



REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria
E-ISSN: 1695-7504
redvet@veterinaria.org
Veterinaria Organización
España

Sosa Pacheco, Dayana; Escobar Medina, Arturo; Faure, Roberto
Empleo de la oxitetraciclina en el cultivo del camarón con énfasis en la especie Litopaneaus.
vannamei y alternativas que favorecen la disminución o sustitución de su aplicación
REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, vol. 14, núm. 7, julio, 2013, pp. 1-11
Veterinaria Organización
Málaga, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63628041010>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Empleo de la oxitetraciclina en el cultivo del camarón con énfasis en la especie *Litopaneaus. vannamei* y alternativas que favorecen la disminución o sustitución de su aplicación - Use of oxytetracycline in shrimp culture with emphasis on the species *Litopaneaus. vannamei* and alternatives favoring the reduction or substitution of her application

Sosa Pacheco, Dayana ; Escobar Medina, Arturo; Faure, Roberto

Departamento Farmacología, Centro Nacional Sanidad Agropecuaria (CENSA). dayana@censa.edu.cu

Resumen

El camarón *Litopaneaus vannamei* constituye una de las especies más cultivadas en las granjas camaronículas a nivel mundial, y con frecuencia su producción se ha afectado por la aparición de enfermedades básicamente virales y bacterianas. Para controlar estas últimas, se han empleado sustancias antimicrobianas como es el caso de la oxitetraciclina (OTC), suministrándose fundamentalmente de manera profiláctica a través de piensos medicamentados, para lo cual se han considerado los tiempos de su retiro con el fin de evitar daños en la salud pública y cumplir con las especificaciones de las instituciones reguladoras. En el caso de la OTC el *Codex Alimentarius* establece para músculo de camarón un límite máximo de residualidad (LMR) de 100 ng/g; sin embargo, la Food and Drug Administration (FDA) establece 200 ng/g en ese tejido, siendo la metodología analítica más empleada para su cuantificación la Cromatografía Líquida de Alta Resolución (CLAR). En la actualidad los países importadores tienen políticas de monitoreo muy rigurosas, por lo que es necesario garantizar un adecuado uso de los antibióticos en la camaronicultura, teniendo en cuenta sobre todo, el fenómeno de la resistencia bacteriana; de ahí, que se estén aplicando alternativas en este cultivo para evitar su empleo, mediante el uso profiláctico de probióticos, prebióticos, plantas medicinales entre otras.

La presente revisión tiene como objetivo brindar una información relacionada con el empleo de la OTC en el cultivo del camarón y analizar las alternativas existentes al empleo de la misma.

Palabras claves: camarón| oxitetraciclina| período de latencia| residualidad| métodos analíticos| alternativas aplicadas en la camaronicultura.

Abstract

The shrimp *Litopaneaus. vannamei* is one of the most cultivated species in shrimp farms worldwide. Its production has repeatedly been affected by the occurrence of viral and bacterial diseases. The genus *Vibrio spp.* is predominant in bacterial infections. To minimize them, antimicrobial substances such as oxytetracycline (OTC), primarily as a prophylactic way through medicated feed, have been used. In order to avoid damages to public health, numerous studies have been carried out to determine the withdrawal period of food containing the drug to comply with the specifications established by various regulatory agencies. In the case of the OTC, the *Codex Alimentarius* has established an LMR 100 ng/g for a shrimp muscle; however, the FDA establishes 200 ng/g in muscle tissue, being the High Performance Liquid Chromatography (HPLC) the most common analytical methodology for quantification. Currently, importing countries have strict monitoring policies, thus it is necessary to guarantee the proper use of antibiotics in shrimp farms, especially considering the ability of bacteria to develop resistance to these drugs. For this reason, many alternatives are being applied to this crop to avoid the use of antibiotics through the prophylactic use of probiotics, prebiotics, herbs and others.

This review have as objective to give an information relational with the employ of oxytetracycline in shrimp culture and to analyzer the actual alternatives for to avoid her use.

Key words: shrimp| oxytetracycline| withdrawal period| residual| analytical methods| alternatives applied in shrimp farms.

