

# EL EMPLEO DE MEDICINA NATURAL EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE ORGANISMOS ACUÁTICOS Y POTENCIALIDADES DE USO EN CUBA Y MÉXICO

ADELA PRIETO<sup>1</sup>, ANA AURÓ DE OCAMPO<sup>2</sup>, ALEXIS FERNÁNDEZ<sup>3</sup> Y MÓNICA B. PÉREZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>La Habana Cuba, <sup>2</sup>Depto. de Producción Acuícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM,

<sup>3</sup>Acuario Nacional de Cuba, <sup>4</sup>Jardín Zoológico de la Habana. E-mail: <sup>1</sup>adela\_prieto@yahoo.com,

<sup>2</sup>ana\_auroangulo@yahoo.com.mx, anaauru@correo.unam.mx

## RESUMEN

Se revisaron los trabajos científicos sobre la utilización de herbolaria medicinal en especies acuáticas de 1988 al 2004, tanto de la investigación en el área del Caribe como en México, y se comparó la literatura científica entre sí para respaldar el tema. El efecto terapéutico y profiláctico de por lo menos 40 productos vegetales en especies acuáticas, tanto de consumo como de ornato, está probado y validado con los estudios experimentales hechos por grupos de investigadores en varios países, y existen aproximadamente otros 30 más cuyo potencial terapéutico para la acuicultura está en vías de prueba. La mayor parte de las plantas son comunes a los países tropicales y subtropicales y actualmente ya existen marcas registradas que están comercializando productos para el control de enfermedades infecciosas o invasivas en peces y camarones tanto en Japón como en México.

*Palabras Clave:* Camarones, Cuba, herbolaria medicinal, México, peces.

## ABSTRACT

Several medicinal plants that are used for the treatment of fish and shrimp diseases are described. The information is from different documents from Cuba, México and other countries. The therapeutic and prophylactic effects on aquatic edible and ornamental species of at least 40 vegetable products have already been proved and validated thanks to numerous experimental studies. At present about 30 studies are under research, so the potential benefits for aquaculture are great. Most of the plants are common in tropical and subtropical countries, but there are also some trademarks which have already commercialized in Mexico and Japan.

*Key Words:* Shrimp, Cuba, medicinal plant, México, fish.

## INTRODUCCIÓN

**L**a historia de la medicina recoge la experiencia de alquimistas, boticarios y curanderos desde antes del siglo XI, ellos preparaban pócimas para curar las más variadas enfermedades y esta materia prima era obtenida principalmente de las plantas. Los naturalistas de finales del siglo XIX, agrupados en la Sociedad Mexicana de Historia Natural, lograron obtener del Real Jardín Botánico de Madrid copias de los manuscritos que contenían las descripciones botánicas de las especies colectadas en América durante la Real expedición botánica de Sessé y Mociño y que se publicaron como "Planta Novae Hispaniae y Flora Mexicana".

Nota: Artículo recibido el 27 de febrero del 2005 y aceptado el 06 de junio del 2005.

En el año 2000, se publicó el volumen VII de la serie iniciada por McVaugh en 1977 sobre los resultados botánicos de la expedición de Sessé y Mociño bajo el título de "A guide to relevant scientific names of plants"<sup>1</sup>, mientras en Cuba en la década de los 40, el Dr. Juan Tomás Roig, botánico, identificó 595 especies que eran empleadas por la población de ese país para diferentes usos curativos. En el prólogo de su libro, "Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba", hizo un llamado a la comunidad científica del país para que se estudiasen dichas plantas con el objetivo de verificar sus actividades farmacológicas<sup>2</sup>. El desarrollo industrial del siglo XX dio un gran auge a la utilización de productos sintéticos y transformó las pócimas en comprimidos, cápsulas, jarabes, soluciones y suspensiones, aunque la mayor parte de la materia

prima se sigue obteniendo de las plantas<sup>3</sup>.

La herbolaria medicinal o fitoterapia según la Organización Mundial de la Salud es el conocimiento, las habilidades y prácticas relacionadas con el cuidado de la salud de forma holística, se reconoce, además, que existe un valor económico significativo asociado a esta forma de medicina, en particular encuentran una gran variabilidad al respecto, dependiendo del lugar donde se produce dicha planta. Otros autores consideran a la herbolaria como una ciencia que estudia la utilización de los productos de origen vegetal ya sea para prevenir, atenuar o para curar un estado patológico. Cualquiera que sea la definición es evidente que esta forma de medicina ha cobrado importancia debido al descubrimiento de los graves efectos secundarios que producen los fármacos sintéticos; un mayor conocimiento químico, farmacológico y clínico de los principios activos de los vegetales y sus productos derivados, tiene como resultado el desarrollo de nuevas formas de preparación y administración de las sustancias vegetales y sus extractos y el desarrollo de métodos analíticos que garantizan un mejor control de calidad.

Una planta medicinal es, por definición, aquella que contiene en uno o más de sus órganos principios químicos que pueden ser utilizados directamente como medicamentos o bien servir para la síntesis de fármacos<sup>4</sup>. Su uso más antiguo se refiere, según estos autores, en el Código Hammurabi del rey de Babilonia (1728-1786 a.n.e)<sup>5</sup>. Los principios medicinales de las plantas son sustancias bioactivas como alcaloides, taninos, flavonoides, cumarinas, quinonas, terpenoides, simarubáldanos, melicianinas, limonoides, lactosas y lignanos entre otros, cuyo contenido depende tanto de factores propios de la planta como de las condiciones climáticas, las características de los suelos, la edad de la planta y la época de recolección<sup>5</sup>, así como del método de extracción de dichos principios<sup>6</sup>.

El uso de la medicina tradicional ha tenido altas y bajas en el mundo occidental, sin embargo, a pesar del empuje de la medicina moderna, siempre hay un regreso a los orígenes, resurgiendo la medicina natural en forma de medicina homeopática, naturista, herbolaria y medicina tradicional o alternativa. Por ello, la Organización Mundial de la Salud en voz del Dr. Maller, su presidente en 1976, exhortó a la comunidad médica a someter a juicio experimental la medicina tradicional<sup>7</sup>, asimismo, reconoció la necesidad de compilar la información disponible como vía para solucionar problemas de salud en varios países, para disponer de una fuente de información para tamizajes farmacológicos y fitoquímicos y para evitar la desaparición de los valores culturales<sup>8</sup>.

Si bien el uso de plantas medicinales en el ser humano está muy bien documentado en la literatura científica, en animales la información es más escasa y más aún en animales acuáticos, siendo la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México uno de los pocos

lugares de América Latina donde existe una línea de investigación establecida para el estudio de la herbolaria medicinal aplicada a las especies acuáticas, concretamente peces, tema en el que también han incursionado, en los últimos años, especialistas del Centro de Investigaciones Pesqueras, del Acuario Nacional y del Jardín Zoológico de Cuba.

