
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA


PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

Eficiencia de anestésicos para la manipulación de ictiofauna en
acuicultura. Una revisión bibliográfica

QUE PRESENTA EL ALUMNO
Fernando Ladislao Quiles Revolloso

Matrícula
2112036630

Asesor Interno

M. en C. Araceli Cortes García (30287) 
Laboratorio de Reproducción, Genética y Sanidad Acuícola
CBS-DEHA

Asesor Externo

Dra. Mariela González Rentería 
Investigadora temporal de UAM-X

CDMX

Marzo, 2023

Índice

RESUMEN	2
MARCO INSTITUCIONAL	2
INTRODUCCIÓN	3
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	3
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS PARTICULARES	4
ESPECIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	4
Sedación y Anestesia en Peces	5
Tabla 1. Estados y planos de anestesia en peces (Brown, 1993)	5
METODOLOGÍA APLICADA	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
Eugenol (Aceite de clavo, <i>Syzygium aromaticum</i>)	8
Pasiflora (<i>Passiflora incarnata</i>)	11
Valeriana (<i>Valeriana officinalis</i> L.)	11
Tabla 2. Comparativo de resultados obtenidos en tiempos de sedación y recuperación por cada autor utilizando diferentes dosis de anestésicos naturales.	12
CONCLUSIÓN	14
RECOMENDACIONES	15
REFERENCIAS	16

RESUMEN

El presente informe presenta los resultados de la revisión bibliográfica para el cumplimiento del servicio social, enfocada en determinar las opción de uso de anestésico para la manipulación de ictiofauna en acuicultura, tanto en función de economía como en la reducción de estrés para los organismos, de tal modo que se consiga una producción de mejor calidad y con mayor margen de éxito en cuanto a reproducción, minimizando al mismo tiempo la mortalidad derivada de la manipulación de los ejemplares. Se recabaron datos referentes a 3 productos naturales que han reportado efectos sedantes que fueron Eugenol o Aceite de clavo, extracto de Pasiflora y extracto de Valeriana, así como el anestésico más utilizado que es el metasulfonato de tricaina (MS-222). Eugenol presentó los mejores resultados en cuanto al efecto anestésico coincidiendo varios autores que una dosis de 25 mg/L permitía una rápida inducción anestésica y un tiempo de recuperación bajo, sin embargo, todos los autores reportan que a mayor concentración de Eugenol el tiempo de recuperación aumenta, sin embargo, esto no representa un efecto negativo a los peces dado que no se reportó un aumento en mortalidad derivada de los tratamientos. Por su parte Pasiflora y Valeriana reportan un efecto mínimo como sedante y ninguno como anestésico lo que nos sugiere la necesidad de mayores estudios para determinar la dosis adecuada que permita el efecto deseado o en su caso, descartar su uso en acuicultura para la manipulación de los ejemplares.

MARCO INSTITUCIONAL

La Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco de referencia nacional e internacional por su modelo educativo –el Sistema Modular–, y con la participación en la generación y aplicación del conocimiento a la solución de problemas socialmente relevantes, tiene como compromiso en la preservación y difusión de la diversidad cultural del país y el cuidado del medio ambiente. Y para la conclusión del proceso de formación del biólogo, es fundamental que las actividades prestadas por medio del servicio comunitario, ayuden a contribuir en beneficio de las comunidades gracias a la formación recibida por parte de la UAM-X, aplicando los conocimientos científicos, técnicos, culturales, humanos adquiridos, conjugándolos con una actitud multidisciplinaria, ayudando al mejoramiento de la comunidad que lo rodea, y así responder las necesidades que resulten o dando soluciones para el desarrollo de la misma (Vega, 2016).

Uno de los principales objetivos de la Licenciatura en Biología de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco es formar biólogos cuyas habilidades, competencias y conocimientos le permitan participar en el diagnóstico, gestión y planeación del uso, conservación y restauración de los recursos naturales (Vega, 2016).

Aunado a lo anterior, el servicio social por actividades relacionadas con la profesión tiene como objetivo principal fomentar la participación de los egresados con propuestas de soluciones a problemas prioritarios; propiciar el desarrollo de una conciencia responsable con la sociedad; promover actitudes reflexivas, críticas y constructivas ante la problemática; contribuir a la formación integral y a la capacitación profesional; promover y estimular la participación activa, de manera que tengan oportunidad de aplicar, verificar y evaluar los conocimientos acumulados y enriquecer a los distintos sectores con los que éste se vincula, por lo que, en este servicio se implementará el conocimiento acumulado para evaluar la eficacia de los diferentes anestésicos disponibles en el mercado para la manipulación de la ictiofauna en acuicultura.

INTRODUCCIÓN

Muchos de los medicamentos utilizados actualmente no solo en humanos sino también en el ámbito veterinario tienen su origen en productos naturales, especialmente en plantas, muchas de ellas utilizadas habitualmente en la medicina tradicional desde la antigüedad; dado que muchas de estas plantas han sido utilizadas para aliviar el dolor causado por enfermedad o lesiones, han sido la base para grandes contribuciones en el campo de la anestesia. Por ese motivo, es relevante el acercamiento a nuevos candidatos naturales que ayuden en la investigación y disminuyan los posibles riesgos derivados de anestésicos sintéticos.

