



8629
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTUDIOS PRELIMINARES DEL EFECTO FUNGICIDA
DE LAS TINTURAS DE AJO (ALLIUM SATIVUM)
Y RABANO (RAPHANUS SATIVUS) EN SAPROLEGNIA SP.**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

BIOLOGO

PRESENTA

GABRIELA ISLAS MONDRAGON

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CIUDAD UNIVERSITARIA D.F. A 9 DE MAYO DE 1994



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CIUDAD UNIVERSITARIA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
División de Estudios
Profesionales
Exp. Núm. 55

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Universidad Nacional Autónoma de México.
P r e s e n t e .

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiend
revisado el trabajo de tesis que realiz^ó 1a pasante _____
GABRIELA ISLAS MONDRAGON

con número de cuenta 8311036-6 con el título: _____
ESTUDIOS PRELIMINARES DEL EFECTO FUNGICIDA DE LAS TINTURAS DE AJO (*Allium sativum*)
Y RABANO (*Raphanus sativus*) EN *Saprolegnia* sp.

Consideramos que reúne _____ los méritos necesarios para que pueda conti-
nuar el trámite de su Examen Profesional para obtener el título de _____
BIOLOGO

GRADO NOMBRE Y APELLIDOS COMPLETOS

FIRMA

M. EN C.	MARIA LOURDES	ZUÑIGA TELLEZ	
Director de Tesis			<i>Maria Lourdes Zuñiga Tellez</i>
M. EN C.	ROSA	ZUGAZAGOITIA HERRANZ	<i>R. Zugazagoitia Herranz</i>
M. EN C.	CELIA ELVIRA	AGUIRRE ACOSTA	<i>C. Elvira Aguirre Acosta</i>
M. EN C.	GUILLELMO	PEREZ SALDANA	<i>Guillermo Pérez Saldaña</i>
Suplente			
M. EN C.	ALONSO	AGUILAR IBARRA	<i>Alonso Aguilar Ibarra</i>
Suplente			

GABRIELA ISLAS MONDRAGON

MEXICO 1994

BIOLOGIA
Facultad de Ciencias.
Ciudad Universitaria.
U.N.A.M.

TESIS

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	5
ABSTRACT	7
INTRODUCCION	9
Historia de la Acuicultura en México.	9
La Piscicultura en México.	9
Biología de la trucha arco-iris.	10
Posición taxonómica.	10
Descripción del género.	10
Distribución en México.	11
Hábitat.	11
Ciclo de vida.	11
Requerimientos medioambientales de la trucha.	11
Importancia de la sanidad piscícola en México.	12
Sanidad piscícola.	12
Aspectos socio-económicos.	12
Enfermedades de la trucha arco-iris.	12
Saprolegniasis.	13
Posición taxonómica Saprolegnia.	13
Distribución geográfica.	13
Descripción del género.	13
Epizootología de la saprolegniasis.	14
Cuadro clínico.	15
ANTECEDENTES	17
Generalidades del ajo (<i>Allium sativum</i>).	18
Posición taxonómica.	18
Hábitat natural y distribución en México.	18
Descripción del ajo.	18
Composición química.	19
Cómo actúa el ajo.	19
Usos y propiedades.	20
Generalidades del rábano (<i>Raphanus sativus</i>).	21
Posición taxonómica.	21
Hábitat natural y distribución en México.	21
Descripción del rábano.	21
Composición química.	21
Usos y propiedades.	22
OBJETIVOS	23
MATERIAL Y METODO	25
Preparación de tratamientos.	25
Extracto alcohólico de ajo.	25

TESIS

Extracto alcohólico de rábano.	26
Selección de organismos.	26
Marcaje de organismos y cuantificación de tejido parasitado.	26
Aplicación de tratamientos.	27
RESULTADOS Y DISCUSION	29
Organismos tratados con ajo.	29
Organismos tratados con rábano.	30
CONCLUSIONES	33
BIBLIOGRAFIA	35

DEDICATORIA

A mis amados y maravillosos padres por todo su apoyo, su ayuda; por toda su comprensión y su fe en mí . Gracias por la confianza que me tienen, por sus palabras de aliento y sobre todo muchas gracias por su amor.

A mis queridos hermanos Arturo, Ricardo, Damián y Mauricio por sus consejos, cariño y amistad.

A Miguel por todo su amor, apoyo y respeto.

A Tshayita y Dany.

