



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

"EVALUACION COMPARATIVA DEL EFECTO
HELMINTICIDA DEL AJO (*Allium sativum*)
NATURAL DESHIDRATADO Y COMERCIAL EN
CARPA (*Carassius auratus*)".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A :

ROBERTO ENRIQUE LLANOS ROMERO



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

DIRECTORA DE TESIS: M.V.Z. MARIA ESTELA ANA AURO ANGULO

2005



m. 345024



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"Evaluación comparativa del efecto helmintocida del ajo (*Allium sativum*)
natural deshidratado y comercial en carpa (*Carassius auratus*)."

realizado por Roberto Enrique Llanos Romero

con número de cuenta 098547890 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director

Propietario M.V.Z. María Estela Ana Auró Angulo

Propietario M. en N.A. Marcela Fragozo Cervón

Propietario M. en C. María del Pilar Torres García

Suplente Biol. Teresa Sosa Rodríguez

Suplente Dr. Héctor Garduño Argueta

Sauril
Marcel Fragozo Cervón
María del Pilar Torres García

Teresa Sosa R
Héctor Garduño Argueta

Consejo Departamental de Biología

[Signature]
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez



AGRADECIMIENTOS .

Con pocas palabras pero verdadera convicción quiero expresar mi gratitud hacia:

Mamá por sus mitocondrias, cariño, apoyo y confianza.

Papá por su cromosoma Y, apoyo, cariño y los hermanos.

Tel, por sus corajes y motivación.

Adriana, Adriana (Bot...), Alejandra, Bernardo, Carlos (Ba...), Claudia (Bo...), Claudia (Chemist...), Edgar, Jorge, Vania y Jorge (To..., Co...) y familia, porque sí,...ya saben.

M.V.Z. Ana Auró A., por su paciencia y ayuda.

M. en N.A. Marcela Fragoso C., M en C. Pilar Torres G., Biol. Teresa Sosa R., Dr. Héctor Garduño A., por sus enseñanzas y guía.

Dra Patricia Guevara F. y M. en C. Josefina Herrera S. por la confianza depositada.

Todos quienes han sido mis maestros en algún momento, por sus conocimientos y experiencia.

Amigos y compañeros, por prácticas de campo y momentos divertidos y no tanto.

Las carpas y los ajos. Cristina y Aurora.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	5
OBJETIVO	14
HIPÓTESIS	14
MATERIAL Y MÉTODO	14
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	18
CONCLUSIONES	19
BIBLIOGRAFÍA	21

INTRODUCCIÓN

La producción acuícola se ha propuesto en múltiples ocasiones como una alternativa viable para lograr abastecer a la población con proteína animal de buena calidad y a un costo comparativamente bajo. Dicha actividad es señalada como ideal para un país como México, poseedor de los recursos hídricos necesarios y con un amplio rango de condiciones geográficas y climáticas, susceptibles de empleo en el cultivo de diversas especies de probada rentabilidad; sean estas autóctonas o introducidas. (Rubin, 1986)

En la actualidad, las circunstancias mundiales (crecimiento poblacional acelerado, agotamiento de recursos naturales, desarrollo y especialización de la ciencia) y hasta cierto punto una tendencia "natural" de la sociedad humana (curiosidad); han llevado a la búsqueda de conocimientos que permitan obtener la mejor eficiencia posible de los procesos productivos. Complementario a esto, se observan e intentan predecir y hasta donde es posible reparar, las repercusiones que tales procesos tengan o pudieran ejercer sobre el ambiente o sus componentes. Dentro de lo que corresponde a la ciencia aplicada, se cuida, al menos idealmente, cada parte del ciclo, desde la obtención de recursos y materias primas, hasta los productos de desecho finales y subproductos derivados.

En el caso de la producción de tipo pecuario se investigan y determinan los óptimos para aspectos genéticos, reproductivos, de alimentación, condiciones del medio, manejo, sanidad, terapia, administración, economía; así como también se evalúan el impacto ambiental, interacciones en el medio y efectos tanto a corto como largo plazo de las sustancias y/o procesos utilizados.

De gran relevancia son los aspectos sanitario y terapéutico por tratarse de una actividad basada en organismos vivos, su confinamiento y manejo. La explotación acuícola favorece el incremento de la concentración de los agentes patógenos en el medio, lo cual es consecuencia de características intrínsecas tales como la alta densidad poblacional, monoespecificidad, deficiencias en la oxigenación, fallas en el diseño de los estanques (acumulación de N, zonas anóxicas); otros agentes etiológicos son los contaminantes derivados de prácticas agrícolas y desechos industriales. A eso se suman las características fisicoquímicas del agua, deficiencias alimentarias, técnicas inadecuadas en el manejo de organismos con el fin de sexarlos u obtener datos, enfermedades de origen genético y las limitantes propias en el conocimiento de otro organismo viviendo en un medio distinto al nuestro e inapropiado para nuestra subsistencia. (Auró, 1993 y Scholz, 1999)

Otro asunto de cuidado, que también puede incluirse en los aspectos sanitario y terapéutico son las parasitosis. Los parásitos son parte común e integral de los ecosistemas, en condiciones silvestres la mayoría tiende a no dañar severamente a sus huéspedes o a causar mortalidades en niveles detectables. Sin embargo algunos de ellos ven favorecidas su reproducción y dispersión dadas las condiciones de la actividad acuícola antes mencionadas, lo cual conduce a epizootias con las consecuencias económicas negativas que estas implican, ya que además de las pérdidas directas por mortalidad, existe un considerable impacto en el crecimiento y comportamiento del pez, en su resistencia a otras fuentes de estrés, susceptibilidad ante depredadores y finalmente en la comercialización. (Scholz, 1999)