La presente revisión bibliográfica se enfocó en el análisis de productos naturales que ya tienen reportes de efectos ansiolíticos y sedantes y que son utilizados en la medicina tradicional con esa finalidad; esto con el objetivo de conocer cuál podría considerarse el más adecuado para su uso en acuicultura brindando resultados confiables y efectivos siempre con el menor riesgo para los peces estudiados siendo la reducción del estrés causado por la manipulación uno de los principales objetivos de la búsqueda de alternativas menos invasivas y que reduzcan los costos de investigación.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El presente estudio forma parte de las actividades realizadas en el Laboratorio de Reproducción, Genética y Sanidad Acuícola de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, perteneciente al Departamento El Hombre y su Ambiente de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, ubicado en el edificio W segundo piso, laboratorio 210, los resultados contribuirán a futuros proyectos realizados por el personal del laboratorio recabando datos de relevancia biológica y ecológica que optimicen en el desarrollo de actividades prácticas con la manipulación de peces, además relacionados a la educación y cultura ambiental.

Debido a la contingencia sanitaria nacional esta revisión bibliográfica se llevará a cabo desde casa con la finalidad de respetar los lineamientos de distancia social establecidos por las autoridades de salud e institucional.

OBJETIVO GENERAL

Determinar por medio de la revisión bibliográfica los tipos y dosis de anestésicos utilizados en peces para su manipulación en el sector acuícola.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Encontrar diversidad de anestésicos químicos y de extractos naturales que benefician la industria acuícola para mejorar los procesos de manipulación de los organismos con el fin de reducir el estrés y esto se refleja en el comportamiento y bienestar de los peces y sobre todo de la producción.
- Obtener las mejores respuestas de los sedantes y dosis para establecer un protocolo de operación y hacer uso de ello en los futuros proyectos de investigación referente al manejo de los peces

ESPECIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

La acuicultura es una de las mejores técnicas ideadas por el hombre para producir alimentos y aprovechar los recursos acuáticos. Se constituye por unidades productivas que utilizan los conocimientos sobre biología, ingeniería y ecología. Según la clase de organismos que se cultivan, se ha dividido en varios tipos, siendo uno de los más desarrollados la piscicultura (cultivo de peces). El pez más cultivado a nivel mundial es la tilapia por su demanda en el mercado. Es una especie cuyo ciclo reproductivo es relativamente conocido y sencillo, además tiene un rápido crecimiento, es resistente a la manipulación y a enfermedades, acepta alimento balanceado y soporta alta densidad en los cultivos (CEDRSSA 2015).

Con base en lo anterior, vale la pena establecer que la acuicultura se define como el conjunto de actividades que tiene por objeto la producción, el crecimiento o desarrollo y comercialización de organismos acuáticos, animales o vegetales, de aguas dulces, salobres o saladas y surge como un sector productivo primario paralelo a la agricultura y ganadería (Barnabé, 1991; Platas y Vilaboa, 2014).

La acuicultura literalmente significa 'cultivar en agua, y hace referencia a todas las formas de cultivo de animales y plantas acuáticos en ambientes dulceacuícolas, salobres y marinos, al manejo y control de los recursos vivos que habitan en el agua, así como su cultivo bajo condiciones controladas hasta su cosecha, procesamiento,

comercialización y consumo (Gutiérrez-Yurrita, 1999). Está dirigida principalmente hacia el cultivo de peces que en muchos países ha adquirido relevancia por la aportación de alimento de alto valor proteico; la atención se ha centrado principalmente en especies dulceacuícolas introducidas por su facilidad de cultivo, entre las que se encuentran: carpa, bagre, tilapia y trucha (FAO, 2003).

La obtención de resultados satisfactorios en cualquier rubro que se quiera abordar dentro de la acuicultura va a depender en gran medida de la manipulación adecuada de los ejemplares utilizados; para ello, es necesario inducir a un estado de sedación que permita el manejo de los ejemplares sin causarles un estrés mayor sin afectar los resultados deseados.

Sedación y Anestesia en Peces

La sedación y anestesia en peces son procedimientos de importancia para favorecer el transporte, manipulación, muestreo y los procesos quirúrgicos en estas especies. La sedación corresponde al estado en el cual el organismo no manifiesta actitudes de agitación ante su entorno. Este estado puede minimizar el impacto fisiológico de cambios ambientales siendo una herramienta importante en el manejo de los peces. Una adecuada sedación permite llevar a cabo manipulación de animales en rutinas de manejo, muestreos y transporte de animales entre cortas o grandes distancias (González, 2010).

Tabla 1. Estados y planos de anestesia en peces (Brown, 1993)

Estado Anestésico	Plan o	Categoría	Respuesta fisiológica o actitudinal en el pez
0		Normal	Nado activo, respuesta a estímulos externos, equilibrio normal, tono muscular normal
I	1	Sedación ligera	Nado voluntario continua, pérdida ligera de reactividad a estímulos visuales y táctiles, frecuencia respiratoria normal, tono muscular y equilibrio normales
I	2	Narcosis Ligera	Fase de excitación puede preceder a un incremento en la tasa respiratoria, pérdida de equilibrio, esfuerzos por recuperar el eje de nado, tono muscular disminuido
II	2	Narcosis Profunda	Cesa la respuesta a los cambios en posición inducidos, descenso en frecuencia respiratoria,

			pérdida total de equilibrio, alguna reacción ante estímulos táctiles fuertes. Apropiado para muestreos externos y biopsias de branquias y aletas
III	1	Anestesia Ligera	Pérdida total del tono muscular, respuestas a estímulo fuerte de presión, descenso adicional en frecuencia respiratoria, apropiado para cirugía menor
III	2	Anestesia Quirúrgica	Pérdida total de reacción a estímulos, frecuencias respiratoria y cardiaca muy bajas
IV	Colapso Medular		Pérdida total de movimientos branquiales seguidos de paro cardiaco

Los anestésicos químicos comunes son: benzocaína, quinaldina, metanosulfonato de tricaína (MS222©) e isoeugenol (Aqui-S©) (García-Gómez *et al.*, 2002), la consideración de su uso consiste en el costo y el grado de toxicidad asociada (Velísek *et al.*, 2006).