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a la directora de ésta tesis *M. en C. Lourdes Zuñiga* la ayuda y dirección de la misma.
- Le agradezco al jurado las correcciones hechas al trabajo escrito: *M. en C. Guillermo Pérez, M. en C. Rosa Zugazagoitia Herranz, M. en C. Elvira Aguirre Acosta, Biol. Alonso Aguilar y Biol. Hugo Aguirre.*
- A la piscifactoría "El Zarco" por el préstamo de los organismos y sus instalaciones.
- A la Lic. María del Carmen Díaz de León por permitirme el uso de las computadoras en la captura de datos.
- Al Ing. Javier Palomar por la ayuda prestada en la elaboración del trabajo escrito.
- A Cristina Ortega por la elaboración del material fotográfico.
- A Eduardo por la elaboración de los esquemas y dibujos.
- A la Universidad de Chapingo por la información prestada.
- A Agriculture Canada, Research Station: Harrow, Saskaton, Foodland Ontario, Poisonous Plant, Health of Animals Laboratory, Saint-Jean, Nepean y Iacombe por la bibliografía enviada.
- A Center for Science in the Public Interest y al Colegio Delaware por los artículos enviados.
- A la Universidad de Nebraska y a la Universidad de Fresno, California por los resúmenes e información enviada.

RESUMEN

En la actualidad el problema de la alimentación ha tomado particular interés debido a la sobrepoblación que existe principalmente en los países del continente americano. Por esto la actividad piscícola es de gran importancia ya que es proveedora de gran cantidad de proteína animal.

Por otro lado, es muy común que en las piscifactorías se presente una enfermedad conocida como saprolegniasis, la cual produce uno de los mayores índices de mortandad, principalmente en la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri* Richardson, 1836). Esta enfermedad es comunmente controlada con el verde de malaquita libre de zinc. Este químico es efectivo en el control de la *Saprolegnia* sp, pero se sabe que es una sustancia teratogénica y mutagénica (Bailey, 1984). Así que se planteó la posibilidad de emplear la herbolaria como una alternativa para controlar esta enfermedad. Se empleó el ajo (*Allium sativum*) y el rábano (*Raphanus sativus*) como fungicidas. En los experimentos se obtuvieron buenos resultados con las dosis más bajas: 57 ml de extracto alcohólico de rábano \ 100 l de agua de estanque y 57 ml de extracto alcohólico de ajo \ 100 l de agua del estanque; ambas inhibieron el crecimiento del hongo.

ABSTRACT

At the present time the food problem had taken special interest in around the world, principally in american countries. For that the pisciculture activity had acquired great importance. It provide a lot of animal protein.

In an other hand, in the fish hatchery is very common that it present some infections, one of this produce a bigger rate of mortality in that place. These infections have been controlled frequently with malachite green. This substance is effective in the *Saprolegnia* sp control, unfortunately it is teratogenic and mutagenic (Bailey, 1984). This is the reason for that we think the possibility to use the herbalist like it option to control these infections. We use the garlic (*Allium sativum*) and the radish (*Raphanus sativus*) like fungicide. In our experiment we obtained good result with low proportion: 57 ml. radish tincture\100 l. water and 57 ml. garlic tincture \100 l. water, bout tincture have inhibition in the fungi growth.

INTRODUCCION

Historia de la Acuicultura en México.

Desde la época Precortesiana se tiene el antecedente de la práctica de la actividad piscícola. La cultura precolombina, debido a que se desarrolló entre lagunas y lagos, aprovechó como una fuente de alimento a los organismos acuáticos que se desarrollaban de manera silvestre.

Posterior a ésta época, la práctica de la piscicultura en Mesoamérica se limitó al depósito de pequeños peces comestibles autóctonos, los cuales se criaban en charcas, jagüeyes o en pequeños estanques que construían los zapotecas.

Más adelante, en la época colonial dentro de los conventos se cultivaban peces con técnicas muy rudimentarias traídas de Europa y Asia, ya que por razones religiosas, durante la Cuaresma u otras celebraciones, obligaban a los feligreses a comer pescado en lugar de carne.

Los registros formales más antiguos aparecen en 1858, cuando es formulado un Decreto, el cual manifiesta que en el inventario de los bienes inmuebles de la Nación, se incluían los viveros de peces. En 1883 la Secretaría de Fomento da un decidido apoyo a la Piscicultura, labor promovida por Esteban Cházari.

A fines del siglo pasado, se realizan las primeras actividades de piscicultura intensiva introduciéndose al país especies como la trucha arco-iris (De Lara y Castro, 1983).

La Piscicultura en México.

Los cultivos acuáticos representan un potencial de reproducción muy amplio, que van desde el manejo de especies para el medio rural, hasta el mercado más exigente y elitista que es el de la exportación; así también para medios ecológicamente muy diversos, tanto naturales como artificiales.