Para controlar las parasitosis se han utilizado diversos productos sintéticos como: ácido filixico, mebendazol, niclosamida, praziquantel, D-n-butil tinóxido, tetrafinol y tartrato de amonio y potasio. Pero los piscicultores tienden hacia la no utilización de medicamentos ya sea por

la dificultad de conseguirlos (precio, distribución), por desconocimiento de la dosificación o forma de empleo o inclusive porque la efectividad del producto no es de su satisfacción. Además, el número de fármacos legalmente utilizables en piscicultura se ve reducido cada vez debido a efectos secundarios o residuales. Se suman también la labilidad de los productos en el agua y la dificultad de lograr la dosis terapéutica en un medio diluyente. Debido a lo anterior y a la necesidad de encontrar y probar alternativas terapéuticas también se han realizado pruebas utilizando recursos de la medicina tradicional, como es el caso de los extractos o infusiones de ajo (*Allium sativum*), cebolla (*Allium cepa*), castaña (*Castanea sativa*) y epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Se eligieron éstas especies a causa de sus antecedentes de utilización y efectividad en humanos obteniéndose resultados favorables para el tratamiento de parasitosis por nemátodos y dejando la puerta abierta para investigaciones más extensas referentes a la dosificación, forma de presentación, purificación de principios activos, interacciones y escalamiento de los tratamientos. Cabe destacar la importancia del aspecto preventivo en el combate a las parasitosis, pues, si bien estos organismos presentan un alto grado de adaptación y especialización, un manejo y control adecuados a lo largo del ciclo de vida del pez puede evitar en muchos casos la propagación de infestaciones y sus consecuencias. (Auró, 1993, 2004; Peña, 1998; Mojica, 1987; Roberts, 1981; Naranjo, 2001; Zárate, 1991)

Dentro del panorama acuícola mexicano, una de las actividades mayormente practicadas es la piscicultura, principalmente de tres especies: trucha, tilapia y carpa. La última es también una de las especies más importantes a nivel mundial, en México es uno de los organismos acuáticos de mayor difusión debido a sus características adaptativas y facilidad de cultivo. El pez se desarrolla en aguas templadas (19° a 26° C), se le encuentra en ríos, lagos, lagunas y hasta en charcas de temporal. Tiene una gran capacidad de resistencia ante bajos porcentajes de oxígeno disuelto; su crecimiento es rápido, utiliza

alimento natural y acepta una amplia gama de alimentos complementarios. Por estos motivos su cultivo ha sido tan exitoso e inclusive ha recibido apoyo gubernamental con el fin de aprovechar los recursos hídricos y geográficos proporcionando alimento a la población rural. (Rubín, 1985)

ANTECEDENTES

Ajo

Clasificación taxonómica (Cronquist, 1981)

División Magnoliophyta –Plantas con flores

Clase Liliopsida – Monocotiledoneas

Subclase Liliidae –

Orden Liliales –

Suborden Liliineas

Subfamilia Allioideae

Familia Liliaceae – Familia del lirio

Género *Allium* L. – cebolla, poro, ajo

Especie *Allium sativum* L. – ajo cultivado

La familia *Liliaceae* consta de más de 2.800 especies extendidas por todo el orbe, con preferencia por los climas templados y cálidos; caracterizándose todas ellas por una gran uniformidad en su estructura floral a pesar de su variabilidad morfológica. Son, en su mayor parte, plantas de porte herbáceo y con estructuras rizomatosas, bulbosas o tuberosas. Poseen flores actinomorfas (con dos planos de simetría como mínimo) y hermafroditas; estas por lo general son llamativas y se estructuran en inflorescencias de tipo racimo (jacinto), umbela (cebolla) panícula o espiga. El ovario, que por lo general es súpero, tiene tres lóculos con placentación en los ángulos axiales. Posee de 1 a 3 estilos y está coronado por un estigma trilobulado. Sólo en casos concretos se diferencia claramente el cáliz de la corola. Lo más extendido dentro de la familia es que la flor posea un perianto corolino con 6 elementos soldados o no, dispuestos en dos verticilos aunque sin diferenciarse de forma notable. El número de estambres es muy variable oscilando entre 1 a 6 libres o adheridos al perianto. El fruto adquiere una estructura en baya o en cápsula aunque existen otras formas. En esta familia muchos

géneros se consideran sólo ornamentales, pero dos tienen interés agronómico: *Allium* y *Asparagus*, el primero con bulbos y el segundo con rizomas. Se han contabilizado más de 270 especies diferentes de *Allium*. (Cronquist, 1981)