Introducción

La pesca y acuacultura son renglones fundamentales en los programas de seguridad alimentaria en muchos países, donde sus producciones a nivel global en el año 2009 alcanzaron valores de 144.6 y 55.7 millones de toneladas respectivamente (1). En esta última se reporta que el cultivo del camarón *L. vannamei* alcanzó producciones que oscilaron entre 145 386 - 2 259 183 toneladas en el período 2000-2008 (2); siendo los principales productores Tailandia, China, Vietnam, Indonesia, India, Ecuador, Brasil y México. Cuba tuvo su record productivo en esta especie en el año 2006 con 4 323 t (3).

Con la finalidad de contrarrestar las enfermedades en el cultivo del camarón (4), se han empleado antibióticos como agentes profilácticos y/o terapeúticos, son ejemplos: OTC, amoxicilina, estreptomicina, florfenicol entre otros (5). El incumplimiento de sus tiempos de retiro, conlleva a la residualidad de los medicamentos en el tejido, pudiendo afectar la salud humana (6). En este sentido, organizaciones internacionales como el *Codex Alimentarius* han

establecido LMR de muchos de los medicamentos veterinarios en los alimentos (7). Los principales métodos para el control de sus residuos con énfasis en las tetraciclinas incluyen los microbiológicos, inmunoquímicos y cromatográficos (8,9), los que para ser aplicados en los programas de vigilancia deben ser oficiales o validados. Un fenómeno frecuentemente asociado al empleo de los antibióticos es la resistencia bacteriana que inducen, por lo cual se justifica la búsqueda de alternativas a ellos. Esta revisión presenta como objetivo: Brindar una información relacionada con el empleo de la OTC en el cultivo del camarón y analizar las alternativas existentes al empleo de la misma.

Desarrollo

La oxitetraciclina (OTC) y los métodos de análisis para su cuantificación en el camarón.

La OTC forma parte de la familia de las tetraciclinas, estas presentan propiedades físico-químicas similares, son compuestos polares, solubles en: ácidos, bases, alcoholes, disolventes orgánicos polares y agua e insolubles en: hidrocarburos saturados (10). Son antibióticos de amplio espectro frente a las bacterias Gram -, Gram +, *Mycoplasmas*, *Rickettsias* entre otros (11). Las metodologías para su determinación deben ser específicas, sensibles, exactas, precisas, prácticas y rápidas. En este sentido se han publicado diferentes revisiones que abordan el tema relacionado con métodos cromatográficos y microbiológicos; proponiéndose métodos confirmatorios que incluyen el empleo de detectores de masas acoplado a equipos de CLAR y cromatógrafos gaseosos (8,9). Las metodologías oficiales para la determinación de tetraciclinas en tejido animal aparecen en los Métodos Oficiales de la Asociación Oficial de Análisis Químico (AOAC) (12,13,14), los que contienen procedimientos microbiológicos y cromatográficos. Respecto a los primeros, para la cuantificación de OTC, particularmente en músculo de camarón, se utiliza la técnica de difusión en agar plato aprobado por la AOAC (13), y respecto a los segundos la CLAR resulta el más empleado debido a su elevada selectividad, exactitud, precisión, excelente sensibilidad, reproducibilidad, capacidad de cuantificación y alto desempeño (15).

Los métodos oficiales de la AOAC para la determinación de tetraciclinas están indicados para los tejidos de animales comestibles como músculo y riñones de las especies bovina y porcina (14), cuyos parámetros de desempeño para el análisis de OTC en músculo de camarón han brindado recobrados de un 78% y un coeficiente de variación de la repetibilidad (RSD) menor del 10% ((16)). Además, existen otros estudios no oficiales, donde se reportan los análisis de tetraciclina en músculo de camarón empleando sistemas de extracción con diferentes soluciones amortiguadoras (17), siendo la solución tamponada de McIlvaine pH 4 la más utilizada (18,19). En cuanto a los sistemas de purificación con extracción en fase sólida (SPE) los más empleados son las columnas de fase reversa (20) y de sepharosa quelante (11), esta última es la preferida por los analistas por el alto grado de afinidad que tiene por las tetraciclinas, brindando un extracto altamente purificado.

Otras columnas muy empleadas son las poliméricas, obteniéndose mejores recobrados al no producirse las interacciones entre las tetraciclinas y los grupos silanoles y las trazas de metales (11). En la actualidad una técnica más moderna es la aplicación de la SPE acoplada a la CLAR, ofreciendo numerosas ventajas al consumir menos reactivos y tiempo (21).