Este panorama tan amplio nos permite integrar a la piscicultura con otros sectores productivos, de tal manera que los rendimientos por unidad de superficie sean superiores a aquellos que sólo se obtienen en forma aislada; esto es, se hace óptimo el uso de la energía. Por ejemplo, si se combina el cultivo de peces con el cultivo de cerdos o cualquier tipo de ganado, la producción será sumatoria, el uso del agua y del suelo será óptimo, y de hecho las inversiones pueden ser prácticamente las mismas que si sólo se considera una de ellas en forma individual. Aunado a lo anterior se puede tener un mejoramiento ecológico, ya que los residuos agropecuarios lejos de contaminar, servirán para el alimento directo o indirecto de los organismos acuáticos.

Las experiencias en materia de piscicultura en México se han basado fundamentalmente en especies introducidas, tratando de adecuar las tecnologías generadas en otros países. Es importante señalar que quienes han emprendido esta tarea han sido los biólogos, quienes no sólo se han avocado al conocimiento de la biología de estas especies, sino que también se han puesto a diseñar instalaciones, no obstante en muchos de los casos se han ignorado los aspectos económicos y sociales que todo cultivo debe contemplar. El resultado ha sido una serie de errores, escaso desarrollo y una casi nula incorporación a otras actividades productivas, tales como las agropecuarias y pesqueras.

Sin embargo, no todo ha sido negativo, ya que se ha podido establecer el cultivo de varias especies que, si bien son pocas, se puede considerar que estamos en condiciones de pasar de una fase experimental y/o piloto (dependiendo de cada caso) a una fase de producción comercial, lo cual permitirá generar proteínas de excelente calidad, coayudando de esta manera en la solución parcial de la creciente demanda de alimentos, empleos y divisas.

Una de las especies más importantes debido a que se cultiva en todo el país es la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri* Richardson, 1836).

Biología de la trucha arco-iris.

Posición taxonómica.

De acuerdo con McFarland (1985) la clasificación taxonómica de la trucha arco-iris es la siguiente:

REINO	Animal
PHYLUM	Chordata
SUBPHYLUM	Vertebrata
SUPERCLASE	Gnatostomata
CLASE	Osteichthyes
SUBCLASE	Actinopterygii
SUPERORDEN	Teleostei
ORDEN	Salmoniformes
SUBORDEN	Salmonoidei
FAMILIA	Salmonidae
GENERO	Salmo
ESPECIE	gairdneri
NOMBRE CIENTIFICO	Salmo gairdneri Richardson, 1836
SINONIMIA	Oncorhynchus nikiss
NOMBRE COMUN	Trucha arco-iris

Descripción del género.

Esta especie se distingue de las otras del género *Salmo* por sus numerosas manchas oscuras y pequeñas, y porque posee escamas de menor tamaño; así como por la línea iridesciente que recorre el cuerpo a ambos costados. El nombre arco-iris deriva precisamente de la coloración del pez, la cual varía en función del medio ambiente en el que se encuentre, de la talla, sexo y del grado de madurez sexual (ver Figura 1) (Aguilera y Noriega, 1985).

Existe una gran variedad de razas de *S. gairdneri*, las cuales podían ser distinguidas entre sí por el número de escamas sobre la línea lateral o por su coloración. No obstante, las características se han ido perdiendo entre cruce y cruce.

Distribución en México.

La trucha arco-iris (*S. gairdneri*) es originaria de América del Norte, su distribución natural abarca las corrientes de aguas frías y cristalinas de las zonas montañosas, valles y depresiones más altas de los estados de Durango, Chihuahua, Baja California, Sinaloa y Sonora, localizándose en los ríos Culiacán, Truchas, Tabacatío y Hondo.

Por otro lado, debido a las siembras y repoblaciones que distintas instituciones y organismos estatales y federales han hecho, su distribución se ha ampliado de manera considerable a los estados de Hidalgo, México, Jalisco, Chiapas, Nuevo León, Baja California, Michoacán, Morelos, Puebla, D.F., Guanajuato, Sonora, Coahuila, Guerrero, Tlaxcala, Tamaulipas, Veracruz y Querétaro.

Hábitat.

La trucha arco-iris es un salmónido que habita en las aguas frías, claras y oxigenadas de los lagos y arroyos en altas latitudes. En zonas tropicales y subtropicales habita arroyos de aguas corrientes pero en zonas de gran altitud (superior a los 1,500 m.s.n.m.), cuyas temperaturas en los meses más cálidos no rebasen los 21°C.