La Benzocaina es un compuesto cristalino incoloro. Es prácticamente insoluble en agua y aunque no requiere de buffer para contrarrestar acidez como el caso de la tricaína, si requiere de etanol o acetona para ser solubilizado en agua, siendo estos dos últimos compuestos irritantes para los peces. El compuesto en forma de sal tipo hidrocloreuro es mucho más soluble en agua, pero también más costoso. Al parecer tiene efectos hipóxicos similares a los de la tricaína. Al contrario de esta última, es muy afín a la grasa corporal, haciendo que la recuperación en animales con mayor porcentaje de grasa en su cuerpo sea más lenta. (Brown, 1993).

En Brown, 1993 se indica que el sulfato de quinaldina tiene cada día mayor aceptación para uso como anestésico, a pesar de ser aún más costoso que la tricaína. Las soluciones de quinaldina son ácidas y debe agregárseles un buffer (bicarbonato) para disminuir el efecto irritante; así mismo es un compuesto muy hidrosoluble. Los residuos de este compuesto en tejidos son prácticamente no detectables a las 24 horas de la exposición al anestésico. El metasulfonato de tricaína, también conocido como MS-22, es un análogo sulfonado de la benzocaína. Se calcula que es 250 veces más soluble en agua que la misma benzocaína. Las soluciones de tricaína son de tipo ácido y por ello se recomienda agregar un buffer como el bicarbonato de sodio hasta saturación. Los niveles de lactato sanguíneo tienden a elevarse cuando se utiliza este anestésico, lo cual presume que la droga

induce cierto metabolismo anaerobio. La tricaina se excreta 24 horas luego de su uso. Esto hace que este compuesto tenga un gran margen de seguridad para el consumidor ya que sus niveles, como residuo en tejidos, descienden a menos del nivel detectable (0,1 mg/kg) en solo 24 horas.

El aceite de eugenol [2-methoxy-4-(2-propenyl)-phenol], se obtiene de segmentos de hojas, tallos, flores, y brotes de varias especies de árboles (*Eugenia caryophyllata* y *Eugenia aromatica*) (Soto y Burhanuddin, 1995). Ha sido uno de los productos de mayor uso para anestesiarse a los peces en la acuicultura, porque es económico, ambientalmente amigable, y seguro para quienes lo aplican sin riesgos secundarios (Roo *et al.*, 2014).

Cada vez se opta por el uso de anestésicos naturales, por lo que, es la relevancia de la búsqueda de información. Un ejemplo de esto es la *Valeriana* sp.; una planta que posee propiedades sedantes; sin embargo, aún no se conoce su efecto en alevines.

Por otro lado, es necesario conocer la aplicación de los anestésicos y tiempo de respuesta que permita realizar los objetivos evitando la muerte de los organismos durante los procedimientos de manipulación de los mismos, generalmente es por inmersión donde los organismos absorben por piel y branquias (Javahery *et al.*, 2012). Según Food and Drug Administration, el aceite de Eugenol es considerado como seguro para el humano por la baja dosis que se requiere para su efecto. Mientras que Roubach *et al.* (2005) considera que como las dosis utilizadas en acuicultura no superan las concentraciones tóxicas para el ser humano, debe considerarse seguro para ser utilizado en acuicultura. Javahery *et al.* (2012), lo recomienda para usos comerciales y de acuicultura ya que no causan efectos negativos a los cuerpos de agua, ni al ser humano y puede ser fácilmente manipulable por personas sin alto grado de preparación técnica. Desde el punto de vista económico, el uso de una dosis correcta de anestesia es esencial para evitar lesiones o la muerte de los animales por la exposición excesiva al producto disminuyendo así no solo el gasto innecesario de anestésico sino también las pérdidas relacionadas a ejemplares afectados durante el manejo (Perez-Riveiro *et al.*, 2010) lo que reitera la necesidad de conocer las dosis y tiempos de recuperación para cada uno de los anestésicos usados con más frecuencia.

METODOLOGÍA APLICADA

La presente revisión bibliográfica se llevó a cabo durante cuatro de los meses marcados en el calendario de trabajo, dejando los últimos dos meses para realizar el análisis y comparación de los resultados de la información recabada, así como el reporte de los mismos.

Durante la presente revisión bibliográfica se recolectó la información de los metabuscadors Google Scholar, SciELO y ScienceDirect incluyendo las palabras claves eugenol, pasiflora y valeriana, con un periodo de tiempo de 2010 al 2022, el motivo de la búsqueda fue responder los objetivos planteados en el presente informa, así como conocer datos relevantes como el tiempo de inducción y el tiempo de recuperación del tratamiento con los anestésicos; de éste modo se podrá elegir el adecuado y a la vez efectivo que permita la manipulación de ictiofauna en acuicultura con la menor cantidad de estrés para los ejemplares y de igual forma se reduzca la mortalidad de los organismos durante los estudios.

Del total de los artículos se realizó un resumen y se elaboró una tabla sintética con los tiempos de sedación y de recuperación reportados por los diferentes autores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la evaluación del estado anestésico de los peces se evalúan el movimiento espontáneo que se refleja en la velocidad y dirección de desplazamiento en el agua, así como la coordinación de los movimientos. También se evalúa la respuesta refleja a estímulos visuales y táctiles, el equilibrio, el tono muscular y la frecuencia respiratoria, que se evalúa por el movimiento el opérculo, aleta que cubre las branquias, órganos que permiten el intercambio gaseoso en los peces. Con estos criterios se han descrito cuatro niveles que van desde el estado de conciencia normal, sedación, narcosis, anestesia hasta el plano de colapso medular, niveles que se pueden alcanzar más o menos rápido dependiendo de aspectos como tipo de anestésico empleado, dosis, vía de administración entre otros. (Vargas-Vargas, 2017).