Allium sativum L

Las plantas pertenecientes al género *Allium* manifiestan un porte herbáceo de hojas alargadas sentadas, muchas veces carnosas, superpuestas, planas o cilíndricas. Constan de vaina y la lámina, siendo las primeras (las más externas) las que forman las túnicas protectoras de los bulbos. En las axilas se diferencian yemas, aunque no en todos los casos. El tallo de las plantas de este género forma un "disco" cónico y achatado, que puede estar muy poco diferenciado o ser pequeño pero siempre tunicado. Se localiza siempre por debajo de la superficie de cultivo. El escapo floral es la estructura que, partiendo del disco, porta las flores en su ápice. Se genera por diferenciación de la yema terminal del tallo, siendo por lo general carnoso y ensanchado en la mitad inferior. Las raíces son fasciculadas y numerosas, carnosas o no. Las flores son muy numerosas en las plantas de este género. Los pedicelos de inserción al escapo floral son largos y delgados. La estructura floral es regular y perfecta formando una umbela con flores fértiles o no, rodeada por dos o tres brácteas. El número de unidades, bulbillos florales, por umbela es muy variable, llegándose a alcanzar más de 2.000. (Cronquist, 1981; Izquierdo, 2001)

A diferencia de la mayoría de las otras especies del género *Allium* que son bianuales, las plantas pertenecientes a la especie *A. sativum* son anuales, floreciendo y fructificando después de acumular sustancias nutritivas en los órganos subterráneos hipertrofiados que corresponden a los llamados "dientes". Finalizado el ciclo la planta muere, quedando con vida las yemas en esos dientes.

La fertilización es entomófila, cuando existe. Los estambres de la flor alcanzan la madurez y el polen está perfectamente formado y es apto para la fertilización, antes que el estilo sea capaz de admitirlo, el gineceo todavía está inmaduro. Las pocas veces que se abren las flores, aquellas que se sitúan en la superficie de la umbela son las primeras en abrirse y más tarde las de interior, pero suelen marchitarse sin haberlo hecho. Su fruto forma una cápsula globosa con tres lóculos, cuya dehiscencia se realiza a través de los nervios medios con lo que la estructura queda destruida por completo (loculicida). Contiene por lo general dos semillas, su forma es angulosa y de coloración oscura con una cara plana y otra convexa. El embrión es cilíndrico y curvo. Es extremadamente poco frecuente que la semilla del ajo fructifique de ahí que la reproducción del cultivo sea por vía vegetativa utilizando los dientes del bulbo, el cual es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas; las túnicas externas envuelven el bulbo entero y las internas a los dientes, estos últimos se componen de: túnica apergaminada, túnica carnosa, yema y tallo verdadero. Los dientes en el bulbo pueden ser simples o compuestos; los simples tienen una sola yema y los compuestos dos o más y su número en el bulbo o cabeza depende de la variedad. El proceso de acumulación de sustancias nutritivas se intensifica después que cesa la formación de las yemas y el crecimiento intenso de las hojas. (Izquierdo, 2001)

Existen evidencias sobre un origen asiático del ajo, dado que se le utilizaba terapéuticamente en la India en el siglo VI A.C., aunque otros autores indican que es originario del suroeste de Siberia. La especie *Allium longicispis*, muy extendida por Asia central, se señala como probable antecesor del ajo cultivado. (García, 1988 e Izquierdo, 2001)

Sus propiedades medicinales son también conocidas desde la antigüedad: entre otras, vermífugo, antimicótico, antiespasmódico, vasodilatador, antibacteriano, antitusígeno, broncodilatador, fungicida, catártico, diurético, rubefaciente, además se le considera como

estimulante de la secreción biliar y estomacal, estimulante del SNC y con un marcado efecto contra la arterioesclerosis y la trombosis; razones todas por las cuales la fitoterapia lo emplea en una diversidad de maneras. (García, 1988; Naranjo, 2001; Islas, 1994)

Se pueden citar algunos de sus usos terapéuticos alrededor del mundo, por ejemplo, en Argentina, su decocción es ingerida para combatir diarrea y otras infecciones urinarias y respiratorias; en China, se bebe el extracto acuoso para tratar la hipertensión y amenorrea. También se emplea como emenagogo y/o abortivo en China, India, Indonesia, Jamaica, Corea del sur, Kuwait y otros países árabes; como auxiliar en el tratamiento de trastornos circulatorios en Brasil, Nigeria, Japón y Europa; también es utilizado para tratar diabetes en Inglaterra y Yugoslavia; pero el principal uso tradicional que puede encontrarse es para combatir infecciones y parasitosis, como sucede en Argentina, Haití, Fiji, Guatemala, Italia, México, Perú, Arabia Saudita, Estados Unidos, Tailandia y Túnez. (Ross, 1999) Existen multitud de formas tradicionales de preparación, a las que se suman las nuevas diseñadas por la industria y que pasan por procesos diferentes en los que muchas veces se mezclan otros compuestos de síntesis. De hecho uno de los problemas señalados en la investigación de terapias basadas en ajo, es la falta de estándares en las presentaciones; que impide saber con certeza el contenido exacto de principios bioactivos, necesario para determinar dosis y efectividad. (Linde *et al*, 2001)

La planta contiene carbohidratos (fructanos), saponinas (glicósidos de furostanol: sativina, proto-erubina B y más), y es más conocida por sus compuestos azufrados.