Ciclo de vida.

La trucha arco-iris madura en función de la temperatura y de la latitud. En el caso de México, el desove se realiza durante los meses de noviembre a febrero, cuando la temperatura del agua desciende a sus niveles más bajos.

La hembra madura por primera vez a los 18 meses, pero las de más de 3 años de edad producen mayor número de huevecillos, más grandes y de mejor calidad y/o viabilidad. Al concluir el desarrollo embrionario, el alevín eclosiona y se alimenta de las reservas nutricionales contenidas en el saco vitelino. Ya que las reservas han sido agotadas y el saco vitelino se ha absorbido, el alevín asciende a la superficie en busca de alimento en el medio externo. Una pequeña proporción de truchas madurará a los 18 meses de edad, la mayoría 12 meses después, y un año más tarde casi la totalidad de la población habrá alcanzado la madurez sexual, correspondiendo a pesos de 1.0, 2.0 y 4.0 kg., respectivamente.

Requerimientos medioambientales de la trucha.

El agua empleada para el cultivo de la trucha debe estar saturada de oxígeno, ya que no soporta concentraciones inferiores a 5.5 a 7.7 ppm. Por esto se recomienda el uso de dispersores o fragmentadores del agua de abastecimiento para incrementar la oxigenación. Otro aspecto muy importante que debe tomarse en cuenta para el cultivo de la trucha es la temperatura, a temperaturas superiores a los 20°C la concentración de oxígeno es muy baja, pero si está el organismo en óptimas condiciones puede soportar hasta 25°C, teniendo cuidado de evitar la anoxia por abatimiento de oxígeno (Aguilera y Noriega, 1985).

México cuenta con un clima favorable para la producción de este salmónido, pudiendo llegar a ser competitivo a nivel mundial, ya que por las temperaturas más favorables, el ciclo de producción podría ser considerablemente más corto que en latitudes mayores. La trucha requiere de una alta cantidad de oxígeno (10 - 11 ppm), por lo que precisa de bajas temperaturas de agua, siendo la ideal de 9°C a 10°C (Acuavisión, 1988).

La tolerancia al pH oscila en un intervalo de entre 6.5 - 8.0. Si es rebasado en ambos puntos este rango, el organismo puede llegar al "stress".

El aspecto de las sustancias tóxicas debe de tomarse mucho en cuenta ya que al acumularse las excretas de los peces y la materia orgánica proveniente del alimento y otros, puede provocarle a la trucha 3 tipos de daños, sobre todo cuando el estanque es cerrado:

1. Si se acumula amoníaco ionizado y libre, a baja concentración puede lesionar branquias y retardar el crecimiento;
2. El abatimiento del oxígeno ocasiona la anoxia;
3. Y por sólidos disueltos y material en suspensión se produce la irritación branquial.

Importancia de la sanidad piscícola en México.

Sanidad piscícola.

La sanidad piscícola atiende todas aquellas enfermedades de origen infeccioso (como son las ocasionadas por virus, bacterias, hongos, protozoarios, helmintos, artrópodos, etc.), y enfermedades no infecciosas como son las genéticas, nutricionales o funcionales. Su objetivo primordial es mantener y mejorar la salud de los peces para obtener el óptimo desarrollo y reproducción en el tiempo mínimo recomendable, lo cual es importante para conseguir la tasa de crecimiento señalada para cada especie. Podemos determinar entonces, que las enfermedades son una limitante en la producción piscícola, apareciendo a veces en forma esporádica o periódica.

Aspectos socio-económicos.

Actualmente la infraestructura continental esta constituida por un total de 1894 unidades de producción acuícola, de las cuales funcionan 1626, mientras el resto se encuentra a nivel de proyecto o en construcción. La acuicultura alcanzó una producción de 144,039 toneladas en 1984, de las cuales 92,941 toneladas fueron de peces dulceacuícolas, y el resto de ostión, almeja, abulón y langostino (Jiménez *et al.* 1988).

Aunado a este desarrollo operativo nace la preocupación por conocer el estado sanitario de las especies cultivadas con el objeto de ejercer medidas biológicas, químicas o físicas para su control.

Los problemas existentes sobre sanidad piscícola se agravan aún más debido a: (1) mal manejo de las especies; (2) al transporte de crías y reproductores de un lugar a otro ocasionando el transporte de organismos patógenos; (3) a la introducción de peces provenientes de otros países sin un estudio previo, o bien (4) al adoptar peces silvestres como sementales sin conocer la susceptibilidad que poseen para transmitir enfermedades.