Eugenol (Aceite de clavo, *Syzygium aromaticum*)

Uno de los anestésicos que se emplea comúnmente en peces y que tiene un amplio margen de seguridad es el eugenol, o aceite de clavo, que tradicionalmente ha sido empleado en odontología como anestésico local y antiséptico. El eugenol induce anestesia rápidamente y con dosis más bajas comparadas con tricaina, aunque los tiempos de recuperación fueron más prolongados. Sin embargo, los autores recomiendan el eugenol como un anestésico alternativo a la tricaina, dada la baja dosis requerida, el amplio margen de seguridad, la baja mortalidad y el bajo costo. (Vargas-Vargas, 2017; Grush, et. al, 2004; Sanchez-Vazquez, et.al, 2011)

El Eugenol ha demostrado eficacia en su uso como anestésico en la manipulación de peces no solo de agua dulce sino también con organismos de agua salada tal como lo reporta Garcia-Gomez et. al, 2002 que nos indica una dosis efectiva para sedación de 40 ppm donde se consiguió el efecto anestésico en tiempos de 3 a 7 minutos en todas las especies estudiadas, así como tiempos de recuperación de 2 a 5 minutos en todos los casos, de igual modo reporta que no se presentaron efectos adversos al tratamiento con eugenol.

Por su parte Pérez-Ribeiro et.al. 2010 concuerda con estos resultados, reportando que durante su estudio con peces pacú logró la sedación con dosis mínimas de 30 mg/L en un tiempo de 51 a 60 seg con un tiempo de recuperación de 50 a 54 seg; llegando incluso hasta los 150 mg/L lo que permitía que la inducción fuera más rápida (23 a 25 seg) sin perder las condiciones para la recuperación de los ejemplares que a pesar de ser más prolongada se lograba en tiempos entre 156 a 160 seg.

De igual forma, Llanos en 2010 indica que durante su estudio con *Xiphophorus helleri* (pez espada) el eugenol resultó efectivo como anestésico a concentraciones de 100, 125 y 150 mg/L en todos los animales. Los tiempos de inducción fueron en segundos (seg) variaron según el peso y longitud de los peces anestesiados abarcando desde los 251 a 273 seg para la dosis más baja, hasta los 182 a 189 seg en la dosis alta para machos y desde los 279 a los 300 seg en la dosis más baja a 209 a los 220 seg en la dosis más alta para las hembras. La dosis de 125 mg/L resultó con mayor efectividad en machos y 100 mg/L en hembras. No se observó ningún tipo de respuesta adversa del tipo de las descritas en el empleo de otros anestésicos (como movimientos rápidos, contracciones nerviosas, convulsiones o saltos) durante la inducción a la anestesia. En relación al tiempo de recuperación; la recuperación de los animales fue total ante la anestesia a concentraciones de 100, 125 y 150 mg/L. Los tiempos de recuperación variaron según el peso y la longitud de los peces anestesiados. La mayor efectividad en la recuperación fue a la dosis de 125 mg/L en machos y hembras siendo de 204 a 218 seg para machos y de 313 a 328 seg en hembras; bien cabe mencionar que, aunque la sedación se logró más rápido en dosis mayores, la recuperación en ambos casos fue más lenta razón por la cual Llanos considera que la dosis de 100 mg/L es la más adecuada para la manipulación. No se observaron efectos adversos posteriores a la recuperación de los animales.

En 2015, Prieto indica en su estudio con trucha arco iris información similar dado que utilizando dosis de 30, 50 y 75 mg/L encontró que conforme la dosis aumentaba el tiempo de anestesia disminuye reportando tiempos desde 65 a 80 seg para la dosis menor hasta los 54 a 61 seg para la dosis mayor, pero al igual que Llanos (2010) y Pérez-Ribeiro (2010) indica que los tiempos de recuperación también fueron prolongados en la dosis de 75 mg/L que reporta una recuperación 204.6 ± 72.25 seg de igual forma menciona que no se presentaron efectos adversos en los ejemplares después de los tratamientos.

Millán-Ocampo en 2012 reporta en su estudio referente a la concentración anestésica en peces escalares que al analizar el tiempo total de anestesia (considerando tiempo total de inducción y recuperación) el eugenol en una concentración de 20 mg/L registra el menor tiempo; también indica que se pudo observar una disminución en el tiempo de inducción, así como un aumento en el tiempo de recuperación de los ejemplares a medida que se aumentaba la concentración del anestésico.

En 2013 Vázquez compara el efecto anestésico de diferentes concentraciones de aceite de clavo (5, 8, 13 y 25 $\mu\text{L/L}$) con solución salina en una concentración de 7 g/L y con una solución coloidal (compuesta de tiamina, ácido poliamino carbónico, coloidales protectores y tiosulfato de sodio) a una concentración de 5 ml/L. Durante su estudio reporta que los ejemplares tratados con aceite de clavo a una concentración de 25 $\mu\text{L/L}$ entraron en anestesia profunda en un tiempo menor que en otras concentraciones y al contrario que con solución salina y solución coloidal en donde solo se logró inducir a los ejemplares a la primera fase de sedación pasadas las 6 horas que duró la experimentación, lo que nos brinda una visión de la seguridad que brinda éste anestésico en relación a la prevención de lesiones en los ejemplares durante su manipulación y a la disminución del estrés que ésta les pueda provocar.