El objetivo de este trabajo es compilar y ordenar en lo posible, la información disponible sobre el empleo de plantas medicinales en animales acuáticos (peces y camarones) y analizar lo existente para el Caribe y México, basándose en los efectos terapéuticos de dichas plantas, con objeto de motivar una conciencia para su empleo en la acuicultura y así, además del beneficio productivo y económico como valor agregado de esta terapia, se facilite el desarrollo de una cultura de producción acuícola en armonía con el medio ambiente.

Para ello, se realizó una revisión exhaustiva de material escrito en publicaciones periódicas y en libros gracias a las bases de datos del CABIS, así como en Internet, considerando los últimos 15 años; aunque con fines de presentación de la bibliografía sólo se consideraron del año 2000 al 2004 y por su importancia histórica sólo las clásicas de años anteriores. En la revisión bibliográfica se consideraron tanto las publicaciones mexicanas como las cubanas con relación a usos y potencialidades de las plantas medicinales, así como las referencias a su empleo en la bibliografía internacional. Se hicieron comparaciones con las observaciones de investigadores internacionales, se revisaron las plantas utilizadas por su nombre científico así como por sus nominaciones locales y se tabularon considerando el efecto terapéutico probado. Se discutieron los efectos terapéuticos y colaterales, como su toxicidad por sobredosificación y se dieron algunas sugerencias sobre el uso del principio precautorio.

## DESARROLLO

Cuba posee un vasto número de plantas tropicales de las que muchas ya han sido probadas por sus efectos terapéuticos y profilácticos en humanos<sup>9,10</sup> y que coinciden con aquellas encontradas en México<sup>11</sup>. Sin embargo, son pocos los investigadores que han utilizado estas plantas en peces, aunque ya desde 1959 Bauer y colaboradores empezaron a escribir trabajos de terapia con plantas en animales acuáticos<sup>12</sup>.

En el Cuadro 1 se muestra el empleo de la medicina natural para el control de enfermedades virales y se aprecia que la necrosis hematopoyética infecciosa de los salmones se ha tratado con guayaba (*Psidium guajava*)<sup>13,14</sup>.

La camaronicultura también se ha visto beneficiada con el uso de la herbolaria medicinal, así, el palo María, resina de María o de Tacamara (*Callophyllum inophyllum*), *Clinacanthus nutans* y *Tinospora cripta* han mostrado efectos viricidas contra el virus de la cabeza amarilla del camarón<sup>15,16</sup>. Contra este mismo virus también se probó la grosella, cerezo occidental o manzana lora

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Enfermedad tratada	Referencia bibliográfica
Guayaba, guava, djamboe	<i>Psidium guajava</i>	Necrosis hematopoyética infecciosa en <i>Oncorhynchus masou</i>	(13,14)
Guacamaya francesa, yerba de los herpes, emperor's candlesticks, candle bush or wild senna	<i>Cassia alata</i>	Necrosis hematopoyética infecciosa en <i>Oncorhynchus masou</i> y enfermedad de la cabeza amarilla en camarón	(15,18,19,20)
Palo María, resina de María o de Tacamara	<i>Callophyllum inophyllum</i>	Enfermedad de la cabeza amarilla en camarón	(15,16)
	<i>Clinacanthus nutans</i>	Enfermedad de la cabeza amarilla en camarón	(16)
	<i>Tinospora cripta</i>	Enfermedad de la cabeza amarilla en camarón	(15,16)
Albahaca morada, holy basil	<i>Ocimum sanctum</i>	Enfermedad de la cabeza amarilla en camarón	(16,17)
Grosella, cerezo occidental, manzana lora, jumblung, otaheite gooseberry or star gooseberry	<i>Phyllanthus acidus</i>	Enfermedad de la cabeza amarilla en el camarón	(17)

Cuadro 1. Plantas utilizadas en el tratamiento de enfermedades virales en acuicultura.

(*Phyllanthus acidus*) y la albahaca morada (*Ocimum sanctum*), la cual probó su efecto viricida gracias a la presencia de fenilpropenos y sus derivados<sup>17</sup>. De la misma forma, la guacamaya francesa (*Cassia alata*), así como la *Cassia angustifolia* probaron primeramente su efecto como extractos en glicerina caliente contra el virus del herpes simplex tipo 1 y sus principios activos se identificaron como antraquinonas que inactivan virus encapsulados con buenos resultados con excepción de adenovirus y rinovirus<sup>18,19,20</sup>.

La prevención y control de las enfermedades bacterianas ha sido una meta a seguir por la herbolaria medicinal, así se ha demostrado la efectividad de diversas especies sobre enfermedades bacterianas y en particular para el control de varias especies Gram negativas, muy comunes en el ambiente acuático, pertenecientes a los géneros *Aeromonas* y *Vibrio* (Cuadro 2).

La acalifa australiana, producto utilizado por Liping para el control de infecciones bacterianas en peces, se prepara mediante extracción con hexano, cloroformo y etanol y muestra un espectro de acción amplio contra Gram positivos y Gram negativos, en especial los extractos hechos con hexano<sup>21</sup>. El mata-arbustos (*Acalypha australis* y *Cayratia japonica*), así como el pino Masson y otras plantas como el *Polygonum hydropiper*, el *Sapium sebiferum* y el *Plectranthus amboinicus* poseen un probado efecto antibacteriano<sup>6,8,21</sup>.

Auró y Ocampo (2003) registran el efecto antibacteriano de *Allium sativum* específicamente contra bacterias Gram negativas

(*Aeromonas hydrophila* y *Pseudomonas fluorescens*), el que atribuyen a la presencia de un antibiótico de potente acción parecido al de la penicilina, cuando se utilizó en dosis de 50 mg por día, durante tres días<sup>22</sup>.

Asimismo, se determinó que la concentración mínima inhibitoria del ajo contra *Aeromonas hydrophila* fue de 0.02-5.5 µg/ml para *Pseudomonas fluorescens*<sup>22</sup> así como el efecto bactericida *in vitro* de *Schinus terebinthifolius* contra *Aeromonas salmonicida*, *Aeromonas hydrophila*, *Aeromonas* sp. y *Vibrio* sp.<sup>23</sup> Nuñez y colaboradores (2001), también demostraron el efecto bactericida del eucalipto (*Eucalyptus* sp.) sobre *Aeromonas* sp. y *Vibrio* sp.<sup>23</sup> y Silveira en el año 2004, lo demostró contra *Aeromonas* sp y *Vibrio* sp.<sup>14</sup>. Bauer en 1977 realizó un estudio utilizando el eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) contra *Pseudomonas* sp. con buenos resultados<sup>23</sup>. El eucalipto fue introducido en América proveniente de Australia y si bien ha demostrado varios efectos terapéuticos, también se considera una plaga porque impide el desarrollo de flora nativa. Nuñez y colaboradores también probaron el efecto bacteriostático sobre *Aeromonas hydrophila* y *Aeromonas salmonicida* (*in vitro*) de la guacamaya francesa o candelero del emperador (*Cassia alata*) y la cañandonga (*Cassia grandis*), con resultados satisfactorios. Estos autores encontraron un efecto bacteriostático de la primera sobre *Aeromonas hydrophila* y *Aeromonas salmonicida* (*in vitro*)<sup>23</sup>.