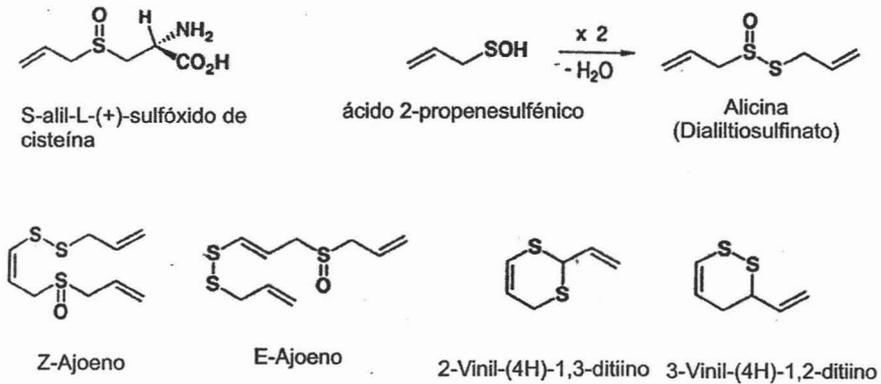


Figura: Estructuras de algunos metabolitos secundarios presentes en el ajo (Bruneton, 1995)

El constituyente principal del ajo fresco sin daños es la aliina o S-alil-L-(+)-sulfóxido de cisteína, que ocurre en el citosol. Una vez cortados o dañados, los tejidos liberan una enzima que degrada la aliina y que previamente se encontraba aislada en vacuolas. Esta enzima, la alinasa (S-alquil-L-cisteín liasa), convierte la aliina en ácido pirúvico y ácido 2-propenesulfénico, éste último se transforma inmediatamente en alicina, (+)-S-metil-L-cisteín sulfóxido); la actividad antibiótica de 1 mg de alicina ha sido equiparada con la de 15 UI de penicilina. La oxidación aérea de la alicina produce el dialilsulfuro (1,7 -ditioceta-4,5-dieno) que es el constituyente principal del aceite volátil del ajo. La existencia de este sistema alinasa/aliina, separado físicamente hasta el momento del daño tisular ha sido sugerida como un mecanismo primitivo de defensa. (Bruneton, 1995; Kuettner, 2002; Benkeblia, 2004)

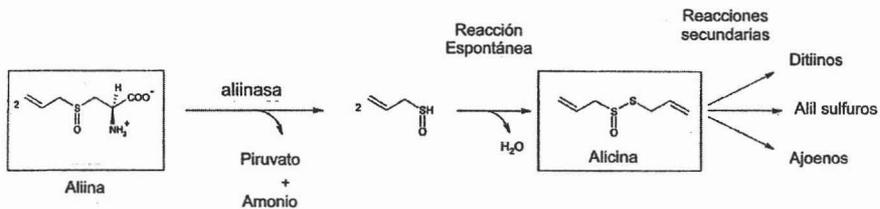


Figura: Reacción enzimática de la aliinasa en el ajo. (Kuettner, 2002)

La capacidad de la aliinasa para romper el enlace C-S le permite actuar sobre los sulfóxidos derivados del aminoácido cisteína, dando como resultado una multitud de compuestos azufrados responsables de la mayor parte de las características del ajo, tanto las cualidades sensoriales tales como el olor y sabor, como las terapéuticas como su capacidad de disminuir los niveles de lípidos sanguíneos o la presión arterial, evitar la agregación plaquetaria, propiedades anticancerígenas, inmunomoduladoras, antihiperlipérmicas, antihepatotóxicas, antivirales, antifúngicas, antibacterianas y antiparasitarias. (Kuettner, 2002; Ross, 1999; Benkeblia, 2004; Kuttan, 2000).

Carpa

La carpa dorada (*Carassius auratus*) pertenece a la familia más grande de peces de agua dulce, los ciprínidos. Se ha aceptado que la domesticación de la carpa se originó en la región del mar Caspio, de ahí se cree, fue llevada hacia el occidente por los soldados romanos en los años 300 a 600 DC, hacia el Mar Negro. La carpa también fue diseminada en oriente probablemente introducida por soldados del ejército imperial chino. Los romanos, quienes ya tenían cierta experiencia en el cultivo de peces, encontraron en éste cualidades como adaptabilidad, crecimiento rápido, omnivoría y poca exigencia en la calidad del agua. Algunas de estas carpas cultivadas posiblemente escaparon hacia los ríos, como el Danubio, dispersándose y adaptándose a nuevas condiciones. El pez llamó la atención de los

monjes, quienes expandieron su cultivo hacia casi la totalidad de Europa durante los años 700 a 1600 DC. Es hasta 1872 cuando la carpa dorada se introduce en México (Michaels, 1988)

Una desventaja para el consumo de la carpa es su gran cantidad de espinas por lo que no es fácil obtener filetes y la convierte en un pez adecuado para cocer o freír. Otra es su sabor fangoso, que puede evitarse con un control alimentario o marinando la carne antes de su preparación. En contraparte esta su bajo precio y los beneficios que aporta a la salud. Los médicos aceptan que los peces de carne oscura, como la macarela, salmón, arenque, trucha y carpa, son más saludables alimentariamente que los peces de carne blanca como el bacalao. Los primeros son altos en grasas poliinsaturadas, por lo que su consumo regular resulta en la disminución de la cantidad de colesterol en la sangre. En los lugares del mundo donde la gente consume frecuentemente este tipo de peces, las enfermedades cardiovasculares son bajas (esquimales, japoneses). (Michaels, 1988)

La carpa dorada presenta variaciones morfológicas inducidas, como la coloración, que es estimada por los acuariófilos por lo que su cultivo es principalmente con fines de ornato, sin embargo, también es consumida por la población rural cuando es liberada en cuerpos de agua, adquiriendo entonces importancia alimentaria. Dicha coloración es muy variada y abarca desde verde olivo, naranja, dorado brillante o blanquecino. Los juveniles son de colores opacos, verde-café o negro. En ambientes naturales la coloración tiende a ser plateada por ambos lados.