Entre los detectores más usuales acoplados a los sistemas cromatográficos se utilizan ultravioleta variables, arreglos de diodo (17,19), fluorescente (20), detectores de masas (22), siendo los espectrofotométricos los más empleados por su bajo costo y amplitud de análisis. Sin embargo, los organismos reguladores recomiendan el uso de detectores de masas para la confirmación de los analitos, por su alta especificidad y sensibilidad (15).

Farmacocinética y períodos de latencia de la OTC en el camarón.

En los estudios de farmacocinética realizados en especies de camarones se refieren diferentes tiempos de distribución y eliminación, se registran tiempo de vida media de distribución y volumen de distribución aparente (V_d) menor de 2 h y mayor de 700 ml/kg respectivamente, cifras que dependen de diversas variables: especie, edad, dieta, temperatura del agua, forma de administración y empleo de diversos modelos de estudio (23). También fue medida una unión a proteína menor del 30% (5), valor que es diferente al reportado (60%) en distintas especies de peces; existiendo una mayor biodisponibilidad de la OTC en los camarones que en estos últimos (5), lo cual indica que atraviesa más rápidamente el tracto digestivo de estos crustáceos. Este perfil farmacocinético es relevante, porque a pesar de la simple anatomía del camarón, pequeña talla, y corta vida de duración muestra un comportamiento que revela altos V_d y una depuración lenta del fármaco, encontrándose los tiempos de vida media de eliminación en el rango de 16-30 h (5,24). Basados en estos resultados se han establecido diversos regímenes de dosificación a través del alimento, determinándose así su efectividad terapéutica (24). Convirtiéndose de esta manera la residualidad en la variable fundamental a determinar, existiendo numerosos trabajos en esta temática que estiman el período de retiro del alimento medicamentado para así garantizar su inocuidad. Dichos estudios se diferencian en algunas de las variables antes mencionadas, de ahí, que resulte difícil una comparación en igualdad de condiciones.

Sin embargo, existen cinco ensayos realizados en la especie de *L. vannamei*, cuya diferencia fundamental consiste en el lugar donde fueron ejecutados, donde se suministra durante 14 días una dieta de 4g/Kg (aprobado por la FDA para el tratamiento de la hepatopancreatitis necrotizantes). En la tabla 1 se expresan los resultados.

Tabla 1. Acumulación y eliminación de OTC en músculo de camarón *L. vannamei* de acuerdo a lugar de ejecución del estudio. Accumulation and elimination of OTC in shrimp muscle *L. vannamei* according to place of execution of the study

Lugar de ejecución del estudio	C máx (ng/g)	Tiempo en que se alcanza la C máx (días)	Fuente (Referencia)
Laboratorio	33 540	8	(25)
Laboratorio	12200	6	(26)
Laboratorio	17210	7	(27)
Semi-estanque	4380	12	(27)
Estanque	1520	6	(17)

C máx: Concentración máxima que se alcanza durante el período de acumulación del antibiótico.

Reflejándose acumulaciones mayores en los camarones criados en el laboratorio que en los semi-estanques y por consiguiente en los estanques. Tales discrepancias pueden explicarse por a) la mayor lixiviación del antibiótico que ocurre en los estanques de engorde; b) absorción de la OTC por otros organismos existentes en el estanque; c) dispersión del antibiótico en los sedimentos del estanque; d) los camarones consumen menos alimentos en condiciones de explotación debido a que encuentran otras fuentes de alimentación; e) la salinidad es mayor en condiciones de cultivo en estanque que en el laboratorio potenciando la lixiviación del antibiótico; f) la temperatura es un factor potenciando la lixiviación del antibiótico; f) la temperatura es un factor influyente pues cuando se incrementa su valor aumenta la pérdida del antibiótico; g) mayores cantidades de iones de Ca^{2+} y Mg^{2+} en condiciones naturales de cría, que disminuyen la actividad de la OTC. No obstante, la depuración del antibiótico fue similar en todos los casos, observándose una eliminación acelerada a las 72 horas, lo cual puede deberse a que la velocidad con la que se elimina el medicamento en el camarón no tiene relación con los niveles acumulados durante el tratamiento (26). En nuestro país el estudio efectuado en estanques fue de gran significación (tabla 2) ya que hasta ese momento los tiempos de retiro se establecían a partir de los datos reportados en la literatura, sin considerar la adaptación de la especie *L. vannamei* a nuestras condiciones ambientales y de explotación, estableciendo de esta manera un tiempo de latencia de 20 días que permitió garantizar la inocuidad del producto. (16)