En muchos países, al igual que en el nuestro, no existe un documento legislativo que controle los aspectos sanitarios de adquisición de organismos acuáticos y su transporte.

Enfermedades de la trucha arco-iris.

El cultivo de la trucha en ocasiones puede verse afectado por diversos problemas de enfermedades. La mayoría de estos problemas, al igual que en cualquier otra rama pecuaria, suceden como consecuencia del incorrecto manejo de los animales así como por falta de higiene.

Las enfermedades de la trucha se pueden agrupar, según los agentes etiológicos (causantes) que las originan en:

- ENFERMEDADES PARASITARIAS: Ictiofitiriasis, Chilodoneliasis, etc.
- ENFERMEDADES BACTERIANAS: Furunculosis, Tuberculosis, etc.
- ENFERMEDADES VIRALES: Necrosis pancreática, Septicemia Hemorrágica, etc.
- ENFERMEDADES FUNGALES: Saprolegniasis e Ictiosporidiosis.
- ENFERMEDADES ATRIBUIBLES A OTRAS CAUSAS (Aguilera y Noriega, 1985.)

Saprolegniasis.

La saprolegniasis es una enfermedad fúngica que invade principalmente la piel y las branquias de los peces.

La importancia de esta enfermedad está relacionada con la incubación de los huevos. El hongo se desarrolla sobre huevos no fertilizados a partir de los cuales se extiende hacia los huevos vivos que contienen restos de materia orgánica adherida a la superficie. Las hifas forman redes filamentosas que provocan la muerte de los huevos por asfixia (Aguilera y Noriega, 1985).

Posición taxonómica Saprolegnia.

Con base en Ulloa y Hanlin (1978) la clasificación taxonómica de **Saprolegnia** es la siguiente:

REINO	Fungi
DIVISION	Eumycota
SUBDIVISION	Phycomycotina
CLASE	Oomycetes
ORDEN	Saprolegniales
FAMILIA	Saprolegniaceae
GENERO	Saprolegnia
NOMBRE COMUN	algodón

Distribución geográfica.

La enfermedad es de distribución mundial, las esporas del hongo pueden ser transportadas por diferentes vías, y tanto los peces de agua dulce como salada, así como los huevos de los animales acuáticos, son susceptibles a la saprolegniasis.

Las especies del género **Saprolegnia** se hallan ampliamente distribuidas en los ambientes dulceacuícolas (Margulis, 1981).

Descripción del género.

Las hifas de los miembros del género son altamente ramificadas. Los esporangios se forman en los

extremos de las hifas, y en su interior se desarrollan las zoosporas. Algunas especies tienen un tipo de reproducción asexual adicional: producen gemas o clamidosporas. Estos pedazos de protoplasma se separan del micelio y crecen por medio de la formación de tubos germinativos que se convierten en hifas portadoras de los esporangios típicos (Margulis, 1981).

En el caso de la reproducción sexual, en los extremos de las hifas vegetativas se producen unas estructuras especializadas masculinas y femeninas, los anteridios y los oogonios. Cuando un anteridio entra en contacto con un oogonio, se forman unos tubos de fertilización que penetran en el tejido del oogonio. Los núcleos masculinos migran a través de estos tubos. La fertilización tiene lugar dentro del oogonio, el cual contiene unas pocas oosferas. En ocasiones, una oospora puede germinar para formar zoosporas haploides dentro de la oospora. Estas, después de desprenderse de la oospora, pueden crecer y desarrollarse nuevos talos. Ello implicaría que la fase haploide es la dominante en el ciclo vital. Ver Figura 2.

Epizootología de la saprolegniasis.

La infección de la superficie corporal del pez por ectoparásitos es el resultado de una compleja interacción entre el parásito y el hospedero. Las epizootias ocurren cuando el equilibrio entre las fuerzas favorecen la invasión parasitaria y las fuerzas de resistencia a la colonización son destruidas. En general, esto puede ser causado por un incremento en el número de agentes patógenos que se encuentran flotando en el agua o por decrecimiento de la resistencia del pez a estos patógenos.

El grado de infección depende tanto del tamaño del pez como del hongo. *Saprolegnia* sp es un patógeno oportunista que invade al organismo después de un manejo inadecuado, sobrepoblación, o bien conjuntamente con enfermedades de origen parasitario o bacteriano. Entre otros factores pueden mencionarse la mal nutrición y el stress físico ocasionado por la temperatura del agua, pH y salinidad elevada.