La especie posee un cuerpo fusiforme lateralmente comprimido, pedúnculo caudal grueso y corto, abdomen redondo y cabeza pequeña y corta, ojos de tamaño moderado, la boca también es pequeña, de labio grueso y protrible en forma de arco. La longitud total promedio va de 127 a 254 mm. y la altura es de 28 a 34 % de la longitud total. El

intestino es 2.7 a 3.2 veces más largo que el total del cuerpo. El pez llega a pesar hasta 1.5 Kg. Los dientes faríngeos están dispuestos en hileras 4/4, y tienen de 37 a 43 braquiespinas. La aleta dorsal presenta una espina fuerte y otra aserrada hacia el borde interno; la anal tiene 2 espinas fuertes también. Las aletas pélvicas son cortas y anchas, situadas en posición torácica, con 8 a 9 radios; en tanto que las aletas pectorales son anchas y poseen de 15 a 17 radios. El vientre es aquillado. Presenta escamas cicloideas delgadas y translúcidas en la línea lateral. El número de vértebras varía entre 28 y 33. (Sánchez, 1990)

La carpa es omnívora pues incluye en su dieta alimentos tanto de origen vegetal como animal. Al nacer se alimenta de las reservas nutricionales en su saco vitelino. Tres o cuatro días después, cuando el saco terminó de reabsorberse, comienza a ingerir alimento, básicamente zooplancton (rotíferos, cladóceros, copépodos, larvas de quironómidos y otros insectos). Al alcanzar los 3-5 cm de longitud, el pez adquiere los hábitos omnivoros definitivos, incorporando a su dieta: detritus, diatomeas, algas filamentosas, plantas acuáticas y semillas de plantas. En el primer año se da el principal incremento en longitud, mientras que el de peso ocurre hasta los 4 o 5 años, llegando a alcanzar 1.5 Kg. (Sánchez, 1990)

El pez se reproduce cuando la temperatura ambiental se aproxima a un promedio de 20 °. El desove suele ser anual. No hay un dimorfismo sexual marcado, por lo común las hembras son de mayor tamaño que el macho y exhiben un vientre abultado a causa de los óvulos maduros, el orificio anal es alargado y con una proyección circular, en cambio en los machos la abertura es pequeña y oval. La maduración sexual se da en el primer año de edad, pero la fertilidad es baja, incrementándose cuando llegan a los cuatro años. En el cortejo, el macho frota su cuerpo contra el vientre de la hembra y la golpea con la cabeza. El desove ocurre sobre plantas y es seguido de la expulsión del espermatozoides del

macho que fertiliza los huevos, los cuales tienen una superficie adherente que los fija a la primera superficie con la que tienen contacto. Una hembra adulta llega a poner 4000 huevos en promedio, de los que una tercera parte se perderá por no haber sido fecundada, por canibalismo o por saprolegniasis. Se obtiene una media de 500 a 1000 alevines por hembra. (Sánchez, 1990)

En la búsqueda de alternativas terapéuticas veterinarias, se hizo evidente el potencial parasiticida del ajo debido a su efectividad en humanos, por lo que se realizaron ensayos con especies de importancia en la piscicultura. Mojica (1987) evaluó el efecto nematodocida del ajo en tilapias (*Tilapia mossambica*) comparándolo con el del tartrato de amonio y potasio. El grupo tratado con ajo la carga de nemátodos disminuyó bruscamente hasta que en las 72 horas del segundo tratamiento el conteo de huevos fue nulo. En cuanto al grupo tratado con tartrato de amonio y potasio se detectó a las 72 horas la presencia de huevos, tanto en la primera como en la segunda réplica. El lote con ajo no mostró signos de intoxicación, al contrario del de tartrato de amonio y potasio en el que los peces perdieron el equilibrio a pesar de ser una dosis establecida en la literatura.

Posteriormente Peña, en su trabajo de 1988, llevó a cabo un experimento para determinar si la capacidad nematodocida del extracto total fresco del ajo está contenida en la fracción liposoluble, hidrosoluble o en la mezcla de ambas fracciones incluyendo también ajo molido fresco en los tratamientos y usando como modelo a la carpa (*Cyprinus carpio*) parasitada con nemátodos. En sus resultados los extractos hidrosoluble y liposoluble y la mezcla de ambos, presentaron un efecto reductor de la cuenta de huevos de parásitos, pero no fue tan notable como el del ajo completo, el cual redujo a cero la cuenta de huevos de nemátodos.

Otro estudio hecho por Sumano et al (1988) utilizó ajo como antihelmíntico en tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). El diseño experimental implicó además de los grupos control y testigo, a otros que fueron tratados con ajo molido, tartrato de amonio y potasio, extracto lipídico de ajo, extracto acuoso y una mezcla de ambos extractos. Los grupos con ajo molido y con tartrato arrojaron un 100% de efectividad, lo cual confirma la eficacia del ajo y sugiere que el compuesto o la mezcla de compuestos responsables de la actividad se hayan repartidos entre las fracciones hidrosolubles y liposolubles. (Naranjo, 2001)

El presente trabajo surge con base en los resultados hasta ahora obtenidos, considerando la carencia de datos respecto a la evaluación de ajo en presentaciones comerciales que pudieran alterar sus propiedades creando sinergias o antagonismos; y pretendiendo apoyar la terapia con ajo como una alternativa sencilla y económica accesible para el productor.