Otros investigadores, como Direksaburakom y colaboradores, en 1996 demostraron el efecto bactericida *in vitro* del melón amargo o cundeamor (*Momordica charantia*) y de la guayaba

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Enfermedad tratada	Referencia bibliográfica
Acalifa australiana	<i>Acalypha australis</i>	Enfermedades bacterianas en peces	(6,8,21)
Mata –arbustos Bushkiller	<i>Cayratia japonica</i>	Enfermedades bacterianas en peces	(6,8,21)
Pino Masson	<i>Pinus</i> sp.	Enfermedades bacterianas en peces	(6,8,21)
Smart weed, yerba inteligente, mala yerba o yerba salvaje	<i>Polygonum hydropiper</i>	Enfermedades bacterianas en peces	(9,19,22)
Chinese tallow	<i>Sapium sebiferum</i>	Enfermedades bacterianas en peces	(9,19,23)
Orégano francés	<i>Plectanthus amboinicus</i>	Vibriosis por <i>Vibrio puncticulus</i>	(6,8,21)
Ajo, garlic	<i>Allium sativum</i>	Enfermedades por Gram negativos en peces	(22)
Copal, racimo de rubíes	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Enfermedades causadas por <i>Aeromonas salmonicida</i> , <i>Aeromonas hidrophyla</i> , <i>Aeromonas</i> sp. y <i>Vibrio</i> sp.	(14, 23)
Eucalipto, lemon scented gum	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Aeromonas</i> sp. <i>in vitro</i> , <i>Vibrio</i> sp. <i>in vitro</i> , <i>Pseudomonas</i> sp.	(23)
Eucalipto	<i>Eucalyptus citriodora</i>	Bacteriostático sobre <i>Aeromonas Hidrophyla</i> y <i>Aeromonas salmonicida</i> , prueba <i>in vitro</i>	(23)
Guacamaya francesa o candeler del emperador, yerba de los herpes, emperor's candlesticks or candlebush or wild senna	<i>Cassia alata</i>	Contra <i>Vibrio</i> y <i>Aeromonas</i>	(23)
Melón amargo o cundeamor, bitter melon	<i>Momordica charantia</i>	<i>Vibrio</i> spp. <i>in vitro</i>	(24,25)
Guayaba, guava, djamvoe, tropical guava	<i>Psidium guajava</i>	23 especies de <i>Vibrio</i>	(24,25)
Great plantain, llantén mayor	<i>Plantago major</i>	Vibriosis por <i>Vibrio harveyi</i>	(14)

Cuadro 2. Plantas utilizadas en el tratamiento de enfermedades bacterianas en acuicultura.

o guava (*Psidium guajava*) contra 23 especies de *Vibrio*<sup>24,25</sup>, mientras que Silveira registró el efecto del llantén mayor (*Plantago major*) contra *Vibrio harveyi*<sup>14</sup>.

Las enfermedades micóticas, sobre todo aquéllas producidas por ficomictos saprófitos cobran muchas muertes tanto en especies de peces de consumo como en especies de ornato y crustáceos, su tratamiento es difícil, largo y costoso, porello, los tratamientos herbolarios que se muestran en el Cuadro 3 son una buena alternativa.

Entre estos, Liping recomienda *Polygonum hydropiper*, *Sapium sebiferum*, *Allium sativum*, *Acalypha australis*, *Cayratia japonica* y *Duchesnea*<sup>21</sup>; asimismo, Mortada y colaboradores en el año 2000, obtuvieron excelentes resultados con el *Eugenol* contra *Saprolegniaparasitica*, *S. diclina*, *S. feraz*, *S. salmones*,

*Achlya klebsiana* y *Aphanomyces piscida* en peces<sup>26</sup>.

Auró y Jiménez<sup>7</sup> recomiendan el ajo (*Allium sativum*) machacado fresco, ya que la presencia de átomos de azufre en las moléculas, tanto de la fracción liposoluble (aleína) como en la hidrosoluble (alicina), son utilizadas como fungicidas en las dermatomicosis por *Saprolegnia parasitica* en dosis de 200 mg/L de agua, en tratamientos de 5 días con una efectividad del 100%, o bien deshidratado con una efectividad del 80%.

Liping y Marquez recomiendan el incienso (*Artemisia argüi*) en la prevención de enfermedades micóticas<sup>21</sup>. Auró y Jiménez, comprobaron el efecto fungicida sobre *Saprolegniaparasitica* de *Helenium quadridentatum*, el cual se utilizó en infusión de 30 g del mismo en un litro de agua y se administró por goteo para obtener concentraciones constantes en tratamientos de quince

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Enfermedad tratada	Referencia bibliográfica
Yerba inteligente, mala yerba o yerba salvaje, smart weed	<i>Polygonum hydropiper</i>	Prevención y control de enfermedades bacterianas y micóticas	(21)
Chinese tallow	<i>Sapium sebiferum</i>	Prevención y control de enfermedades bacterianas y micóticas	(21)
Ajo	<i>Allium sativum</i>	Contra saprolegniasis y otras enfermedades micóticas	(7,21)
Australian acalypha	<i>Acalypha australis</i>	Prevención y control de enfermedades bacterianas y micóticas	(21)
Arbusto asesino, bushkiller	<i>Cayratia japonica</i>	Prevención y control de enfermedades bacterianas y micóticas	(21)
Mock strawberry	<i>Duchesnea indica</i>	Prevención y control de enfermedades bacterianas y micóticas	(21)
Clove escence, escencia de clavo	<i>Eugenol</i> sp.	Contra saprolegniasis por <i>Saprolegnia parasitica</i> , <i>S. diclina</i> , <i>S. ferazensalmones</i> y <i>Achlya klebsiana</i> y <i>Aphanomyces piscida</i> en peces	(26)
Incienso	<i>Artemisia argyi</i>	Prevención y control de enfermedades bacterianas y micóticas	(21)
Manzanilla cabezona, pincushion Daisy	<i>Helenium quadridentatum</i>	Saprolegniasis	(7)
Clavo	<i>Syzygium aromaticum</i>	Saprolegniasis, achlyasis, mucormicosis	(27)

Cuadro 3. Plantas utilizadas en el tratamiento de las enfermedades micóticas en peces.

días en truchas adultas afectadas hasta en un 50% de su cuerpo con el hongo, pero los efectos colaterales sobrepasan a los efectos terapéuticos<sup>7</sup>.