Tabla 2. Acumulación y eliminación de OTC en músculo de *L.vannamei* cultivado en estanque. Accumulation and elimination of OTC in muscle *L.vannamei* grown in pond

	Tratamiento con pienso medicamentado (Período de acumulación del antibiótico)					Post-Tratamiento con pienso sin medicamentar (Período de eliminación del antibiótico)			Fuente (Referencia)
	0 días	3 días	6 días	10 días	14 días	3 días	10 días	16 días	(16)
Concentración (OTC) ng/g	25 4.1	152 0.2	105 7.8	69 6.1	<LC	<LC	<LC		

LC: Límite de cuantificación del método, LC= 170 ng/g

Existen otros reportes de acumulación y eliminación en otras especies de camarón, donde se aplican diferentes dosificaciones y período de tratamiento, variando en consecuencia los tiempos de aparición de la concentración máxima de la OTC, así como los períodos de retiro del alimento medicamentado. Son los casos de las especies de *Panopeus stylirostris* con una dieta de 1.5 g/Kg y 14 días de aplicación, y en camarón gigante de río *Macrobrachium rosenbergii* a los que se les ofertó un pienso medicamentado con una dosis de 4 g/Kg por 5 días, obteniéndose la concentración máxima y los períodos de retiro a los 14 y 5 días, así como 5 y 8 días respectivamente (13, 28).

A pesar de las variaciones que existen en los resultados de los trabajos mencionados, de ellos se infiere , que la OTC se distribuye en las primeras 24 horas, alcanzándose el máximo valor de concentración entre 4-7 días y una lenta eliminación que generan tiempos de espera de 8 a 25 días.

Indicación de la OTC en la camaricultura.

La OTC generalmente actúa desde el punto de vista profiláctico (19) como bacteriostático en la camaricultura; pero a elevadas dosis es bactericida, demostrándose que tales concentraciones en el pienso influyen negativamente en el desarrollo del camarón *L. vannamei*, pues dietas con 11.3 y 22.5 g de OTC/ Kg ocasionaron una disminución del crecimiento, lo que puede estar asociado a que las tetraciclinas son muy afines y dadas a formar quelatos con iones divalentes y trivalentes, afectando la formación del caparazón; también fue observado una disminución del consumo de alimento, lo que pudiera vincularse a una menor palatabilidad; adicionalmente, se ha diagnosticado la presencia de una moderada atrofia en los túbulos distales del hepatopáncreas (29).

Regulaciones establecidas para la residualidad de OTC en la acuicultura.

La residualidad de los antibióticos en las matrices alimentarias tiene repercusiones en la salud del consumidor, que comprenden desde alergias (30), aparición de bacterias resistentes (31) hasta anemia aplástica, y cáncer (32). Por esta razón, este tema ha sido ampliamente estudiado por diversas organizaciones internacionales; en el caso de la OTC, la Unión Europea (UE) para la especie de langostino gigante (*Penaeus monodon*) y el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) para todas las especies productoras de alimentos admiten un LMR de 100 ng/g. La FDA en salmonidos, bagre y langosta acepta 200 ng/g y Canadá plantea en tejido comestible de salmonidos y bogavantes 100 ng/g. En la actualidad, los países importadores tienen políticas de monitoreo de residuos de medicamentos veterinarios bien establecidas. En el caso del camarón al realizar los análisis de cargamentos provenientes de países productores como China, Vietnam, Indonesia entre otros se han detectado OTC y ácido oxolínico en *P. monodon* en Bangkok; trimetoprim y gentamicina en el camarón *kuruma* en Southampton; y cloranfenicol en Alemania el cual está prohibido debido a que produce en el hombre la enfermedad de la anemia aplástica (6).

Alternativas al uso de los antibióticos en la camaronicultura.

El empleo indiscriminado e inadecuado de los antibióticos genera la persistencia de las enfermedades (33), por lo que en la actualidad se exploran alternativas para evitar o reducir su empleo, entre las cuales se encuentran los prebióticos, probióticos, plantas medicinales entre otras.