OBJETIVO

Comparar, en carpa dorada, la eficacia antihelmíntica del ajo en forma natural deshidratada contra una presentación comercial.

HIPÓTESIS.

El ajo fresco deshidratado presentará una mayor efectividad antihelmíntica que el producto comercial.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en las instalaciones del acuario de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

El ajo fresco fue picado finamente y posteriormente secado al sol en un lapso de 2 días. El ajo en la presentación comercial fue obtenido de

comprimidos * los cuales se procesaron en un molino de cubos para obtener un polvo homogéneo.

Los productos se pesaron para lograr las dosis establecidas**, y fueron después depositados en sacos de gasa que permiten la difusión continua de las sustancias activas pero evitan la liberación de sólidos. Se utilizaron 6 acuarios de plástico de 35 cm. de largo por 25 cm. de ancho por 20 cm. de profundidad, por tanto, con una capacidad volumétrica de 17.5 litros. Se montaron con agua de clorada previamente por aireación y se les conectó un aireador*** con capacidad de 3 L de oxígeno por hora. Diariamente se sustituyó 10% del agua y se retiraron heces y residuos de alimento depositados en el fondo. Se lotificaron 120 carpas doradas juveniles, de $4 \text{ g} \pm 0.5 \text{ g c/u}$ en 6 grupos de 20 carpas cada uno y se obtuvo 1 g de heces del fondo de cada acuario antes de iniciar el tratamiento (conteos basales o controles de huevos de nematodos y huevos de céstodos); Muestras de los huevos y de gusanos planos y redondos se enviaron a parasitología para su identificación. Posteriormente se inició el tratamiento con el ajo natural a dosis de 250 mg/l, con base en Mojica (1987), y con el ajo comercial en la misma dosis, durante tres días. Al término del ensayo se volvieron a contabilizar los huevos mediante la técnica de Stoll por lectura en greca y se buscaron gusanos adultos en el sedimento de heces.

Una vez recabados los datos numéricos de cada lote, se obtuvieron los promedios de cada uno y a éstos se les aplicaron los análisis estadísticos de Bartlett para comprobar si hubo o no homogeneidad de varianzas, utilizando como limite de confiabilidad $\alpha=0.05$, de haber homogeneidad se hicieron análisis pareados de T de Student y en el caso de no haber homogeneidad se hicieron análisis de U de Mann-Whitney.

* GNC Natural Brand™ Coated Odorless Triple Garlic

** balanza digital Ohaus, escala de 0.01 g.

*** Aireador Hagen

RESULTADOS

Los resultados se presentan sintetizados en los cuadros 1,2 y 3

Cuadro 1. Resultados de todos los grupos

Ajo fresco Nemátodos		Ajo comercial		Ajo fresco Céstodos		Ajo comercial	
basal	Post- tratamient o	basal	Post- tratamient o	basal	Post- tratamient o	basal	Post- tratamien to
6	0	0	1	0	0	1	0
8	0	0	0	15	0	0	0
4	2	0	0	2	1	9	1
24	0	2	0	50	1	2	0
29	0	1	0	66	4	0	0
10	0	2	0	10	0	0	0

Huevos de nemátodos:

Ajo fresco p (varianza): $3.189 \times 10^{-5} < 0.05$

Ajo comercial p (varianza): $0.0763 > 0.05$

Para el ajo fresco hubo heterogeneidad de varianzas, así que el siguiente análisis fue el de U de Mann-Whitney obteniéndose un valor de $0.005075 < 0.05$ por lo que hay diferencias estadísticamente significativas debidas al tratamiento.

Los datos del grupo tratado con ajo comercial tuvieron varianzas homogéneas y en consecuencia el análisis posterior fue el de T de Student que dio un valor de $0.15605 > 0.05$, indicando la ausencia de diferencias estadísticamente significativas.

Cuadro 2. Resultados de nemátodos

Huevos de nemátodos	
Ajo fresco	Ajo comercial
p (varianza) = 3.189×10^{-5}	p (varianza) = 0.076324
$p = 0.005075$	$p = 0.15605$

Huevos de céstodos.

En ambos tratamientos las varianzas resultaron heterogéneas, siendo en ajo fresco $p = 6.112 \times 10^{-6} < 0.05$, y en ajo comercial $p = 0.000217 < 0.05$; por lo que el siguiente análisis fue U de Mann-Whitney. El grupo medicado con ajo fresco mostró un valor de $p = 0.05 = 0.05$ y por tanto diferencia estadísticamente significativa a causa del tratamiento; mientras que en el ajo comercial no se demostró tal diferencia al ser $p = 0.298 > 0.05$.

Cuadro 3. Resultados de céstodos

Huevos de céstodos	
Ajo fresco	Ajo comercial
p (varianza) = 6.112×10^{-6}	p (varianza) = 0.000217
$p = 0.05$	$p = 0.298$

Destaca notablemente el grupo tratado con ajo natural ya que mostró una reducción mayor del número de huevos de nemátodos, llevándolo casi a cero. En el caso de huevos de céstodos los resultados mostraron también una mayor disminución con el ajo natural.