En estudios realizados por Pickering (1980) al trabajar con truchas que estaban infectadas con *Saprolegnia* principalmente, observó a través del exámen microscópico de la estructura de la epidermis, que durante el periodo de predesove se habían estado presentando marcadas diferencias sexuales (entre macho y hembra), pero en cuanto a la vulnerabilidad a la *Saprolegnia* no existía una diferencia significativa en el número de células mucosas de la epidermis. Dicha diferencia se dio durante el periodo de desove (noviembre - diciembre) con una significativa reducción en las células mucosas de los machos maduros sexualmente. De aquí se concluyó que el potencial de producción de moco en los machos maduros de trucha decrece marcadamente en la época de desove. Dichas secreciones mucosas pueden contener moléculas no específicas con posibles propiedades antibióticas: lysozyme así bien como anticuerpos del tipo IgM. Existe también evidencia experimental de que los corticosteroides pueden facilitar la infección de la piel en los peces salmónidos (Schmid e Idler, 1962).

La infección externa de salmónidos por *Saprolegnia* ha sido estudiada en laboratorios, siempre se ha trabajado con esporas móviles secundarias. A pesar de esto se ha reportado otra posibilidad de infección (Willoughby 1977) con unas células llamadas "gérmenes hambrientos" de los hongos los cuales pueden iniciar la infección y darse simplemente en el agua estéril. Estos pueden abreviar el ciclo de vida en el cual limitan la fase de micelio con una fase móvil. Esta fase móvil se adhiere a la piel del pez e inicia el crecimiento de un túbulo en la parte interna del hospedero. Así que liberadas las zoosporas secundarias de las primarias, que son las que presentan los "germicidas", a su vez son el botón de infección removiendo la parte mucosa externa de la piel de los peces.

Es importante señalar que la temperatura óptima para el crecimiento de *saprolegnia* es entre 15°C y 30°C. La rapidez o lentitud de la invasión del hongo está en relación a la temperatura del medio. La mayor parte de las epizootias ocurren cuando la temperatura es baja (Jiménez *et al*, 1988).

Esto se fundamenta en estudios realizados por Wood y Willoughby en 1986. Observaron que durante los meses en los que realizaron sus experimentos (octubre y noviembre) la superficie del agua estaba saturada de esporas de *Saprolegnia*, la temperatura de la misma se encontraba en un intervalo de 9 - 13 °C. Willoughby (1977) señala que dentro del ciclo de la *Saprolegnia* la fase de oogonio tiene un desarrollo a los 7 y 10 °C.

Por otro parte Singhal *et al* (1987) realizaron estudios de la transmisión de *Saprolegnia* al pez *Cyprinus carpio* (carpa común), observando que la infección primaria se da principalmente a través de las heridas, posteriormente el mayor crecimiento del micelio se presenta a los 20 - 22 °C.

Cuadro clínico.

Las lesiones se presentan sobre la piel del pez como manchas blancas o blanco grisáceas, focales, las cuales debido al micelio tienen un aspecto algodonoso.

En algunos casos se afecta el tubo gastro-intestinal de las crías y el hongo empieza a desarrollarse en la luz del estómago y las hifas atraviesan las paredes de éste, localizándose en la pared abdominal. Una vez destruido el tegumento, el hongo penetra la musculatura y finalmente las vísceras del pez. El desarrollo del hongo en la piel y músculo da lugar a la formación de zonas necróticas, las cuales dan origen a la muerte del organismo, a menos que se controle a tiempo la infección.

ANTECEDENTES

Una de las características de la piscicultura es el manejo de altas densidades de organismos y como consecuencia de ello se han tenido que extremar las medidas profilácticas en su manejo, tratándose de incluir, en los casos que la técnica y el costo lo permitan, la prevención y abatimiento de las enfermedades.

A pesar de los recientes avances en piscicultura, las enfermedades aún constituyen un factor que produce gran pérdida en esta industria, ya que la mortalidad de los organismos debida a agentes patógenos, tiene como resultado una pérdida económica significativa, ya que afecta el crecimiento, fecundidad y muchos otros fenómenos fisiológicos vitales de los peces (Toor *et al.* 1983).

El parasitismo de peces teleósteos de agua dulce por hongos acuáticos de la Familia Saprolegniaceae es un fenómeno frecuente en los cultivos. Debido a esto ha surgido la necesidad de encontrar aquellas sustancias que permitan acabar con el hongo de tal forma que no le perjudique al pez. De aquí se desprende el empleo de la quimioterapia, ya que en muchas ocasiones es la única alternativa para controlar una enfermedad fungal o de otro tipo.