Entre los probióticos que se reportan están presentes: las bacterias acidolácticas (34), *Vibrio spp*, *Bacillus spp* (35) *Lactobacillus spp* (36), y *Pseudomonas spp* (37). Los estudios realizados revelan su efectividad al lograr un mejoramiento en los índices productivos debido a: una disminución de la mortalidad sobre todo cuando se asocia al tratamiento temperaturas alrededor de los 35°C, mayor resistencia frente a cepas patógenas como el *V. harveyi*, aumento del crecimiento, colonización del tracto gastrointestinal y mayor actividad de las enzimas digestivas.

Dentro de los prebióticos aplicados están los β-glucanos, peptidoglucanos y lipopolisacáridos (38). Se afirma que con el suministro de glucanos (37) se ha observado mayor supervivencia y aumento de la velocidad de crecimiento. De las plantas medicinales se han ensayado el Melón amargo o cundeamor (*Momordica charantia*), así como el llantén mayor (*Plantago major*) los que producen un marcado efecto contra las bacterias del género *Vibrio spp* (39, 40). Existen opciones que aplican varias alternativas a la vez con el objetivo de obtener un efecto sinérgico, un ejemplo es, el experimento realizado con una mezcla de probiótico comercial (Aqualab) y la planta *Cassia auriculat*, la cual se empleó contra la infección de *Vibrio parahaemolyticus* en la especie de camarón

de río *Macrobrachium rosenbergii*, observándose una significativa disminución de la mortalidad (41).

En Cuba se han aplicado estas alternativas obteniendo resultados promisorios. Una de las instituciones baluartes en esta temática es el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Camagüey, con el proyecto de investigación relacionado con la obtención de probióticos, donde ya uno de ellos estaba en fase de desarrollo y se había aplicado en la camaricultura, logrando que los animales alcanzaran un mayor fortalecimiento inmunológico (42). Referente a los prebióticos se puede citar el producto Acuabio 1, el cual es una mezcla de proteínas y aminoácidos que demostró su efecto estimulador en el sistema inmune de camarones (*Litopenaeus vannamei*) (43). También se tiene experiencia en el campo de las plantas medicinales, siendo un candidato el llantén mayor (*Plantago major*), aplicado en organismos acuáticos de cultivo, donde se registró su efecto contra el *Vibrio harvey* (38).

Conclusiones

1. La oxitetraciclina es un medicamento de gran efectividad en el tratamiento de las enfermedades en el cultivo del camarón. Pero siempre hay que tener en cuenta el establecimiento de un período de retiro del medicamento con el objetivo de garantizar la inocuidad alimentaria y con ella la salud pública, que en este caso es el factor de mayor significación.
2. El uso de probióticos, prebióticos y plantas medicinales constituyen alternativas al empleo de antibióticos en la camaricultura, al estimular su inmunidad disminuyendo la incidencia de enfermedades. En Cuba se fomenta cada vez más esta tendencia con el objetivo de evitar o disminuir la aplicación de antibióticos, lo que está acorde con las regulaciones internacionales.

Bibliografía

1. FAO. Overview: major trends and issues. 2009. (Update 2012, cited 2012 enero 20) available from: ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/summary/YB_Overview.pdf
2. FAO. Producción mundial de acuicultura de peces, crustáceos, moluscos, etc., por especies principales en 2008. 2008. (Update 2012, cited 2012 enero 10) available from: ftp://ftp.fao.org/fi/stat/summary/summ_08/a-6.pdf
3. González O. Camarón que se duerme la bioseguridad lo despierta. Revista cultural Calle B. 2010. (Update 2012, cited 2012 marzo 15) available from: http://www.calleb.cult.cu/editorial/2011/camaron_osvaldo_2011.html
4. Santiago HSM, Espinosa PA, Bermúdez ABC. Usos de los antibióticos en la camaronecultura. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. 2009 40(3):22-32.
5. Kazuaki U, Aoki T, Kleechaya W, Tanasomwang V, Ruangpan L. Pharmacokinetics of oxytetracycline in black tiger shrimp, *Penaeus*