En ambos tratamientos hubo una alta turbidez del agua y olor penetrante de ajo, para la presentación industrializada la turbidez fue más pronunciada y se acompañó de abundante espuma en los acuarios por lo que se requirió de cambios parciales de agua diariamente.

DISCUSIÓN

Los resultados del ensayo son similares a los reportados por Mojica (1987), Peña (1988) y Sumano (1988), donde el ajo fresco molido también tuvo mayor eficacia antiparasitaria, en comparación con tartrato de amonio y potasio y extractos de ajo; pero a diferencia de tales ensayos, la forma de administración no requirió de la incorporación del ajo en el alimento, evitándose la proliferación de hongos en el alimento no consumido. Otra diferencia destacable es que los ensayos previamente realizados se habían enfocado en nemátodos y acantocéfalos, por lo que éste es el primer trabajo que muestra resultados con céstodos, contra los que el ajo en presentación natural también exhibió actividad significativa. La alicina se ha sugerido como el constituyente antihelmíntico principal pero una búsqueda más profunda en la bibliografía no arroja resultados sobre el modo de acción del compuesto (OMS, 1999; Githiori, 2004). Otros compuestos azufrados se usan como antihelmínticos: benzimidazoles – interfieren con la polimerización de la tubulina en el parásito Imidazotiazoles – interfieren con receptores nicotínicos de acetilcolina.(Githiori, 2004) Pero no puede decirse alguno de éstos modos de acción sea el que tiene la alicina, pues si bien contiene azufre, su estructura es distinta a la de esos compuestos y sus derivados. Por otra parte, aunque se sugiere que la alicina es el principal antihelmíntico de la preparación, no es el único compuesto azufrado presente, cabe la posibilidad de que alguno de los demás esté actuando de forma significativa, solo o en sinergia con dicho compuesto. Las diferencias, con respecto a los vertebrados en las vías metabólicas de los aminoácidos azufrados en helmintos también pueden estar involucradas en el efecto antihelmíntico. (Barret, 1991; Papadopoulos, 1996) La cantidad de compuestos azufrados en plantas del género *Allium* se ve afectada por características del suelo como concentración o disponibilidad de S o N (Jones *et al*, 2004), lo cual podría ser aprovechado para lograr tratamientos más efectivos requiriendo menor cantidad de producto. El contenido de aliina también

se ve afectado por el procesamiento al cambiar la temperatura o el pH (Harding, 1999), así el ajo natural fresco contiene 0.25 – 1.15% y el ajo natural seco contiene 0.7 – 1.7%. Un miligramo de aliina se considera equivalente a 0.45mg de alicina. El ajo comercial utilizado refiere un mínimo de 1200 ppm de alicina por tableta de 810 mg. Los perfiles químicos de los productos de ajo reflejan el procedimiento del procesado: bulbo (fresco), principalmente aliina, alicina; polvo deshidratado, principalmente aliina, alicina; aceite volátil, casi por completo dialil sulfuro, dialil disulfuro, dialil trisulfuro y dialil tetrasulfuro; macerado en aceite, principalmente ditioenos (*2-vinil-[4H]-1,3-ditioeno*, *3-vinil-[4H]-1,3-ditioeno*) y ajoenos (*E-ajoeno*, y *Z-ajoeno*) (OMS, 1999)

Los aditivos presentes en la preparación comercial se consideran inertes, por lo que su influencia en los resultados no es tomada en cuenta, tales aditivos son:

Celulosa, acetoglicéridos vegetales (gelificantes), dióxido de titanio y clorofila.

CONCLUSIONES

Los resultados hasta ahora obtenidos han demostrado que la utilización de ajo como alternativa terapéutica de helmintiasis en la piscicultura es una opción factible de ser utilizada para condiciones de estanquería, en primer lugar por la fácil disponibilidad del ajo en México y otros países, en segundo, por su bajo costo, menor que el de los productos de patente, en tercer lugar porque es pequeño el número de productos de patente aceptados por la FDA para los organismos acuáticos y porque hay una menor contaminación del agua o por lo menos esta contaminación es menos tóxica.

Resta llevar a cabo los procedimientos necesarios para estandarizar los tratamientos; pruebas de campo en estanques pequeños de segregación, para evitar la utilización de grandes cantidades del ajo, así mismo pruebas con otras especies ícticas e incluso con especies astacícolas, estudios de impacto ambiental a largo plazo. Además no solo contra helmintos sino también contra otros organismos de importancia patológica; Gram negativos como *Aeromonas* sp. y *Pseudomonas* sp. Algunos efectos del ajo podrían ser utilizados en tratamientos de otras patologías (Martins, 2002).

El proceso normal de desarrollo de fármacos basados en conocimientos tradicionales de herbolaria implica un largo proceso que inicia con la búsqueda de los principios activos, continúa con el aislamiento de tales metabolitos secundarios, ensayos para determinar viabilidad, dosis y efectividad, efectos fisiológicos, sinérgicos, en algunos casos síntesis. Todo éste universo de pruebas requiere de tiempo, tecnología y recursos humanos; exige una fuerte inversión monetaria que eleva los precios finales del medicamento por lo que su desarrollo y producción recae generalmente en empresas transnacionales con lo que la población, en este caso los piscicultores, no se beneficia de manera inmediata. Al emplear ajo se reducen muchos de los lapsos e inversiones mencionados.