El clavo (*Zizygium aromaticum*) también ha probado un efecto antiséptico y antimicótico en peces<sup>27</sup>.

Los protozoarios parásitos de peces así como los epibiontes tienen un impacto negativo significativo en la acuicultura tropical, además de ser patógenos comunes a los cultivos, por lo que el empleo de diversos medicamentos de origen natural está bien documentado (Cuadro 4).

Los verbascósidos (fenil propanol glicósidos) del tepozán (*Buddleja americana*) obtenidos por extracción metanólica mostraron una gran efectividad, en cambio el extracto acuoso evaporado no tuvo efecto alguno. Esta alternativa terapéutica es muy conveniente porque éste es un árbol que crece en lugares intensamente perturbados, en climas tropicales a fríos, por lo que es común encontrarlo en México y en Cuba. La dosis efectiva 99% fue de 49 mg por L administrado en baños de inmersión durante tres días, utilizándose a la tilapia como modelo animal en

la investigación<sup>28,29</sup>. El trueno (*Ligustrum japonicum*) también comprobó su eficacia costicida en forma de macerado crudo molido, del extracto liofilizado, de extracto lipídico (extracción por acetato de etilo y extracción por cloruro de metilo), los glucósidos iridoides y secoiridoides en las partes aéreas de estas plantas son los responsables de este efecto y mostraron que dosis de 25 y 30 g/L de agua del macerado crudo molido y 0.8 mL/L de los extractos presentaron efectividad contra *Costia necatrix*<sup>7</sup>. Igualmente varios protozoarios han sido eliminados con *Rosmarinus officinalis* (romero)<sup>7</sup>.

Otra parasitosis muy importante que producen mortalidades en los peces hasta del 75%, es la producida por *Ichthyophthirius multifilis* en peces de agua dulce, la que se ha controlado con *Pinus teocote* en México y Cuba<sup>7</sup>. Contra el *Cryptocaryon irritans* así como *Neobenedenia melleni* se ha probado el paraíso o chinaberry con muy buenos resultados y el melón agrio o cundeamor<sup>30</sup>. En Estados Unidos ya se conocía el efecto de las agujas del pino contra el *Ichthyophthirius multifilis*<sup>7</sup>.

El ajo (*Allium sativum*) también ha probado ampliamente su efectividad terapéutica contra *Ichthyophthirius multifilis* y

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Enfermedad tratada	Referencia bibliográfica
Tepozán, butterfly bush	<i>Buddleja americana</i>	Costiasis	(7,28,29)
Trueno, wax leaf privet	<i>Ligustrum japonicum</i>	Costiasis	(7)
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Protozoarios en peces	(7)
Pino, pine	<i>Pinus teocote, Pinus</i> sp.	<i>Ichthyophthirius multifilis</i> y otros protozoarios parásitos de peces	(7)
Paraíso, chinaberry	<i>Melia azedarach</i>	<i>Cryptocaryon irritans</i> y <i>Neobenedenia melleni</i>	(30)
Cundeamor, bitter melon	<i>Momordica charantia</i>	<i>Cryptocaryon irritans</i> y <i>Neobenedenia melleni</i>	(30)
Ajo	<i>Allium sativum</i>	<i>Ichthyophthirius multifilis</i> y <i>Cryptocaryon irritans</i>	(7)
Guayava, guava, djamboe, tropical guava	<i>Psidium guajava</i>	Protozoarios en peces	(14)
Albahaca, sesame	<i>Ocimum basilicum</i>	Protozoarios en peces	(14)
Crisantemo	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Copépodos en salmón	(31)

Cuadro 4. Plantas utilizadas en el tratamiento contra protozoarios parásitos.

*Cryptocaryon irritans* debido a la fracción hidrosoluble obtenida mediante la escisión enzimática del disulfuro, utilizado en dosis de 200 mg/L de agua, se comparó con un costicida convencional (azul de metileno); el ajo tuvo una efectividad del 94% contra la del 33% del azul de metileno. La cebolla fue efectiva contra este mismo parásito en dosis de 400 mg/L de agua en acuario cuando se utilizó a la tilapia como modelo animal<sup>7</sup>. La guayaba (*Psidium guajava*) se probó contra protozoarios en peces con buenos resultados<sup>14</sup>. La albahaca (*Ocimum basilicum*) fue probada por Silveira y colaboradores contra protozoarios patógenos en peces con resultados satisfactorios<sup>14</sup>. *Chrysanthemum cinerariaefolium*, a su vez, se utiliza para eliminar los copépodos en salmón<sup>31</sup>.

Las helmintiasis en los peces son causa de retraso del crecimiento (nemátodos) y de problemas patológicos más graves por acantocéfalos, céstodos y tremátodos, que incluyen enfermedades zoonóticas como la gnatostomiasis, entre otras, este tipo de parasitosis no ha escapado al intento de control con plantas medicinales como se muestra en el Cuadro 5.

Para el tratamiento de estas parasitosis se comprobó el efecto de las semillas de papaya en México o frutabomba en Cuba (*Carica papaya*). Su efectividad sobre el nemátodo *Cucullanus* sp. en tilapia fue ampliamente demostrado<sup>32</sup>.

*Allium sativum* y *Allium cepa* (ajo y cebolla, respectivamente) son efectivos como parasiticidas para el control de helmintos

como *Capillaria* sp. y *Spirocammallanus* en tilapia y carpa<sup>7</sup>. El ajo demostró que una dosis de 200 mg/L de agua del acuario era 99% efectiva cuando se trataron tilapias, mientras que la cebolla se usó en dosis experimental de 2400 mg/L durante 5 días contra *Pomphorhynchus lavei* y *Acantocephalus anguillae* en tilapia (*Sarotherodon mossambica*)<sup>7</sup>.

Otra planta ampliamente utilizada en México contra nemátodos de tilapia es el apazote (en Cuba) o epazote (en México) (*Chenopodium ambrosioides*), que presentó una respuesta favorable en la eliminación de huevos de 92% con una dosis de 10g/L de agua<sup>7,21,33-35</sup>. Los mayas hacían cocciones con aproximadamente 300 mg de la planta seca por kg de peso del paciente con resultados formidables<sup>9</sup>. La castaña (*Castanea sativa*) es también un buen helminticida contra *Capillaria* sp. y *Spirocammallanus* sp., como lo probaron el equipo de Jiménez Estrada y Auró<sup>7</sup>, ésta fue evaluada en el pez de ornato *Gambusia moteada* usando la castaña molida y diluida en un litro de agua, preparándola como infusión mediante ebullición. La efectividad del 100% se obtuvo con la dosis de 2 g, pero se observó a esta dosis una mortalidad del 20%; con dosis de 1 gramo la efectividad fue del 70%<sup>7</sup>. La piscuala (*Quisqualis indica*) fue utilizada por Liping en 1994 contra el céstodo *Bothriocephalusqowkongensis*<sup>21</sup>, mientras *Artemisia absinthium* y *Artemisia maritima*, *Artemisia abrotanum* (ajeno, ajenjo marítimo, incienso) han sido utilizados como antiparasitarios<sup>30</sup>.