Por otro lado, también se ha estudiado el uso del aceite de clavo en forma de nanopartículas lo que permite su absorción más rápida y brinda el mismo efecto anestésico en tiempos más cortos, tal como lo reporta Yostawonkul, et.al. en 2018 durante su estudio comparando nano partículas de aceite de clavo con una solución estándar del mismo; Yostawonkul indica que a una concentración de 40 mg/L el tiempo de inducción de anestesia con el aceite de clavo estándar fue de 63 a 71 seg y el tiempo de recuperación fue de 141 a 154 seg, mientras que con el tratamiento de nano partículas el tiempo de inducción disminuyó a valores de 40 a 44 seg, sin embargo el tiempo de recuperación incrementó a valores de 193 a 205 seg lo que indica que es efectivo el tratamiento con nanopartículas para el efecto anestésico aunque, al mismo tiempo, aumenta los tiempos de recuperación de los ejemplares. Durante su estudio Yostawonkul reporta que no hubo casos de mortalidad durante ni posteriores al tratamiento.

De acuerdo con Chacon-Guzman et. al, 2019 una concentración de 25 mg/L de aceite de clavo es suficiente para la inducción parcial de los peces que permite realizar actividades de manipulación rutinarias mientras que la concentración de 100 mg/L se reporta como la ideal en tiempos de exposición no mayores a 8 min posteriores a la anestesia total: reportando tiempos de inducción a 25 mg/L de 201 seg y de recuperación de 146 seg, mientras que para la concentración de 100 mg/L fueron de 77 seg de tiempo de inducción y 197 seg de tiempo de recuperación.

Por su parte Gonzalez-Renteria et.al, 2019 reporta que los tiempos promedio de sedación con esencia de clavo fueron para 30 mg/L de 0.79 ± 0.53 min, en 35 mg/L de 0.47 ± 0.31 min, en 40 mg/L de 0.78 ± 0.32 min; y los tiempos promedio de recuperación fueron de 30 mg/L de 1.33 ± 0.66 min, en 35 mg/L de 0.47 ± 0.31 min, en 40 mg/L de 0.60 ± 0.34 min. Lo que contrasta con los tratamientos realizados con benzocaína en que los tiempos de sedación fueron de 0.32 ± 0.08 min con 0.5 mg/L, de 0.25 ± 0.07 min con 0.10 mg/L y de 0.18 ± 0.04 min con 0.15 mg/L y los de recuperación fueron de 0.86 ± 0.37 min con 0.5 mg/L, de 0.84 ± 0.39 min con 0.10 mg/L y 0.99 ± 0.33 min con 0.15 mg/L. Datos que concuerdan con lo reportado por otros autores en relación a la velocidad de inducción al efecto anestésico del aceite de clavo comparado con otros compuestos comúnmente utilizados, así como el aumento en los tiempos de recuperación conforme la concentración aumenta.

Por otro lado, en 2022, Leonardo et.al. reporta que en juveniles de pangasius (*Pangasianodon hypophthalmus*), eugenol no fue eficiente al inducir la anestesia en dosis de 25, 50, 75 y 100 mg/L logrando únicamente un estado de sedación con tiempos de 4.1 a 7.7 minutos y con recuperación entre 4 y 8 minutos; por lo que no recomienda su uso en ejemplares de más de 32 g de peso, dato que contrasta completamente con otros autores quienes indican en sus investigaciones la efectividad de eugenol para ese propósito.

En el mismo año (2022) Oliveira Santos reporta que la dosis de 50mg/L es la recomendable para el manejo de los peces estudiados debido a su corto tiempo de inducción (326 seg) y un tiempo suficiente de recuperación para realizar la manipulación necesaria (119 seg) utilizando cantidades mínimas de anestésico, lo que reducirá los costos de la investigación. Indica también que la eficacia del anestésico va a estar relacionada más con la temperatura del agua que con el peso de los ejemplares, lo que contrasta con lo reportado por Leonardo en 2022; reportando que mientras mayor sea la temperatura del agua, más lenta será la recuperación del estado de anestesia de los ejemplares de estudio.

Pasiflora (*Passiflora incarnata*)

Las especies del género *Passiflora* han mostrado tener el potencial de reducir el estrés; dicho efecto está relacionado a la presencia de derivados pirrónicos, alcaloides y flavonoides a los que se les atribuyen los efectos sedantes y ansiolíticos. (Dhawan, et. al, 2003). Sin embargo, su uso en acuicultura ha sido mayormente enfocado a la nutrición de peces más que para la sedación al momento de manipular a los ejemplares (Oliveira, 2010).

Arechiga-Palomera reporta en 2016 que *Passiflora* no mostró efectos anestésicos en juveniles de langostinos *Macrobrachium tenellum* llegando únicamente a una fase de sedación durante la totalidad del tiempo de tratamiento (120 min).

Si bien, *Passiflora Incarnata* es la especie más estudiada del género en cuanto a sus propiedades medicinales, existen más de 600 especies del género que podrían presentar efectos similares que aún no han sido estudiadas lo que abre un campo muy amplio de investigación y de posibles resultados favorables en relación a la investigación y manipulación de ictiofauna. (Fonseca et. al, 2020).

Valeriana (*Valeriana officinalis* L.)

Al igual que *Passiflora incarnata*, *Valeriana officinalis* L. ha demostrado tener propiedades ansiolíticas (Del Valle-Mojica y Ortiz, 2012), sin embargo, su efectividad como anestésico aún no ha sido explorada a fondo. Abasali y Mohamad, 2010 realizan un estudio evaluando el uso de extracto de Valeriana para el transporte de pez cola de espada (*Xiphophorus helleri*) en el que reportan que el extracto mostró efectos sedativos y ansiolíticos en los ejemplares sin presentar

mayor riesgo para la supervivencia de los mismos, sin embargo, no adentraron en el estudio de si *Valeriana* podría llegar a presentar un efecto anestésico. Posteriormente Abasali y Mohamad, 2018 reportan en un estudio comparativo con los sedantes comerciales que *Valeriana officinalis* no es eficiente para reducir el estrés de transportación de trucha arcoíris con una dosis de 50 mg/L.