- monodon, and the effect of cooking on the residues. Aquaculture. 2006;254(1-4):24-31.
6. Chávez MC, Higuera I. Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón para la Inocuidad Alimentaria. . 2003 Primera Edición (Derechos Reservados). Ciudad de Mazatlán: México. p:7-67.
 7. CODEX. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Organización Mundial de la Salud. CX 4/60 CL 2007/04-RVDF. Métodos de Análisis para residuos de medicamentos veterinarios. 2007.
 8. Pastor N, Maquieira A, Puchades R. Nuevos inmunoensayos para la detección de tetraciclinas en mieles. CTC Alimentación. 2011;(32):12-7.
 9. Okerman L, Croubels S, Cherlet M, De Wasch K, De Backer P, Van Hoof J. Evaluation and establishing the performance of different screening tests for tetracycline residues in animal tissues. . Food Additives and Contaminants. 2004;21(2):145-53.
 10. Oka H, Ito Y, Matsumoto H. Chromatographic analysis of tetracycline antibiotics in foods. Journal of Chromatography A. 2000;(882):109-33.
 11. Cristofani E, Antonini Ch, Tovo G, Fioroni L, Piersanti A, Galarini R. A confirmatory method for the determination of tetracyclines in muscle using high-performance liquid chromatography with diode-array detection. Analytica Chimica Acta. 2009;637:40-6.
 12. Horwitz W. Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13th edn. AOAC, Washington, DC,. (Editor), 1980;Sections 42.196-42.201; 42.212b; 42.272-42.274.:pp. 119-722, 9.
 13. Mohney LL, Rodney W, Bell T, D L. Residues of oxytetracycline in cultured juvenile blue shrimp, *Penaeus stylirostris* (Crustacea:Decapod) , fed medicated feed for 14 days Aquaculture. 1997;149:193-202.
 14. AOAC. Official Method 995.09. Chlortetracycline, Oxytetracycline and Tetracycline in edible animal tissues. Liquid Chromatographic Method. AOAC 2000;23:20-4.
 15. Hsien Tsai W, Chi Huang T, Jong Huang J, Huu Hsueh Y, H YC. Dispersive solid-phase microextraction method for sample extraction in the analysis of four tetracyclines in water and milk samples by high-performance liquid chromatography with diode-array detection. Journal of Chromatography A. 2009;1216:2263-9.
 16. Escobar A, Faure R, Sosa D, Betancourt A, Hernández D. Aplicación del HPLC en el establecimiento del período de latencia de la oxitetraciclina en músculo de camarón (*Litopenaeus.vannamei*) en un sistema de producción semi-intensivo en Cuba Rev Salud Anim. 2010;32(2):97-105.
 17. Kaale E, Chambuso M, Kitwala J. Analysis of residual oxytetracycline in fresh milk using polymer reversed-phase column Food Chemistry. 2008;107:1289-93.
 18. Tayar G, Rath S, Reyes FG. A HPLC with fluorescence detection method for the determination of tetracyclines residues and evaluation of their stability in honey. . Food Control. 2010;21:620-5.
 19. Brito de Oliveira LBR, Nascimento dos Santos P, Tiyemi Sh MP, Shinozaki ME. Método de determinação e avaliação da depleção de oxitetraciclina em camarão marinho. . Pesq Agropec Bras. 2009;44:7.