En las infecciones por hongos, en particular la saprolegniasis, es muy común encontrar primero una infección de bacterias y luego una por el hongo. Con base en lo anterior existen diversos tratamientos empleados en el control de esta enfermedad. Velázquez y Espinosa (1989) propone el verde de malaquita y libre de zinc como los tratamientos más preventivos y curativos a la vez. Aguilera y Noriega (1985) recomienda el uso de los tratamientos anteriores sólo que con concentraciones diferentes. Como podemos observar el verde de malaquita es muy popular, ya que muchos autores recomiendan su empleo; otros como Jiménez *et al.* (1988) sugieren también el uso de cloruro de sodio, ácido acético y formalina.

Podría pensarse que el verde de malaquita es la solución al problema de la saprolegniasis, pero no es así. Reportes realizados por Lieder (1961) y Nelson (1974) indican que este compuesto es potencialmente teratogénico y mutágeno. Lancing (1965) observó que entre la temperatura y el efecto del verde de malaquita existe una relación directa; ya que conforme aumenta la temperatura la mortandad de los organismos también aumenta. No obstante, Singhal *et al.* (1986) consideran que la solución de libre de zinc y verde de malaquita continúan siendo de lo más recomendable que hay en el mercado, ya que en sus experimentos encontró que reducen la infección en un 95 %, pero encontró que sustancias como el permanganato de potasio, el cloruro de sodio y la solución de sulfato de cobre también reducen la infección en un 96 %, aunque aún no se han hecho estudios de los efectos secundarios (a largo plazo) de estas sustancias en los organismos.

Debido a la popularidad del verde de malaquita y a los efectos teratogénicos de éste, otros investigadores como Bailey (1984) han realizado estudios comparativos entre dicho compuesto y otros químicos para encontrar su potencial como fungicidas y así tener otros recursos que ayuden a controlar la saprolegniasis sin perjudicar al hospedero. Bailey trabajó con 25 compuestos y encontró que: Duter, sulfato de oxocloruro cúprico, la amina Iesan, la amida BAS-389-01F, los cationes del Cuprimyxin y Roccal tienen propiedades fungicidas, pero unos son letales en altas concentraciones, otros menos efectivos que el verde de malaquita y algunos en ciertas concentraciones mortales para los huevos. Pero aún así son la promesa más viable para futuros fungicidas.

Como podemos ver, aún falta mucho para saber qué sustancias químicas son las menos perjudiciales para el pez en el control de enfermedades parasitarias y a su vez menos tóxicas para el hombre el cual es el principal consumidor de estos organismos provenientes de las piscifactorías. Por esto, consideramos que en la medicina herbolaria se puede encontrar la solución a este problema. Desde tiempos remotos los grupos étnicos han sobrevivido a enfermedades con tónicos, compresas y mezclas realizadas con diferentes plantas. Hoy día existe gente interesada en la química de ciertas plantas con antecedentes medicinales para saber si tienen efectivamente propiedades curativas que sirvan a la medicina humana y animal. Es por eso que surge como una opción más para tratar de controlar la saprolegniasis el empleo de plantas como el ajo (*Allium sativum*) y el rábano (*Raphanus sativus*), las cuales tienen propiedades cicatrizantes y antibióticas que pueden permitir el control de la infección causada por *Saprolegnia* sp. (e inclusive prevenirla) sobre la trucha arco-iris (*S. gairdneri*).

Generalidades del ajo (*Allium sativum*).

Posición taxonómica.

La taxonomía del ajo común se observa de la siguiente forma de acuerdo a Airola (1978):

REINO	Vegetal
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Liliopsida
FAMILIA	Amarillidacea (ex Liliacea)
GENERO	<i>Allium</i>
ESPECIE	<i>sativum</i>
SUBESPECIE	<i>vulgare</i>
NOMBRE CIENTIFICO	<i>Allium sativum</i> L.
NOMBRE COMUN	ajo

Hábitat natural y distribución en México.

Biotope cultivado en todas partes como hortaliza (Schavenberg, 1979.) La distribución del cultivo se da en todo el país, es una especie cosmopolita que se da principalmente en zonas templadas cálidas (Fernández, 1987).

Descripción del ajo.

Planta perenne de bulbo compuesto de bulbillos (dientes), de tallo erguido rematado por una inflorescencia en umbela, que lleva numerosos bulbillos entre las flores. La inflorescencia está protegida por una espata escamosa (ver Figura 3) (Volak y Stodola, 1988).

Es una planta herbácea que puede alcanzar una altura de unos 70 cms. (Pineros y García, 1991).