También la vulnerabilidad de bacterias Gram negativas al ajo y

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Enfermedad tratada	Referencia bibliográfica
Frutabomba, papaya, chich put	<i>Carica papaya</i>	Nematodiasis por <i>Cucullanus</i> sp. en tilapia	(32)
Ajo	<i>Allium sativum</i>	Nematodiasis por <i>Capillaria</i> sp. y <i>Spirocammallanus</i> sp. en tilapia y carpa. <i>Pomphorhynchus laevis</i> y <i>Acantocephalus anguillae</i> en tilapia	(7)
Cebolla	<i>Allium cepa</i>	Nematodiasis por <i>Capillaria</i> sp. y <i>Spirocammallanus</i> sp. en tilapia y carpa	(7)
Apazote, epazote, paico, american wormseed, goosefoot	<i>Chenopodium amnbrosioides</i>	Prevención y control de helmintiasis sobre todo por nemátodos en tilapia	(7,21,33, 34,35)
Castaña, sweet chesnut	<i>Castanea sativa</i>	Nematodiasis por <i>Capillaria</i> sp. y <i>Spirocammallanus</i> sp. en tilapia y carpa	(7)
Piscuala	<i>Quisqualis indica</i>	Contra <i>Botriocephalus gowkongensis</i>	(21)
Ajenjo, wormwood	<i>Artemisia absinthium</i>	Antiparasitario	(30)
Ajenjo marino	<i>Artemisia maritima</i>	Antiparasitario	(30)
Incienso	<i>Artemisia abrotanum</i>	Antiparasitario	(30)

Cuadro 5. Plantas utilizadas en el tratamiento contra helmintiasis en peces.

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Enfermedad tratada	Referencia bibliográfica
Cebolla, onion	<i>Allium cepa</i>	Contra Gram negativos( <i>Vibrio</i> sp.)	(36,37)
Ajo, garlic	<i>Allium sativum</i>	Contra Gram negativos	(36,37)

Cuadro 6. Plantas utilizadas en el tratamiento contra bacterias en el camarón.

la cebolla hacen recomendable su uso para el control de infecciones en la camaricultura según los resultados expuestos en el Cuadro 6.

En Colombia, Villamar (2000) hace referencia al uso del ajo y la cebolla como antibiótico y desinfectante en el cultivo del camarón<sup>36,37</sup>.

Además las plantas medicinales no sólo se han utilizado para el control de patógenos, sino que algunos de estos vegetales se han usado con éxito como anestésicos de peces (Cuadro 7).

En este caso, se encuentra el clavo (*Eugenia caryophyllus*), Auró y Jiménez<sup>7</sup> realizaron 100 pruebas de inmovilización en bagre (*Ictalurus punctatus*) utilizando esencia de clavo 100% pura en concentraciones crecientes diluidas en 1 litro de agua. Los resultados mostraron que la esencia de clavo es capaz de inmovilizar al bagre durante 1 minuto y que la dosis efectiva 50 fue de 0.25 mL/L; la dosis letal 50 fue de 1.8 mL/L, la dosis efectiva 99 fue de 0.48 mL/L y la dosis letal 1% fue de 1.3 mL/L, de tal forma

que el margen terapéutico verdadero fue de 2.7 mientras que en la carpa común se encontró que el margen de seguridad fue 54.14% menor que en el bagre<sup>7,37</sup>. Silveira y Martínez<sup>38</sup> probaron el efecto anestésico del clavo *Syzygium aromaticum* en Cuba. Sladky, Ghelardini y colaboradores<sup>39,40</sup> comprobaron este efecto. El efecto anestésico del *Eugenol* sp. se comprobó en *Oreochromis aureus* e *Ictalurus punctatus*<sup>41</sup>. En México se utilizó la flor del colorín (*Eritrina americana*) como anestésico, pero tiene alcaloides de actividad curariforme por lo que es muy tóxico<sup>7</sup>.

Además de las plantas antes mencionadas y de las que se ha referido su efecto, existen en Cuba y en México numerosas plantas que son consideradas como potencialmente benéficas en la terapia de las enfermedades de organismos acuáticos debido al efecto medicinal reconocido y referido en el Cuadro 8, pero éstas no se han probado suficientemente.

Las ventajas de la medicina tradicional basada en plantas medicinales ya han sido focalizadas por algunas empresas, en México los Laboratorios VROT, S.A. de C.V. están

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Enfermedad tratada	Referencia bibliográfica
Clavo, cloves	<i>Eugenia caryophylus</i>	Anestésico en peces	(7,37)
Clavo, cloves	<i>Syzygium aromaticum</i>	Anestésico en peces	(39,40)
Aceite de ajo	<i>Eugenol</i> sp.	Anestésico en <i>Oreochromis aureus</i>	(41)
Colorín, jack fruit	<i>Eritrina americana</i>	Anestésico en peces*	(7)

\*muy tóxico

Cuadro 7. Plantas utilizadas en el tratamiento como anestésicos en peces.

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Efecto					
		Antibacteriano	Antifúngico	Antiparásitario	Antiviral	Antiséptico	Cicatrizante
Anona, chirimolla	<i>Artemisia ludoviciana mexicana</i>	X					
Anamu, zorillo, Guinea hen weed	<i>Anona cherimolia</i>		X				
Añil cimarrón, jiquilete, west indian indigo	<i>Petiveria alliacea</i>			X	X		
Calabaza, cucumber	<i>Indigofera suffruticosa</i>						X
Caléndula, pot marigold	<i>Cucurbita pepo</i>			X			
Caña santa, lemon grass	<i>Calendula officinalis</i>	X					X
Cayeput, cajeput	<i>Cymbopogon citratus</i>	X	X			X	X
Cocotero, cocoanut tree	<i>Melaleuca leucadendron</i>			X			
Encina, live oak	<i>Cocos nucifera</i>					X	
Estropajo, jaboncillo, sponge cucumber	<i>Quercus virginiana</i>					X	
Eucalipto	<i>Momordica cylindrica</i>			X			
Gayuva, bearberry	<i>Eucalyptus globosus</i>	X					
Granado, granada china, pome granate	<i>Arctostaphylos uva'ursi</i>					X	
Hierba buena, spearmint	<i>Punica granatum</i>			X			
Hinojo, fennel	<i>Mentha spicata</i>					X	
Incienso, arnica flowers	<i>Foeniculum vulgare</i>					X	
Itamo real, slipper flowers	<i>Artemisia abrotanum</i>				X		
Limón, lemon	<i>Pedilanthus tithymaloides</i>					X	
Llantén menor, minor plantain	<i>Citrus aurantifolia</i>	X		X			X
Mamey de Santo Domingo, mamey amarillo, zapote domingo, mamee apple	<i>Plantago lanceolata</i>				X		
	<i>Mammea americana</i>						

Cuadro 8. Plantas medicinales registradas en Cuba y México de potencial aplicación en acuicultura (Parte I).

