**Riesgos del uso de verde de malaquita en la acuacultura un panorama actual**

aGonzález-Renteria, Mariela; Cortez -García, Araceli, Bustamante-González, Jesús Dámaso y Rodríguez-Gutiérrez, Martha.

Universidad Autónoma Metropolitana – Xochimilco, Laboratorio de Genética, Reproducción y sanidad acuícola. Departamento el Hombre y su Ambiente. a biomarielagonzalez@gmail.com

**RESUMEN**

**Introducción**. En la actualidad gran cantidad de productos químicos y farmacéuticos son producidos y usados en grandes volúmenes en la acuacultura a nivel mundial. Entre los protocolos para combatir las enfermedades, se incluyen fármacos veterinarios y químicos como son el verde de malaquita, formalina, peróxido de hidrogeno, solución de yodo, azul de metileno, ozono e hipoclorito de sodio entre otras muchas (Chambel *et al*., 2014) que lamentablemente en algunos países son legales y de uso regular. Sin embargo, existe gran variedad de literatura científica que ha confirmado que el verde de malaquita es un carcinógeno potencial, con propiedades teratogénicas y mutagénicas. **Material y métodos:** Se realizó una búsqueda bibliográfica extensiva, en dos bases de datos: Science direct y Scopus usando la plataforma en línea de la Biblioteca: Ramón Villareal Pérez de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, de los últimos 15 años. **Resultados:** De las dos bases de datos analizadas, Science direct fue la que más resultados arrojó con respecto a las categorías. Estos resultados hacen evidente que en los últimos 5 años, se ha elevado el número de artículos publicados en torno al uso del verde de malaquita en la acuacultura, en cuanto a sus riesgos y efectos entre los que destacan, carcinogénesis, teratogénesis, mutagénesis, daño orgánico y daños ambientales que implican contaminación y resistencia bacteriana. Se concluye con este análisis que es necesario abrir nuevas líneas investigación enfocada al control y detección de este compuesto con fines de regulación en la acuacultura y que hay un buen número de países como Chile, Inglaterra y Estado Unidos en que su uso está prohibido.

**Palabras clave:** Verde de Malaquita, Acuacultura, Riesgos, Efectos.

**1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, gran cantidad de productos químicos y farmacéuticos son producidos y usados en grandes volúmenes en la acuacultura a nivel mundial; ya que en ésta industria uno de sus principales problemas son las enfermedades que involucran elevados costos y manejo (Subasinghe, 2009). Por ejemplo, el daño ocasionado por hongos en los huevos de los peces es en promedio del orden del 20% de la producción pudiendo llegar hasta un 40% (Forneris *et al*., 2003).

Razón por la que algunos protocolos para la desinfección de huevos de peces y de tratamientos para combatir las enfermedades de origen fúngico y bacteriano, incluyen soluciones o fármacos veterinarios como el verde de malaquita, la formalina, el peróxido de hidrogeno, solución de yodo, azul de metileno, ozono e hipoclorito de sodio entre otras muchas (Chambel *et al*., 2014) y que, en algunos países como México, son legales y de uso regular.

El verde de malaquita es usado extensivamente en la industria de la acuacultura desde 1933 para el tratamiento de problemas causados por protozoarios y hongos (Bergwerff y Scherpenisse, 2003; Srivastava *et al*., 2004). Sin embargo, existe gran variedad de literatura que ha confirmado que el verde de malaquita es un carciogénico potencial, teratogénico y mutagénico; por ello, ha sido prohibido por la FDA (Food and Drug Administration) para su uso en Estados Unidos, Canadá, la Unión Europea y algunos otros países como Inglaterra y Chile (Eissa *et al*., 2013).

**2. MATERIAL Y METODOS**

**2.1 Investigación bibliográfica y recuperación**

El estudio incluye la búsqueda extensiva en dos bases de datos: Science direct y Scopus usando una plataforma en línea de la Biblioteca Ramón Villareal Pérez perteneciente a la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco de los últimos 15 años. Cada base de datos fue sometida al escrutinio de artículos concernientes al verde de malaquita principalmente en tres categorías, 1) verde de malaquita en la acuacultura, 2) riesgos del verde de malaquita en la acuacultura y 3) efectos del verde de malaquita en la acuacultura.

**2.2 Criterios de inclusión y exclusión**

Los artículos recuperados se limitaron a aquellas publicaciones que cumplieron con las categorías antes mencionadas, en la que los artículos trataban temáticas dirigidas a la evaluación de los efectos en la salud humana y animal, estudios experimentales en animales o *in vitro*, artículos de revisión y casos clínicos y de revistas indexadas, publicados entre el 2000 al 2015.