Por su parte Montañez-Calero, et. al, 2022 toma como referencia los estudios realizados por Abasali y Mohamad y compara los tiempos de sedación para el extracto de valeriana, logrando un efecto sedante en una dosis de 200mg/L obteniendo tiempos de latencia y recuperación de 30 y 85 seg respectivamente; sin embargo, aunque se logró el efecto deseado, Montañez-Calero, et.al, indica que la dosis utilizada del extracto de valeriana no fue suficiente para reducir el estrés durante la transportación simulada del estudio.

Por su parte Arechiga Palomera et al, 2016 indica que en concentraciones de 300 a 900 mg/L lo único que se consiguió fue un efecto de sedación en ejemplares juveniles de langostinos.

Por otro lado, Hattesoehl en 2008, había reportado que, si bien el uso de valeriana mostraba efectos ansiolíticos y antidepresivos, no presentaba ningún efecto sedante, lo que concuerda con lo reportado por Archiga-Palomera et.al, 2016.

Tabla 2. Comparativo de resultados obtenidos en tiempos de sedación y recuperación por cada autor utilizando diferentes dosis de anestésicos naturales.

Anestésico	Dosis	Tiempo de sedación	Tiempo de recuperación	Referencia
Eugenol (Aceite de Clavo)	30 mg/L	51 a 60 seg	50 a 54 seg	Pérez-Ribeiro, (2010)
	150 mg/L	23 a 25 seg	156 a 160 seg.	
	100 mg/L (machos)	251 a 273 seg	261 a 280 seg	Llanos, (2010)
	100 mg/L (hembras)	279 a 300 seg	389 a 419 seg	
	125 mg/L (machos)	201 a 210 seg	204 a 219 seg	
	125 mg/L (hembras)	257 a 269 seg	313 a 328 seg	
	150 mg/L (machos)	182 a 189 seg	255 a 276 seg	
	150 mg/L (hembras)	209 a los 220 seg	238 a 250 seg	
	30 mg/L	65 a 80 seg	101 a 123 seg	
	50 mg/L	50 a 61 seg	117 a 133 seg	
	75 mg/L	54 a 63 seg	204 a 277 seg	

	20 mg/L	300 a 400 seg	200 a 300 seg	Milan-Ocampo, (2012)
	40 mg/L	300 a 400 seg	400 a 500 seg	
	5 µL/L	3 horas	62 a 128 seg (nado activo)	Vazquez, (2013)
	8 µL/L	2 horas	63 a 308 seg (nado activo)	
	13 µL/L	2 horas	122 a 370 seg(nado activo)	
	25 µL/L	1 hora	3,006 a 3,011 seg (nado activo)	
	40 mg/L (aceite de clavo estándar)	63 a 71 seg	141 a 154 seg,	Yostawonkul, (2018)
	40 mg/L (nanoparticulas)	40 a 44 seg	193 a 205 seg	
	25 mg/L	201 seg	146 seg	Chacon-Guzman, (2019)
	100 mg/L	77 seg	197 seg	
	30 mg/L	0.79 ± 0.53 min	1.33 ± 0.66 min	Gonzalez-Renteria, (2019)
	35 mg/L	0.47 ± 0.31 min	0.47 ± 0.31 min	
	40 mg/L	0.78 ± 0.32 min	0.60± 0.34 min.	
	25mg/L	7.1 a 7.7 min	3 a 4 min	Leonardo. et.al. (2022)
	50mg/L	4.5 a 5.3 min	3.8 a 4.2 min	
	75mg/L	4.5 a 5 min	5.1 a 6.7 min	
	100mg/L	3.5 a 4.1 min	5.8 a 7.6 min	
	50mg/L	326 seg	108 seg	Oliveira-Santos. (2022)
	60mg/L	251 seg	168 seg	
	70mg/L	105 seg	216 seg	
Pasiflora (<i>Passiflora incarnata</i>)	300 µL/L	120 min (no se consigue anestesia)	Sin Resultado	Arechiga-Palomera, (2016)
	600 µL/L	120 min (no se consigue anestesia)	Sin Resultado	

	900 µL/L	120 min (no se consigue anestesia)	Sin Resultado	
Valeriana (<i>Valeriana officinalis</i> L.)	300 µL/L	120 min (no se consigue anestesia)	Sin Resultado	Arechiga-Palomera, (2016)
	600 µL/L	120 min (no se consigue anestesia)	Sin Resultado	
	900 µL/L	120 min (no se consigue anestesia)	Sin Resultado	
	50 mg/L	3 horas (no se consigue anestesia)	Sin Resultado	
	200 mg/L	30 seg	85 seg	Montañez-Calero.(2022)

CONCLUSIÓN

A lo largo de la presente revisión bibliográfica fue evidente la gran utilidad de los anestésicos naturales y sus beneficios en comparación a los anestésicos utilizados comúnmente mostrando efectos similares al sintético de uso más frecuente, tricaina, encontrando que el eugenol es la opción natural brindando tiempos de inducción breves a partir de los 40 segundos de tratamiento (dependiendo la dosis utilizada) lo que evita estrés y lesiones de los ejemplares durante la manipulación así como tiempos de recuperación proporcionales a la dosis mínimas, logrando tiempos similares a los del anestésico de uso más común pero sin la necesidad de un periodo posterior al tratamiento para que el anestésico salga del sistema del ejemplar y pueda ser comercializado para consumo humano sin ningún riesgo. Aunado a ello, el aceite de clavo (Eugenol) reporta costos menores a la tricaina lo cual lo hace una opción ideal para el uso en acuicultura.