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Efecto					
		Antibacteriano	Antifúngico	Antiparasitario	Antiviral	Antiséptico	Cicatrizante
Mangle colorado, rode mangrove	<i>Rhizophora mangle</i>	X		X		X	X
Manzanilla, chamomilla	<i>Matricana recutita</i>	X	X		X		
Marabu, plum grass	<i>Dichrostachys glomerata</i>					X	
Marañón, cashew	<i>Anacardium occidentale</i>	X	X				
Mate de costa guacalote, gray nickers	<i>Caesalpinia crista</i>			X			
Menta japonesa, corn mint	<i>Mentha arvensis</i>					X	
Mirtilo, arándano, blueberry	<i>Vaccinium myrtillus</i>					X	
Nabaco, cafetillo, hueso, false coffee	<i>Faramea occidentales</i>					X	
Najesi, white crabwood	<i>Carapa guianensis</i>					X	
Naranja agria, sour orange	<i>Citrus aurantium L.</i>	X	X				
Oldenlandia, pathpadagam	<i>Oldenlandia herbacea</i>			X			
Orégano francés, french	<i>Plectranthus amboinicus</i> (Lour.) Spreng	X					
Palo amarillo llora sangre, parrot weed	<i>Bocona frutescens</i>			X			X
Palo Campeche tinto, logwood	<i>Haematoxylum campechianum</i>					X	
Pica pica, cowager	<i>Mucurapruriens</i>			X			
Pino macho, pine	<i>Pinus caribaea</i>		X				
Piña de ratón, wild pine	<i>Bromelia pinguin</i>				X		
Piñuela	<i>Bromelia baratas</i>				X		
Piscuala, quisqual, rangoon creeper	<i>Quisqualis indica</i>				X		
Raíz de granado, pome granate root	<i>Punica granatum L.</i>				X		
Romero, Rosemary	<i>Rosmarinus officinalis</i>					X	
Sábila, aloe	<i>Aloe barbadensis</i>						X
Sagu, aruaru, arruruz, arrow root	<i>Maranta arundinacea</i>		X				
Salvia de Castilla, borraja	<i>Salvia officinalis</i>		X				
Sándalo (madera de), sandalwood	<i>Santalum album</i>					X	
Tabaco, tobacco	<i>Nicotiana tabacum</i>			X			
Tamarindo de Puerto Rico	<i>Inga vera</i>			X			
Tibisi, canegrass	<i>Laciacis divaricata</i>			X			
Tilo	<i>Justicia pectorales</i>					X	
Toronjil de menta, peppermint	<i>Mentha piperita</i>	X	X			X	

Cuadro 8. Plantas medicinales registradas en Cuba y México de potencial aplicación en acuicultura (Parte II).

Nombre común en español e inglés	Nombre científico	Efecto					
		Antibacteriano	Antifúngico	Antiparasitario	Antiviral	Antiséptico	Cicatrizante
Verbena cimarrona, bastard vervain, blue verbena	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>			X			
Vetiver	<i>Vetiveriazizanoides</i>		X				
Vicaria blanca, Madagascar, periwinkle	<i>Catharanthus roseus</i>			X		X	
Yaba, moca angelin tree	<i>Andira inermes</i>			X			
Yerba de la niña, stone breaker	<i>Phyllanthus</i> sp.	X			X		
Yerba lombricera, worm grass	<i>Spigelia anthelmia</i>			X			
Yuca agria, yuca brava	<i>Manihot esculenta</i>			X			

La mayoría de estas plantas han sido consideradas para su uso en Medicina Veterinaria<sup>42</sup>.

Cuadro 8. Plantas medicinales registradas en Cuba y México de potencial aplicación en acuicultura (Parte III).

comercializando un producto a base de cítricos y filiferinas con efecto bactericida y en Singapur los Fishfarm Laboratories se dedican a la comercialización de medicamentos para peces y camarones y prevén la incorporación próxima de otros para cangrejos y tortugas (Cuadro 9)<sup>41</sup>. En su promoción incluyen estas tres definiciones: “medicamentos 100% de extractos de plantas, 100% naturales y 100% seguros”.

## DISCUSIÓN

Para la terapia de enfermedades de seres humanos, las plantas son una materia prima para la producción biotecnológica de medicamentos, sin embargo, en medicina veterinaria y en especial en acuicultura, los objetivos del uso de las plantas son utilizarlas en su forma natural, primordialmente para abatir costos.

Paul Hersch dijo: Las plantas medicinales “no constituyen la gran solución a los graves problemas de salud pública”, y hacemos nuestras sus palabras pero “en sanidad animal”, sin embargo sí pueden jugar un papel relevante en la práctica médica si la biomedicina se aboca al desarrollo del potencial terapéutico de la flora de la siguiente forma: a) adecuando la metodología de la investigación a la naturaleza de los remedios herbolarios tal como son utilizados empíricamente por la población nativa; b) propiciando una regulación de medicamentos que incorpore a los requerimientos de seguridad y eficacia, el de accesibilidad económica y cultural de los mismos; c) generando en el médico un espíritu de rigurosidad, creatividad y sensibilidad. Para ello, es necesario revalorar las plantas medicinales con una lógica incluyente de toda la población, sin dejar de cuidar el recurso vegetal, ya que muchas de las plantas medicinales están en peligro de extinción, como hizo hincapié Gutiérrez en el 2o. Congreso Nacional de Plantas Medicinales<sup>11</sup>.

Por lo anterior, la biotecnología de medicamentos deberá incluir sistemas de cultivo de tejido que comprenden cultivos de células en suspensión, cultivos de callos, raíces transformadas y embriones somáticos utilizando el empleo de extractores bióticos, transformación genética y sistemas de inmovilización, con el fin de aumentar la cantidad de metabolitos farmacológicamente activos en los cultivos, pero sobre todo cultivar dichas plantas para tener rendimientos adecuados sin afectar el recurso para que sea sostenible. El concepto de sostenibilidad se define como armonizar la vida en la Tierra sin poner en peligro los recursos naturales. En consecuencia, la herbolaria debe ser una medicina sostenible que implica que las principales sustancias terapéuticas utilizadas pueden ser sustituidas o repuestas con un mínimo de perjuicios ambientales después de la recolección<sup>43</sup>.