Actualmente hay una tendencia mundial al retorno de prácticas de la medicina tradicional, de forma pura o mezclada con nuevos conocimientos y tecnologías. Países como China, México o algunas naciones africanas con un gran acervo histórico en cuanto a herbolaria se refiere se han vuelto centros de información para obtener nuevos recursos terapéuticos.

BIBLIOGRAFÍA

Auró A., Jiménez E.M. 1993. *La herbolaria medicinal en el tratamiento de las enfermedades de los peces en México*. Vet. Mex.; 24: 291-295.

Auró A y L. Ocampo. 2003. *Evaluación comparativa del efecto profiláctico del ajo y de un producto de patente entre dos gram negativas en tilapias (*Oreochromis hornorum*)*. TIP Revista especializada en Ciencias Químico-biológicas, 6 (2): 67-73

Barrett J. 1991. *Amino acid metabolism in helminths*. Adv Parasitol. 30:39-105.

Benkeblia N. 2004, *Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*)*. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 37 263-268

Bruneton, Jean. 1995. *Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants*. Lavoisier Publishing. Paris, Francia. P 180-183

Cronquist, Arthur. 1981 *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York. EUA.

García A. Carlos R. 1998. *El ajo, cultivo y aprovechamiento*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Harding D.C.J.M.Z.D.A.C. 1999. *A study into the antibiotic effect of garlic *Allium sativum* on *Escherichia coli* and *Staphylococcus albus**. Nutrition & Food Science, Agosto, vol. 99, no. 4, pp. 17-17(1)

Izquierdo O., H. y Quiones O., Y. 2001. *Obtención de semilla de ajo mejorada mediante el empleo de técnicas biotecnológicas*. Temas. Septiembre - diciembre:39-55

Jones M. G., J. Hughes, A. Tregova, J. Milne, A. B. Tomsett y H. A. Collin. 2004. *Biosynthesis of the flavour precursors of onion and garlic*. Journal of Experimental Botany 55(404):1903-1918

Kuettner, B. E., R. Hilgenfeld, M.S. Weiss. 2002 *Purification, characterization, and crystallization of alliinase from garlic*. Archives of Biochemistry and Biophysics 402: 192-200

Kuttan Girija. 2000. *Immunomodulatory effect of some naturally occurring sulphur-containing compounds*. Journal of Ethnopharmacology 72: 93-99

Linde, Klaus; G. Riet, M Hondras, A Vickers, R Saller y D Melchart. 2001 *Systematic reviews of complementary therapies – an annotated bibliography. Part 2: Herbal medicine*. BMC Complementary and Alternative Medicine 1:5 <http://www.biomedcentral.com/1472-6882/1/5>

Martins ML, Moraes FR, Miyazaki DM, Brum CD, Onaka EM, Fenerick J Jr, Bozzo FR. 2002. *Alternative treatment for Anacanthorus penilabiatus (Monogenea: Dactylogyridae) infection in cultivated pacu, Piaractus mesopotamicus (Osteichthyes: Characidae) in Brazil and its haematological effects*. Parasite. Jun;9(2):175-80.

Michaels, V.K. 1988 *Carp farming*. Fishing News Books Ltd, Surrey, England.

Mojica M.A. 1987. *Evaluación comparativa del efecto nematocida del ajo (Allium sativum) y del tartrato de amonio y potasio en tilapia (Tilapia mossambica)* Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. Y Zoot. UNAM. D.F., México.

Naranjo M., Alma R. 2001 *Compuestos terapéuticos del ajo (Allium sativum) y la cebolla (Allium cepa) en acuacultura: Estudio recapitulativo*. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. Y Zoot. UNAM. D.F., México.

Papadopoulos AI, Walker J, Barrett J. 1996. *A novel cystathionine beta-synthase from Panagrellus redivivus (Nematoda)*. International Journal of Biochemistry and Cell Biology. May;28(5):543-9.

Peña N, Auró A, Sumano L.H. *A comparative trial of garlic, its extract and ammonium potassium tartrate as anthelmintics in carp*. Journal of Ethnopharmacology. 24:199-203. (1988).

Ross, Ivan A. 1999. *Medicinal plants of the world*. Humana Press. Totowa, NJ. EUA. P 25-63

Rubín R, Ramón. 1986. *Manual práctico de piscicultura rural*. CECSA. D.F. México

Sánchez Ada M. 1990. *Algunos aspectos de la dinámica poblacional de los parásitos del tracto digestivo de la carpa dorada Carassius auratus L en el embalse La Goleta, Estado de México*. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. DF, México

Zárate, O.M.L. 1991 *Evaluación del efecto nematocida de la cebolla fresca picada (Allium cepa) y sus extractos hidrosoluble y liposoluble en tilapia híbrida (Oreochromis sp.)* (Tesis de licenciatura. Fac. De Med. Vet. Y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F.)

Scholz Tomáš. 1999. *Parasites in cultured and feral fish*. Veterinary Parasitology 84: 317-335

Sumano, L.H., Auró, O.A. & Ocampo, C.L. *Utilización del ajo Allium sativum como antihelmíntico en tilapia Sarotherodon mossambicus*. Vet. Mex. 19, 359-362 (1988).

OMS (WHO) 1999. WHO Monographs on selected medicinal plants. Vol.
1. World Health Organization. Ginebra, Suiza.