20. Ng Poh Chuan J. Detection of Antibiotic Residues in Aquaculture products. 2010;1. (Update 2012, cited 2012 ener 10) available from: <http://rfdp.seafdec.org.ph/publication/manual/pesticide/chapter1.html>.
21. Li J, Chena L, Wang X, Jin H, Ding L, Zhang K, et al. Determination of tetracyclines residues in honey by on-line solid-phase extraction high-performance liquid chromatography. *Talanta*. 2008;75:1245-52.
22. Smith Sh, Giesecker Ch, Reimschuessel R, Decker ChS, Carson MC. Simultaneous screening and confirmation of multiple classes of drug residues in fish by liquid chromatography-ion trap mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2009;1216:8224-32.
23. Sangrungruang K, Chotchuangand A, Ueno R. Comparative pharmacokinetics and bioavailability of oxytetracycline in giant tiger prawn *Fisheries Science*. 2004;70(3):467-72.
24. Ann L, Thomas C, C J. Pharmacokinetics of oxytetracycline in the white shrimp, *Litopenaeussetiferus*. *Aquaculture*. 2004;232 :11-38.
25. Gómez S, Espinosa A, Valenzuela F, Bermúdez MC. Oxytetracycline (OTC) accumulation and elimination in hemolymph, muscle and hepatopancreas of white shrimp *Litopenaeus vannamei* following an OTC-feed therapeutic treatment. *Aquaculture*. 2008;274(1):24-9.
26. Montoya N, Reyes E. Acumulación/eliminación de OTC en el camarón blanco, *Litopenaeus vannamei*, y su residualidad en dietas artificiales. *El Mundo Acuícola*. 2002;8(1):34-7.
27. Nogueira AC, Gesteira T, Mafezoli J. Oxytetracycline residues in cultivated marine shrimp (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) (Crustacea, Decapoda) submitted to antibiotic treatment. *Aquaculture*. 2006;254(1-4):748-57.
28. Poapolathee A, Poapolathee S, Jerminak U, Impsil K, Wannapat N, Sugita-Konishi Y, et al. . Muscle tissue kinetics of oxytetracycline following intramuscular and oral administration at two dosages to giant freshwater shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*). *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*. 2008;31:517-22.
29. Bray WA, Williams RR , Lightner DV, Lawrence AL. Growth, survival and histological responses of the marine shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to three dosage levels of oxytetracycline *Aquaculture*. 2006;258(1-4):97-108.
30. Reig M, Toldrá F. Veterinary drug residue in meat: concerns and rapid methods for detection. *Meat Science*. 2007;78:60-7.
31. Sofos J. Challenges to meat safety in the 21st century. . *Meat Science* 2008;78-13.
32. Le Bizec B, Pinel G, Antignac JP. Options for veterinary drug analysis using mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 2009;1216:8016-34.
33. López R, Negrete P, Romero J. Comprobación in vivo de la capacidad antibacterial de *Oedogonium capillare* contra *Vibrio fl uvialis* en pez Dorado *Carassius auratus*. *Vet Méx*. 2007;38(4):439-54.
34. Nascimento F, Santiago F, Carlos C, Pedreira JL, Beltrame E, Laterça L RC, et al. Lactic-acid bacteria increase the survival of marine shrimp, *Litopenaeus vannamei*, after infection with *Vibrio harveyi*. *Braz j oceanogr*. 2007;55 (4).
35. Silva EF, Soare MA, Ferreira N, Lyra J, Cáritas do Valle B, Soares R, et al. Effect of probiotic (*Bacillus* spp.) addition during larvae and postlarvae

- culture of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. . Aquaculture Research. 2011:1365-2109.
36. Seenivasan C, Saravana P, Radhakrishnan S, Shanthi R. Enrichment of *Artemia nauplii* with *Lactobacillus sporogenes* for Enhancing the Survival, Growth and Levels of Biochemical Constituents in the Post- Larvae of the Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2012;12:23-31.
37. Van N, Fotedar R. Comparison of the effects of the prebiotics (Bio-Mos® and β -1,3-D-glucan) and the customised probiotics (*Pseudomonas synxantha* and *P. aeruginosa*) on the culture of juvenile western king prawns (*Penaeus latisulcatus* Kishinouye, 1896). Aquaculture. 2009;289(3-4):310-6.
38. Newman S. Prevención de enfermedades del camarón de cultivo. Panorama Acuícola. 2000;5:22-3.
39. Prieto A, Auró A, Fernández A, M P. El empleo de medicina natural en el control de enfermedades de organismos acuáticos y potencialidades de uso en Cuba y México.
- . Tip Revista Especializada en Ciencias Químicas- Biológicas. 2005;8(001):38-49.
40. Lai PK, Roy J. Antimicrobial and chemopreventive properties of herbs and spices. Curr MedChem. 2004;11:1451-60.
41. Balasundaram A, Rathna P, Stalin A, Masilamani V, John G. Effect of a Commercial Probiotic and *Cassia auriculata* Leaf Powder on Vibriosis Induced Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. 2012;7:542-55.
42. Fernández Y. Ingeniería Genética y Biotecnología, emblemático centro de las ciencias en Camagüey 2011. (Update 28 ener 2013, Cited 13 febr 2013 available from: <http://goo.gl/dhKmY>
43. Franco R, Arenal A, Martín L, Santiesteban D, Sotolongo J, Martínez R, et al. Acuabio 1, un estimulador del sistema inmune de camarones *Litopenaeus vannamei*. Biotecnología Aplicad. 2009;26:39-43.

REDVET: 2013, Vol. 14 N° 7

Recibido 29.10.2012 / Ref. prov. OCT1202_REDVET / Revisado 20.01.2013
Aceptado 15.04.2013 / Ref. def. 071309_REDVET / Publicado: 01.07.2013

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070713.html>
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070713/071309.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.
Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org®](http://www.veterinaria.org) <http://www.veterinaria.org> y con
REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>