Otro factor importante que se debe tener en cuenta para la utilización de las plantas medicinales en su forma natural es que las dosificaciones dependerán de la concentración de las sustancias activas de la variedad utilizada, de la edad de la planta, del tipo de suelo, entre otras características, así, las dosis usadas en Cuba, por ejemplo, para el ajo (*Allium sativum*), se deberán comprobar en México mediante bioensayos piloto<sup>6,7</sup>. Sin embargo, y a pesar de estas limitantes, las plantas medicinales constituyen un recurso importante para la profilaxis y terapia de las enfermedades de los organismos acuáticos porque no hay contaminación del agua con productos sintéticos que pueden ser no biodegradables y los costos siempre serán menores que los de productos de patente.

Como ha sido mostrado en este trabajo, el uso de plantas medicinales en animales acuáticos ya va en buen camino de desarrollo y no son pocos los países y especialistas que han incursionado en el tema. Mas aún ya existen empresas

Nombre comercial	Ingrediente principal	Efectivo en:
S-i Xia Gan Bao* F-1 Yu Gan Bao* P-1 Hu Gan Bao	<i>Isatidis Seu Bapphicacanthis y Clerodendri cyrtophylli</i>	Prevención y control de la enfermedad de la mancha blanca WSSV Enfermedad del hígado en peces Control de enfermedades del hígado en peces tropicales ocasionadas por virus, desbalance nutricional, contaminación u otro.
S-3 Po Sa Ji* F-2 Po Sa Ji* P-2 Po Sa Ji*	<i>Zingiberis recens y Flavescens ait</i>	Prevención o control de enfermedades bacterianas en camarón Prevención y control de enfermedades bacterianas en peces
S-6 Sha Chong Ling II*	<i>Arecae y Fructus capsici</i>	Nemátodos y ciliados ectocomensales en camarón
S-7 Shui Mei Jing* F-9 Shui Mei Jing* P-11 Shui Mei Jing	<i>Sophorae flavescentis y Rumicis aquatica</i>	Control de la saprolegniasis en camarón y desinfección de larvas Control de la saprolegniasis en peces y huevos
F-3 Lan Sai Ling*	<i>Officinalis baill, Scutellariae y Phyllodendri</i>	Prevención de enfermedades de las branquias en peces ocasionadas por bacterias, contaminación u otra causa.
F-4 Sha Chong Ling*	<i>Arecae y Fructus capsici</i>	Control de chilodoneliasis, ichthyophthiriasis, dactylogyryus y gyrodactylus en peces
P-5 Xiao Shi Bai* Chong Qing	<i>Meliae azedarach y Citri tangerinae</i>	Control de endoparásitos intestinales, también previene y controla otros parásitos del cuerpo.
P-6 Sha Chong Ling* (II)	<i>Arecae y Meliae azedarach</i>	Ichthyophthiriasis, dactylogyryus y gyrodactylus
P-8 Mei Yu Jing*	<i>Gleditsiae y Rhois chinensis</i>	Control de bacterias, parásitos y algas en peces ornamentales
Biodegerm**	<i>Citrus paradisi, Citrus reticulata, Citrus aurantium, Citrus sinensis y Citrus filiferae</i>	Contra bacterias Gram negativas patógenas para peces de consumo.

Nota: Con el fin de estandarizar la información con el contenido del presente documento fueron eliminados de la definición del ingrediente principal la primera palabra que se refiere a la parte de la planta utilizada<sup>43</sup>. \*China, \*\*México.

**Cuadro 9. Medicamentos naturales comercializados y registrados<sup>1,2</sup> para el control de enfermedades infecciosas e invasivas en peces y camarones.**

comercializadoras de productos basados en una mezcla de los componentes activos de un grupo significativo de ellas. No obstante, no existe un programa coherente para la universalización y estandarización de esta forma de terapia, aspecto que debería ser concientizado por investigadores y clínicos.

## REFERENCIAS

1. Zamudio, G. Historia de la herbolaria medicinal. *El Faro Boletín Informativo de la Coordinación de Investigación Científica, Ciudad Universitaria* **42**, 12-14 (2004).
2. Roig, J.T. Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana (Ed. Científico-Técnica, La Habana, Cuba, 1988).
3. Secretaría de Salud. Gobierno de México. Farmacopea herbolaria de los Estados Unidos Mexicanos (COFEPRIS, México, D.F., 2000)
4. Duke, A.J. The green pharmacy herbal handbook: your everyday reference to the best herbs for healing (St. Martin's Press Inc, New York, 2002).
5. Nutton, V. Ancient medicine (Marín-Vergara, Madrid, España, 2004).
6. Guerra, O.M., Torres, I.D. & Martínez, P.L. Validación del uso de plantas medicinales cultivadas en Cuba. *Revista Cubana de Plant. Med.* **2**, 48-51 (2001).
7. Ocampo, C.L. & Auró, O.A. (eds.). Terapia de las enfermedades de los peces. 2<sup>a</sup> edición (SUA editorial, FMVZ-UNAM, México, D.F., 2000).
8. Lagos-Witte, S. Tramil-Centro América red de plantas medicinales. Informe técnico final de Cuba, fase III. [http://www.idrc.ca/u/p/l/o/a/d/s/u/s/e/r-S/19928547061/v/e/r/s/i/o/n-f/i/n/a/l/n/a/r/r/o/t/i/v/a/l/tram/i/tram/i/\\_R/E/D/cen/tro-a/mer/ia/de/pla/ntas/medicinales/2002](http://www.idrc.ca/u/p/l/o/a/d/s/u/s/e/r-S/19928547061/v/e/r/s/i/o/n-f/i/n/a/l/n/a/r/r/o/t/i/v/a/l/tram/i/tram/i/_R/E/D/cen/tro-a/mer/ia/de/pla/ntas/medicinales/2002) (2002).
9. Porter, R. Breve historia de la medicina. De la antigüedad hasta nuestros días (Taurus, Barcelona, España, 2003)
10. WHO World Health Organization. Regional strategy for traditional medicine in the Western Pacific (Publicación de la Organización Mundial de la Salud, 2002).

