecimiento y supervivencia), cultivos larvarios más saludables y semillas más resistentes con menos estrés asociado al transporte

y un mejor desempeño durante su transporte y siembra en campo. Esto representaría mayores ganancias para el acuicultor y un producto cosechado inocuo para el consumidor, sin dejar a un lado la reducción de daños al ambiente. Es necesario profundizar en investigaciones científicas para dilucidar los mecanismos de acción de los medicamentos homeopáticos individuales y combinados, para conocer sus efectos en los ámbitos fisiológico y genético, para conocer su modo específico de acción y para definir rutas metabólicas específicas. Esto implica diseños experimentales complejos con tratamientos multirreplicados y herramientas de análisis molecular, metagenómico y transcriptómico de última generación.

Se espera que, en un futuro próximo, la efectividad de la homeopatía se confirme y aplique en el tratamiento de diversas patologías, no solo en la acuicultura sino en todos los campos de aplicación productiva que así lo requieran. En el CIBNOR-México existen grupos de investigación interesados en contribuir cada vez más al conocimiento y utilización de los medicamentos homeopáticos en especies acuáticas de importancia comercial, principalmente marinas. Se espera un auge mayor en las instituciones docentes y de investigación, una mayor sensibilidad y recursos en las entidades que financian la investigación de frontera, y empresas productoras de especies acuáticas cada vez más interesadas en conocer y utilizar medicamentos homeopáticos, con la finalidad de reducir o sustituir a los productos críticos tradicionales.

Conclusiones

La homeopatía en la acuicultura de especies dulceacuícolas y marinas es una alternativa potencial para la industria acuícola mundial, debido a que sus medicamentos están exentos de reacciones adversas relevantes y a que no se bioacumulan sustancias tóxicas en el producto cosechado. Los estudios realizados, aunque escasos, sugieren que la homeopatía se puede aplicar con criterio profiláctico y terapéutico. Entre sus mecanismos de acción probable sobresale la estimulación del sistema inmune innato y adquirido, y en consecuencia el incremento en la resistencia del organismo tratado, frente a los agentes patógenos que normalmente proliferan de manera proporcional al nivel de intensificación del cultivo. Se ha reportado mayor supervivencia, crecimiento y reducción de los niveles de estrés, al igual que cambios notables en otros parámetros observados, como menor inclusión de lípidos en hígado, mayor hipertrofia de la fibra muscular, producción de células productoras de mucinas que están relacionadas con la inhibición al ingreso de parásitos, y cambios en los parámetros sanguíneos. Estos son indicadores de mejora en salud y nutrición del organismo cultivado, y si todo esto se puede lograr aplicando dosis "ultradiluidas", se reducen costes en la producción y se mitigan efectos nocivos al ambiente haciendo de la homeopatía acuícola una alternativa ecosustentable.

Agradecimientos

Los autores agradecen a CONACyT-México la beca otorgada a NLOC para su estancia posdoctoral en CIBNOR, bajo la dirección de J.M.M.S. y D.T.R.

Financiación

El estudio fue financiado por el Proyecto Ciencia Básica SEP-CONACYT No. 258282 "Evaluación experimental de homeopatía y nuevos probióticos en el cultivo de moluscos, crustáceos y peces de interés comercial", bajo la responsabilidad académica de J.M.M.S.

Contribución de autoría

Todos los autores participaron en el desarrollo y revisión del manuscrito.