**2.3 Estrategias de búsqueda**

Tabla 1. Cuadro explicativo de las estrategias de búsqueda de información.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Base de datos | Tipo de búsqueda | Categoría |
| Science Direct | Concepto | Green malachite in aquaculture |
| Scopus |  | Risks of green malachite in aquaculture |
|  |  | Effects of green malachite in aquaculture |
|  |  |  |
|  | Lugar de la publicación u origen | Todo el mundo |
|  |  |  |
|  | Límites | 2000-2015 |
|  |  |  |

**3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De las tres categorías se localizó una mayor cantidad relacionados al verde de malaquita en la acuacultura seguido de los efectos y riegos. De las dos bases de datos analizadas, Science direct fue la que más resultados aportó (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de búsqueda en las bases de datos de acuerdo a las tres categorías.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Clave | Categorías | | Resultados Science Direct | Resultados  Scopus |
| 1 | Green malachite in aquaculture | | 447 | 91 |
| 2 | Risks of green malachite in aquaculture | | 194 | 11 |
| 3 | Effects of green malachite in aquaculture | | 421 | 35 |
|  | |  |  |  |

Estos resultados hacen evidente que en los últimos 5 años, se ha elevado el número de artículos publicados en torno al uso del verde de malaquita en la acuacultura, sus riesgos y efectos.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Scopus | | | | | | | | |
| **Categorías** | | | | | | | | |
| **Año** |  | **1** | | | **2** | **3** | | |
| 2015 | | | 3 | 1 | | | | - | |
| 2014 | | | 12 | 3 | | | 5 | |
| 2013 | | | 12 | 1 | | | 4 | |
| 2012 | | | 11 | 1 | | | 3 | |
| 2011 | | | 11 | 3 | | | 4 | |
| 2010 | | | 5 | - | | | 1 | |
| 2009 | | | 5 | - | | | 2 | |
| 2008 | | | 3 | - | | | 1 | |
| 2007 | | | 5 | - | | | 3 | |
| 2006 | | | 3 | - | | | 1 | |
| 2005 | | | 7 | - | | | 3 | |
| 2004 | | | 3 | 1 | | | 2 | |
| 2003 | | | 2 | - | | | 1 | |
| 2002 | | | 1 | - | | | 1 | |
| 2001 | | | 5 | 1 | | | 3 | |
| 2000 | | | 3 | - | | | 1 | |
|  | | |  |  | | |  | |

Tabla 3. Resultados de artículos publicados en el periodo 2000-2015 de acuerdo a las tres categorías.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Science Direct | | | | | | | | |
| **Categorías** | | | | | | | | |
| **Año** |  | **1** | | | **2** | **3** | | |
| 2015 | | | 28 | 9 | | | | 25 | |
| 2014 | | | 59 | 21 | | | 55 | |
| 2013 | | | 54 | 23 | | | 53 | |
| 2012 | | | 51 | 27 | | | 49 | |
| 2011 | | | 41 | 18 | | | 37 | |
| 2010 | | | 33 | 12 | | | 31 | |
| 2009 | | | 34 | 14 | | | 32 | |
| 2008 | | | 34 | 15 | | | 31 | |
| 2007 | | | 22 | 11 | | | 21 | |
| 2006 | | | 20 | 8 | | | 19 | |
| 2005 | | | 11 | 6 | | | 10 | |
| 2004 | | | 15 | 6 | | | 14 | |
| 2003 | | | 18 | 12 | | | 17 | |
| 2002 | | | 7 | 4 | | | 7 | |
| 2001 | | | 6 | 3 | | | 6 | |
| 2000 | | | 14 | 5 | | | 14 | |
|  | | |  |  | | |  | |

De acuerdo con el análisis de la información, los principales riesgos y efectos a la salud reportados son: carcinogénesis, teratogénesis, toxicidad respiratoria, mutagénesis, incremento en la formación de tumores, daño orgánico; en ratas se ha hallado adenoma en tiroides, adenomas hepatocelulares, carcinomas en glándulas mamarias.

De acuerdo con algunos autores como Nebot *et al*. (2013), Zhang *et al*. (2012), Srivastava *et al*., (2004) al verde de maquita se le ha clasificado como altamente citotóxico en bacterias y células de mamíferos *in vitro* mediante la reducción de la capacidad de proliferación y menoscabar la actividad mitocondrial, efectos en los parámetros hematológicos, incrementos en los valores de hematocrito, anemia entre otros.