11. Gutiérrez, D.M.A. Plantas medicinales de México. Memorias del 2o. Congreso Nacional de Plantas Medicinales. Zapotitlán, Jalisco. Universidad Autónoma de Tlaxcala, 21-24 de marzo del 2002.
12. Bauer, O.N. & Upenskaya, A.V. New curative methods in the control of fish diseases. Proceedings of the 9<sup>th</sup> Conference of Fish Diseases, Academy Sciences Ichthyological Committee USSR, 18-21 Feb. (1959).
13. Wei, L., Li, Z. & Chen, B. Clinical study on treatment of infantile rotaviral enteritis with *Psidium guajava* L. *Zhongguo Zhong Xi Yi Jie He Za Zhi*. **20**, 893-895 (2000).
14. Silveira, R., et al. Actividad terapéutica de extractos naturales de origen vegetal para el control de parásitos y bacterias de organismos acuáticos de cultivo. Memorias del II Simposio Nacional de Acuicultura y Pesca en Ciudad Guatemala, Guatemala. 18-19 Octubre 2000.
15. Direksaburakom, S., Herunsalee, A. & Rongkumnardwong, A. The virucidal activity of nine species of herb against yellow head baculovirus of black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) and viruses of fish. *NICA Technical Abstract* **6**, 34-45 (1996).
16. Direksaburakom, S., Hirunsaree, U., Boonyaratpalin, S., Doyanadol, Y. & Aekpanithpong, U. The virucidal activity of *Clinacanthus nutans* (Lindau) against yellow head baculovirus of black tiger prawn (*Penaeus monodon*). *NICA Technical Abstracts* **8**, 56-61 (1996).
17. Janwitayanuchit, W., et al. Synthesis and anti-herpes simplex viral activity of monoglycosyl diglycerides. *Phytochemistry* **3(64)**, 253-264 (2003).
18. Sydiskis, R.J., Owen, D.G., Lohr, J.L., Rosier, K.H. & Blomster, R.N. Inactivation of enveloped viruses by anthraquinones extracted from plants. *Antimicrob Agents Chemother* **35**, 2463-2466 (1991).
19. Semple, S.J., Pyke, S.M., Reynolds, D.D. & Flower, R.L. *In vitro* antiviral activity of the anthraquinone chrysophanic acid against poliovirus. *Antiviral Res.* **49**, 169-178 (2001).
20. Abad, M.J., Guerra, J.A., Bermejo, P., Irurzun, A. & Carrasco, L. Search for antiviral activity in higher plant extracts. *Phytother Res.* **14**, 604-607 (2000).
21. Liping, B. Herbs used in Chinese fish farms. *Health\_news/AAHRI/AAHRI/Topics/Newsletter/art.18.htm#article 1*.
22. Auró, O.A. & Ocampo, C.L. Evaluación comparativa del efecto profiláctico del ajo y de un producto de patente contra Gram negativos en tilapia (*Oreochromis hornorum*). *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* **6(2)**, 67-73 (2003).
23. Nuñez, M., Pozo, M. & Valladares, J. Concentración inhibitoria mínima de tres extractos de plantas medicinales sobre bacterias del género *Aeromonas* causantes de enfermedades en peces. *Revista Aqua TIC* **14**, 23-28 (2002).
24. Lai, P.K. & Roy, J. Antimicrobial and chemopreventive properties of herbs and spices. *Curr. Med. Chem.* **11**, 1451-1460 (2004).
25. Carvalho, A.A., Sampaio, M.C.C., Higinio, J.S. & Sanna, K.M. Actividad antimicrobiana del extracto hidrosoluble de *Psidium guajava* Linn. frente a bacterias Gram negativas. *WWW.estomatologia.com.br/congresso\_files/trabalhos.htm*. 2001.
26. Mortada, H.M.A., Wada, S., Hatai, K. & Yamamoto, A. Antimycotic activity of eugenol against selected water molds. *Journal of Aquatic Animal Health* **12**, 224-229 (2000).
27. Giordani, R., et al. Antifungal effect of various essential oils against *Candida albicans*. Potentiation of antifungal action of amphotericin B by essential oil from *Thymus vulgaris*. *Phytother Res.* **18**, 990-995 (2004).
28. Díaz, B.S., Jiménez-Estrada, M. & Auró, O.A. Evaluación del efecto parasitícid de los extractos acuoso y metanólico de *Buddleja cordata* HBK (Tepozán) sobre *Costia necatrix* en tilapia (*Oreochromis* sp.). *Vet. Mex.* **31**, 189-194 (2000).
29. Houghton, P.J., Mensah, A.Y., Iessa, N. & Hong, L.Y. Terpenoids in *Buddleja* relevant to chemosystematics, chemical ecology and biological activity. *Phytochemistry* **64**, 385-393 (2003).
30. Fernández, A. Evaluación de extractos de plantas medicinales con actividad antiparasitaria. *CIVA* (<http://www.civa2003.org>) (2003).
31. Boxaspen, K. & Holm, J.C. Development of pyrethrum-based treatments against ectoparasite lice (*Lepeophtheirus salmonis*) in sea cage rearing of atlantic salmon (*Salmon salar* L.). *Aquaculture Research* **32**, 1-8 (2000).
32. Auró, O. Evaluación del efecto de las semillas de papaya (*Carica papaya*) sobre *Cucullanus* sp. en tilapia. *REDVET* **5**, s/n (2004).
33. MacDonald, D., et al. Ascaridole-less infusions of *Chenopodium ambrosioides* contain a nematocide(s) that is (are) non toxic to mammalian smooth muscle. *Ethnopharmacol.* **92**, 215-221 (2001).
34. Cavalli, J.F., Tomi, F., Bernardini, A.F. & Casanova, J. Combined analysis of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides* by GC, GC-MS and 13C-NMR spectroscopy quantitative determination of ascaridole, a heat-sensitive compound. *Ethnopharmacol.* **98**, 1-19 (2005).
35. Hounzanghe-Adote, M.S., Paolini, V., Forraste, I., Moutairon, K. & Hoste, H. *In vitro* effects of four tropical plants on three life-cycle stages of the parasitic nematode, *Haemonchus contortus*. *Res Vet Sci.* **78**, 155-160 (2005).
36. Villamar, C.A. Acuicultura orgánica-ecológica: aplicación de productos naturales en sustitución de químicos en los procesos de cría de camarones en cautiverio. *Revista AquaTIC* **10**, 27-30 (2000).
37. Villamar, C.A. Acuicultura orgánica-ecológica: herramienta para el desarrollo socioeconómico de la zona caribeña de Colombia. *CIVA* (<http://www.civa2002.org>). 674-680.
38. Silveira, C.R. & Martínez, P.M. Aceite de clavo (*Syzygium aromaticum*) como anestésico para la manipulación y transporte de *Oreochromis aureus* (Tilapia). *Panorama Acuícola* **9**, 10-13 (2004).
39. Sladky, K.K., Swanson, C.R., Stokoof, M.K., Loomis, M.R. & Lewbart, G.A. Comparative efficacy of tricaine methasulfonate and clove oil for anaesthetics in red pacu *Piaractus brachypomus*). *Am. J. Vet. Res.* **62**, 337-342 (2001).
40. Ghelardini, C., Galeotti, N., Di Cesare Mannelli, L., Mazzanti, G. & Bartolini, A. Local anaesthetic activity of beta-caryophyllene. *Farmacol.* **56**, 387-389 (2001).
41. Prince, A. & Powell, C. Clove oil as an anaesthetics for invasive procedures on adult rainbow trout. *North American Journal of Fisheries Management* **20**, 1029-1032 (2000).
42. Lin, J.H., et al. Medicina veterinaria sostenible para la nueva era. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* **22**, 949-964 (2003).
43. Wang, J.Y., et al. Preliminary attempt at the speciation of 25-elements in the Chinese medicinal herbs. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi* **29**, 753-759 (2004).