Por su parte la Pasiflora y la Valeriana no han mostrado tener efectos anestésicos considerables como para ser utilizadas en acuicultura para la manipulación y estudio de ictiofauna, sin embargo, aún hacen falta estudios que amplíen el conocimiento respecto a sus propiedades; por el momento no se sugiere su uso con fines anestésicos debido a que no ha presentado dicho efecto en las concentraciones a las que ha sido utilizada.

La presente revisión, confirma y sugiere continuar utilizando el aceite de clavo en las investigaciones que se realizan en el Laboratorio de Reproducción, Genética y

Sanidad Acuícola de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, lo que permitirá establecer protocolos poco invasivos y eficaces en relación a la manipulación de las especies de peces estudiadas.

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos por los diferentes autores consultados durante la revisión bibliográfica se recomienda continuar utilizando eugenol como anestésico alternativo a los productos comerciales considerando la relación de costo/beneficio que representaría en las futuras investigaciones y en la acuicultura en general.

De igual forma se sugiere estudiar los efectos anestésicos de eugenol en ejemplares de peces durante los diferentes estadios de su ciclo de vida con la finalidad de conocer cual concentración de eugenol brinda un resultado óptimo para cada una de las etapas de vida de los peces.

Así mismo se recomienda continuar con estudios referentes al efecto sedante de los extractos de pasiflora y valeriana en el manejo de ictiofauna para poder conocer las dosis, vías de administración y tiempos de inducción necesarios para conseguir un estado de anestesia en los peces y así establecer un protocolo de uso de dichos extractos

REFERENCIAS

1. Abasali, H. y Mohamad, S. (2010). Effects of using *Valeriana officinalis* extract during transportation of swordtail, *Xiphophorus helleri*. J. Anim. Vet. Adv. 9(18):2377-2381.
2. Abasali, H. y Mohamad, S. (2018). The effects of *Valeriana officinalis* root extract on survival rates and biochemical factors of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* during transportation. JAIR; 6 (2) :91-102
3. Aréchiga-Palomera, M., Del Rio-Zaragoza, O., Guerrero-Galvani, R. y Veg-Villasante, F. (2016). Evaluation of natural extracts with anesthetic properties in juveniles *Macrobrachium tenellum*. Pan-American Journal of Aquatic Sciences. 11(3): 251-257.
4. Bernabe, G. (1991). *Acuicultura*. Ed. Omega. España.
5. Brown. L. Aquaculture for veterinarians. (1993). Tarrytown (USA): Pergamon Press. Chapter 9, Anaesthesia; p. 161 – 167.
6. Centro de Estudios Para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria, 2015. La Acuicultura. Documento disponible en www.cedrssa.gob.mx
7. Chacón-Guzmán, J., Carvajal-Oses, M., Pauletto, S. y Herrera-Ulloa, A. (2019). Concentration and maximum exposure time of *Lutjanus guttatus* juveniles to *Syzygium aromaticum* eugenol. Rev. Mar. Cost. Vol. 11 (1): 9-25.
8. Del Valle-Mojica, L. y Ortız, J. (2012). Anxiolytic Properties of *Valeriana officinalis* in the Zebrafish: A Possible Role for Metabotropic Glutamate Receptors. *Planta Med*; 78: 1719–1724.
9. Dhawan, K., Kumar, S., y Sharma, A. (2003). Evaluation of central nervous system effects of *Passiflora incarnata* in experimental animals. *Pharmaceutical Biology*, 41(2), 87–91. doi:10.1076/phbi.41.2.87.14241
10. FAO. 2003. Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular 886 Rev. 2. Rome, FAO. 95 pp.
11. Fonseca, L., Rodrigues, R., Ramos, A., Cruz, J., Ferreira, J., Silva, J., y Amaral, A. (2020). Herbal Medicinal Products from *Passiflora* for Anxiety: An Unexploited Potential. <https://doi.org/10.1155/2020/6598434>
12. García-Gómez, A. de la Gándara, F. y Raja, T. (2002). Utilización del aceite de clavo, *Syzygium aromaticum* L. (Merr. & Perry), como

anestésico eficaz y económico para labores rutinarias de manipulación de peces marinos cultivados. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 18 (1-4). 2002: 21-23