Entre los riesgos y efectos ambientales se ha reportado: contaminación ambiental a través de los residuos evacuados al ambiente, vía aguas residuales y el potencial de estimular la creciente resistencia microbiana en ambientes acuáticos (Canada-Canada *et al*., 2009).

Los países con restricciones y prohibiciones con respecto al uso del fármaco en producción de peces de alimento de acuerdo a lo revisado son: Estados Unidos desde 1981, Canadá, Unión Europea, 2000, China, Chile, 2002, Japón, 2003.

Aunque en países como México, la prohibición no es clara puesto que no existe ninguna restricción o normatividad sobre ello, se continúa utilizando y se puede encontrar en cualquier tienda de productos de acuario, en donde se vende sin información adicional sobre los riesgos de su uso además que es un producto de bajo costo, alta disponibilidad y eficacia. No obstante en los países que tienen regulaciones también se se utiliza de manera ilegal, teniendo efectos negativos en la salud pública y ambiental (Zhang, 2012).

Esta revisión permitió mostrar información publicada en los últimos 15 años en torno al tema que presenta un panorama poco grato acerca del uso de este fármaco en la acuacultura.

Hay suficiente evidencia de muestran que los fármacos que se utilizan en la acuacultura no son del todo inocuos y que necesitan ser controlados, se recomienda ampliar la búsqueda no solo al uso y efectos del verde de malaquita sino que también al uso de otro tipo de fármacos como el cristal violeta considerados también como agente tóxico y mutagénico.

**4. CONCLUSIÓN**

Con esta contribución se amplía el panorama dando la pauta a los investigadores a fines, sobre nuevas líneas investigación enfocadas al control y detección de este compuesto con fines de regulación en la acuacultura, sobre todo de los organismos que se venden para consumo humano. Además de incrementar el número de investigaciones dedicadas a la prevención, tal es el caso al desarrollo de vacunas y buenas prácticas para evitar el uso de estas sustancias.

**5. LITERATURA**

Bergwerff, A., y Scherpenisse, P. 2003. Determination of residues of malachite green in aquatic animals. *Journal of Chromatography B Analytical Technologies in*

*the Biomedical and Life Sciences*. 7:88 ,351-359.

Canadá - Canadá, F., Muñoz de la Peña, A., Espinosa-Mansilla, A. 2009. Analysis of antibiotics in fish samples. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 39:5, 987–1008.

Chambel, J., Costa, R., Gomes, M. Mendes, S., Baptista, T. y Pedrosa, Rui. 2014. Hydrogen peroxide, iodine solution and methylene solution highly enhance the hatching rate of freshwater ornamental fish species. *Aquacult Int*. 22:1743-1751.

Eissa, A.E., Abdelsalam, M., Tharwat, N. y Zaki, M. 2013. Detectión of *Saprolegnia parasitica* in eggs of angelfish *Pterophyllum scalare* (Cuvier-Valenciennes) with a history of decreased hatchability. *International Journal of Veterinary Science and Medicine.* 1, 7-14.

Forneris G, Bellardi, S., Palmegiano, G. B., Saroglia, M., Sicuro, B., Gasco, L., Zoccarato, I. 2003. The use of ozone in trout hatchery to reduce saprolegniasis incidence. *Aquaculture* 221:157–166.

Li, Z., Tang, B., Zhang, H. 2015. Investigation on the interaction between an antimicrobial in aquaculture, malachite green and hemocyanin from Mud Crab *Scylla paramamosain.Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy.*135, 669-675.

Nebot, C., Iglesias, A., Barreiro, R., Miranda, J. M., Vázquez, B., Franco, C. M., Cepeda, A. 2013. A simple and rapid method for the identification and quantification of malachite green and its metabolite in hake by HPLC- MS/MS. *Food Control*. 31, 102-107.

.

Srivastava, S., Sinha, R. y Roy. D. 2004. Toxicological effects of malachite Green. *Aquatic Toxicology*. 66: 319-329.

Subasinghe, R., Soto, D., y Jia, J. 2009. Global aquaculture and its role in sustainable development. *Reviews in Aquaculture*, 1, 2-9.

Zhang, Y., Huang, Y., Zhai, F., Du, R., Liu, Y., Lai, K. 2012. Analyses of erofloxacin, furazolidone y malachite green in fish products with surface-enhanced Raman spectroscopy. *Food Chemistry*.135,845-850.