Bibliografía

- Obando-Tolozá SL. Reporte de 58 casos veterinarios tratados con homeopatía. REDVET. 2007;VIII:1-128.
- Grimes DR. Proposed mechanisms for homeopathy are physically impossible. Focus Altern Complement Ther. 2012;17:149-55.
- Ernst E. A systematic review of systematic reviews of homeopathy. Br J Clin Pharmacol. 2002;54:577-82.
- Bellavite P, Signorini A. The emerging science of homeopathy: complexity, biodynamics, and nanopharmacology. 2nd ed. Berkeley (CA): North Atlantic Books; 2002.
- Teixeira MZ. "New Homeopathic Medicines" database: A project to employ conventional drugs according to the homeopathic method of treatment. Eur J Integr Med. 2013;5:270-8.
- Teixeira MZ, Guedes CHFF, Barreto PV, Martins MA. El efecto placebo y la homeopatía. Rev Med Homeopat. 2014;7:119-30.
- Bellavite P. Homeopathy and integrative medicine: keeping an open mind. J Med Pers. 2015;13:1-6.
- Kayne S. An agricultural application of homeopathy. Br Homeopath J. 1991;80:157-60.
- Scherr C, Simon M, Spranger J, Baumgartner S. Effects of potentised substances on growth rate of the water plant *Lemna gibba* L. Complement Ther Med. 2009;17:63-70.
- Ender PC, Scherer-Pongratz W, Harrer B, Lingg G, Lothaller H. Amphibians and ultra high diluted thyroxine e further experiments and re-analysis of data. Homeopathy. 2015;104:250-6.
- Remyaa V, Girija Kuttan G. Homeopathic remedies with antineoplastic properties have immunomodulatory effects in experimental animals. Homeopathy. 2015;104:211-9.
- Braghieri A, Pacelli C, Verdone M, Girolami A, Napolitano F. Effect of grazing and homeopathy on milk production and immunity of Merino derived ewes. Small Ruminant Res. 2007;69:95-102.
- Sveinson Haugen A, Bremer S, Kaiser M. Weaknesses in the ethical framework of aquaculture related standards. Mar Policy. 2017;75:11-8.
- Pal D. Evolution of drug resistance, interpretation of drug sensitivity test. J Indian Med Assoc. 2000;98:377-80.
- Viksveen P. Antibiotics and the development of resistant microorganisms. Can homeopathy be an alternative? Homeopathy. 2003;92:99-107.
- Bellavite P, Conforti A, Ortolani R. Immunology and homeopathy. Experimental studies on animal models. Evid Based Complement Alternat Med. 2006;3:171-86.
- Scofield AM. Homeopathy and its Potential Role in Agriculture—A Critical Review. Biol Agric Hort. 1984;2:1-50.
- Kaiser D. Wiederentdeckt: ein grundlegendes Manuskript Hahnemanns. ZKH. 1989;33:112-20.
- Mathie RT, Hacke D, Clausen J. Randomised controlled trials of veterinary homeopathy: Characterising the peer-reviewed research literature for systematic review. Homeopathy. 2012;101:196-203.
- Valentim-Zabott M, Vargas L, Ribeiro RP, Piau R Jr, Torres MB, Rönnau M, et al. Effects of a homeopathic complex in Nile

- tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) on performance, sexual proportion and histology. Homeopathy. 2008;97:190-5.
21. Benites NR. Homeopatia. En: Spinosa HS, Gorniak SL, Bernardi MM, editors. Farmacologia aplicada a Medicina Veterinaria. 3rd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p. 700-8.
 22. Andretto AP, Fuzinato MM, Bonafe EG, Braccini GL, Mori RH, Ribeiro RP, et al. Effect of an homeopathic complex on fatty acids in muscle and performance of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Homeopathy. 2014;103:178-85.
 23. Junior RP, Vargas L, Valentim-Zabott M, Ribeiro RP, Da Silva AV, Otutumi LK. Morphometry of white muscle fibers and performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings treated with methyltestosterone or a homeopathic complex. Homeopathy. 2012;101:154-8.
 24. Feitosa OC, Aparecido Povhayme J, Sampaio de Abreu J. Physiological responses of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) treated with homeopathic product and submitted to transport stress. Homeopathy. 2013;102:268-73.
 25. Braccini G, Marcal Natali MR, Pereira Ribeiro R, Hideo Mori R, Riggo R, Oliveira AL, et al. Morpho-functional response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to a homeopathic Complex. Homeopathy. 2013;102:233-41.
 26. Pinheiro DA, Cavero BAS, Vargas L, Braccini GL, Yoshioka ET, Oliveira MS, et al. Performance, parasitic infections, hematology and hepatic histology of *Colossoma macropomum* (tambaqui) fed on homeopathic product. Afr J Pharm Pharmacol. 2015;9:82-90.
 27. Merlini LS, Vargas L, Piau R Jr, Pereira Ribeiro R, Bertelis Merlini N. Effects of a homeopathic complex on the performance and cortisol levels in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Homeopathy. 2014;103:139-42.
 28. Mazón-Suástegui JM, García-Bernal M, Abasolo-Pacheco F, Avilés-Quevedo A, Campa-Córdova AI, Rodríguez-Jaramillo C, et al. Homeopathy for shrimp aquaculture: increased survival and superoxide dismutase activity in juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* during a bacterial pathogen-challenge. Homeopathy. 2016;105:33.
 29. Mazón-Suástegui JM, Rosero-García A, Avilés-Quevedo A, Dumas S, Vega R, Rodríguez-Jaramillo C, et al. Homeopathy for marine fish aquaculture: Increased growth and survival of juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. Homeopathy. 2016;105:32.
 30. Mazón-Suástegui JM, Abasolo-Pacheco F, García Bernal M, Avilés-Quevedo A, Campa-Córdova AI, Saucedo PE, et al. Homeopathy for mollusk aquaculture: Increased growth, survival, and protection of juvenile Catarina scallop *Argopecten ventricosus* against bacterial pathogen-challenge. Homeopathy. 2016;105:32-3.
 31. Fuzinato MM, De Lima DP, Andretto AP, Menezes LA, Souza AHP, Franco MLDS, et al. Influence of a homeopathic product on performance and on quality flour and cookie (Grissini) of Nile tilapia. Afr J Pharm Pharmacol. 2015;9:675-83.
 32. Lima DP, Fuzinato MM, Andretto AP, Braccini GL, Mori RH, Canan C, et al. Mechanically separated fillet and meat nuggets of Nile tilapia treated with homeopathic product. Afr J Pharm Pharmacol. 2015;9:182-9.