13. González, J. (2010). Farmacología, Terapéutica y Anestesia de Peces. Memorias Conferencia Interna Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre y Exótica. 6, 50-62.
14. González-Rentería, M., Cortes-García, A. Rodríguez-Gutiérrez, M., Guzmán-García, X., Contreras-Almazán, I. y Bustamante-González, J. (2019). Efecto de esencia de clavo y benzocaína como anestésicos en pez cebra (*Danio rerio*). ISBN: 978-607-542-096-7
15. Grush, J., Noakes, D. y Moccia, R. (2004). The efficacy of clove oil as an anesthetic for the zebrafish, *Danio rerio* (Hamilton). Zebrafish 1: 46– 53.
16. Gutiérrez-Yurrita, Pedro. (1999). La acuicultura en México: I. Época prehispánica y colonial. Biología Informa. 29. 3-7.
17. Javahery, S., Nekoubin, H. y Moradlu, A. (2012). Effect of anaesthesia with clove oil in fish (review). Fish Physiol Biochem. 38(6):1545-1552.
18. Leonardo, A.F., Pereira de Barros, H. y Gonçalves, G. (2022). BENZOCAINE AND EUGENOL AS ANESTHETICS FOR PANGASIUS JUVENILES, Pangasianodon hypophthalmus. Bol. Ind. Anim., Nova Odessa, v. 79, 2022
19. Llanos, C. y Scotto, C. (2010). Eugenol como anestésico para labores de manipulación de *Xiphophorus helleri* (Heckel, 1848) (*Cyprinodontiformes: Poeciliidae*). The Biologist (Lima) 8: 179-188.
20. Miguel Hattesoehla, M., Feistel, B., Sievers, H., Lehnfeld, R., Hegger, M. y Winterhoff, H. (2008). Extracts of *Valeriana officinalis* L. s.l. show anxiolytic and antidepressant effects but neither sedative nor myorelaxant properties. Phytomedicine 15: 2–15.
21. Millán-Ocampo, L., Torres-Cortés, A., Marín-Méndez, A., Ramírez-Duart, W., Vásquez-Piñeros, M. y Rondón-Barragán, I. (2012). Concentración anestésica del Eugenol en peces escalares (*Pterophyllum scalare*). Rev Inv Vet (Perú) 23 (2): 171-181
22. Montañez-Calero, T., Díaz-Coahila, D., Angulo-Herrera, P., Cerro-Temoche, L., Cruz-Castellón, C., Vásquez-Quispesivana, W. y Lázaro de la Torre, C. A. (2022). Efecto sedante de un extracto alcohólico de Valeriana sp. en alevinos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) para la reducción de estrés durante transporte simulado. Revista de

23. Oliveira, R., Pereira-Da-Silva, E., y Bueno, R. (2010). Extrato de maracujá sobre a morfometria de hepatócitos da tilápia do Nilo. *Ciencia Rural*, 40(12, Dez.).
24. Perez-Ribeiro, P., Santos-Costa, L., Eloy, A., Vieira, P. y Solis-Murga L. (2010). Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (*Piaractus mesopotamicus*) *An. Vet. (Murcia)* 26: 69-76.
25. Platas-Rosado, D. y Vilaboa-Arroniz, J. (2014). La Acuicultura Mexicana: potencialidad, retos y áreas de oportunidad. *Revista Mexicana de Agronegocios*. XVIII. 1065-1071.
26. Prieto, G., Errecalde, C., Mancini, M., Urzúa, N., Tonini, M. y Salas, S. (2015). Valoración de la actividad depresora de diferentes concentraciones de eugenol en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). *Rev. Med.Vet.* 96(1):21-25.
27. Prieto, G., Errecalde, C., Mancini, M., Urzúa, N., Tonini, M. y Salas, S. (2015). Valoración de la actividad depresora de diferentes concentraciones de eugenol en trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*). *Rev. Med.Vet. (B. Aires)* 96(1):21-25
28. Roo, J., Fernández-Palacios, H., Hernández-Cruz, C., Mesa-Rodriguez, A., Schuchard, D. e Izquierdo, M. (2014). First results of spawning and larval rearing of longfin yellowtail *Seriola rivoliana* as a fast-growing candidate for European marine finfish aquaculture diversification. *Aquacult. Res.*, 45: 689-700
29. Roubach, R., Gómez, L., Fonseca, F. y Val, A. (2005). Eugenol as a efficacious anaesthetic for tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier). *Aquat. Res.*, 36(11), 1056-1061. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01319.x>
30. Sánchez-Vázquez, F., Terry, M., Felizardo, V. y Vera, L. (2011). Daily rhythms of toxicity and effectiveness of anesthetics (MS222 and eugenol) in zebrafish (*Danio rerio*). *Chronobiol. Int.* 28: 109–117.
31. Santos, P. de O., Souza, E. O. de, Assis, L. C. de, Pierro, P. C. C., Bolzan, R. P., Demier, L. C., Junior, J. G. V., y Mendonça, P. P. (2022). Uso de

Eugenol para anestesia de *Oreochromis niloticus*. *Brazilian Journal of Development*, 8(9), 64251–64260. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n9-256>.

32. Soto, C. y Burhanuddin. (1995). Clove oil as a fish anaesthetic for measuring length and weight of rabbitfish (*Siganus lineatus*). *Aquaculture*, 136(1–2):149-152
33. Stoskopf, M. *Aquaculture for veterinarians*. L. Brown (ed). Tarrytown (USA): Pergamon Press; 1993. Chapter 9, Anaesthesia; pp. 161 – 167.
34. Vargas-Vargas, R. (2017). Pez cebra (*Danio rerio*) y anestesia. Un modelo animal alternativo para realizar investigación biomédica básica. *Anestesia en México*; Volumen 29: (1) 86-96.
35. Vázquez, G., Castro, T., Hernández, A., Castro, J. y De Lara, R. (2013). Comparison of anaesthetic effect of clove oil, saline solution and colloidal solution in juvenile *Chirostoma jordani*. *Arch Med Vet*. 45, 59-66.
36. Vega, L. S (2016). Acuerdo 08/2016 del rector general que establece medidas de apoyo para fomentar la participación del personal académico en actividades de gestión académico-administrativas. p. https://www.uam.mx/acuerdosrg/2013-2017/vigentes/acuerdo_RG_08_2016.pdf
37. Velíšek, J., Wlasow, T., Gomulka, P., Svobodová, Z., Novotná, L. y Ziomek, E. (2006). Effects of clove oil anaesthesia on European Catfish (*Silurus glanis* L.). *Acta Vet Brno* 75: 99-106
38. Yostawonkul, J., Kitiyodom, S., Kaewmalun, S., Suktham, K., Nittayasut, N., Khongkorn, M., Namdee, K., Ruktanonchai, U., Rodkhum, C., Pirarat, N., Surassmo, S. y Yata, T. (2018). Bifunctional clove oil nanoparticles for anesthesia and anti-bacterial activity in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aqua*, <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.12.058>