El ajo es una planta monocotiledónea bianual, sin embargo, cabe señalar que en la segunda etapa de desarrollo su floración no se presenta en México, específicamente en *Allium sativum* subesp. *vulgare* kunz

Composición química.

Las investigaciones químicas realizadas a lo largo de una centuria han demostrado que al cortar un bulbo de ajo, se liberan ciertas moléculas orgánicas de bajo peso molecular que contienen átomos de azufre unidos de una forma raramente encontrada en la naturaleza. Estas moléculas, muy reactivas, se transforman espontáneamente en otros compuestos orgánicos azufrados que participan en transformaciones ulteriores.

Los compuestos azufrados que se extraen del ajo dependen de las condiciones de extracción. La técnica más drástica es la destilación al vapor, con la que se obtiene el disulfuro de dialilo. Mediante una técnica más suave, se obtiene el óxido de disulfuro de dialilo llamado alicina, al que se debe el olor del ajo. Otra técnica más suave aún, permite obtener aliina (Block, 1979) (ver Fig. 4).

El ajo es rico en azufre, conteniendo aminoácidos cistina y metionina. Muchos investigadores, incluyendo a Davil Stain, M.B. y Ekotin, sugieren que el alto valor terapéutico del ajo está en su alto porcentaje de vitaminas A, B y C.

El contenido mineral del ajo es por otra parte considerable. El ajo contiene manganeso, cobre, hierro, zinc, azufre, calcio, aluminio, cloro, germanio y selenio. La actividad antioxidante es probablemente dual en el contenido de selenio; ya que puede además, proteger de una enfermedad tóxica causada por mercurio. Como puede verse, muchas de las propiedades del ajo son: antioxidante, anticoagulante, y la actividad antitóxica puede deberse simplemente a su rico contenido de este mineral, el selenio (Block, 1979).

Además de los principios activos aliina y alinasa (Fernández, 1987) el ajo contiene: aceites volátiles, azufre dialílico, colina, yodo y vestigios de uranio, ácido sulfónico y nicotilamida.

Morell (1977) reporta un estudio bromatológico hecho con cenizas de ajo, en el cual en 100 partes de las mismas se encontraron las siguientes sustancias:

• Potasa	40.54
• Sosa	16.04
• Ca	12.50
• Ac. fosfórico	12.14
• Mg	7.28
• Ac. sulfúrico	6.14
• Oxido de Fe	2.15
• Cl	1.12
• Ac. silíceo	1.09
• Residuo carbónico y piedras	0.60

Cómo actúa el ajo.

Estudios científicos han demostrado que factores específicos en el ajo son los responsables de los efectos benéficos de éste. Se considera generalmente que los compuestos sulfurados contenidos en el ajo, especialmente la alicina, aliina, circoalina y disulfuro de dialilo, así como otros 33 compuestos aislados, son las sustancias activas del ajo.

Observaciones clínicas han demostrado la actividad de estos factores presentes en *Allium sativum*:

1. Alicina, sustancia que se cree que es la responsable de los efectos antibacteriológicos y anti-inflamatorios del ajo. También es la responsable del olor característico del ajo.
2. Aliina, estudios hechos por los rusos demuestran los efectos antibióticos de este compuesto.
3. Oxido de dialisulfato, compuesto químico dentro del cual la alicina es cambiada en el sistema. El aceite esencial del ajo contiene 6 % de alilpropildisulfato y 60 % de dialisulfato. La baja de colesterol y lípidos que se producen al comer ajo, se atribuyen a la presencia de este factor.
4. Factor anti-hemolítico, responsable de los efectos benéficos en el tratamiento de la anemia.
5. Factor anti-ártrico, como lo demuestran los estudios japoneses en el Hospital Fukuyama.
6. Factor regulatorio del azúcar, el uso del ajo como tratamiento adjunto al que se da en diabetes y la hipoglucemia.
7. Factor antioxidante, el ajo fue en experimentos un buen inhibidor de la peroxidación de comida, además demostró que puede ser usado como preservador natural de los alimentos.
8. Factor anti-coagulante, acorde con estudios clínicos, el ajo contiene efectivos factores anticoagulantes de la sangre.
9. Alitiamina, el ajo es un excelente recurso de compuestos biológicamente activos de vitamina B1. Investigaciones japonesas realizadas por Matsukawa, han encontrado que ésta sustancia tiene propiedades terapéuticas, entre algunas se menciona que previene y cura el beriberi.
10. Selenio, es rico en este elemento y se ha visto que tiene propiedades anti-escleróticas. Además, normaliza la presión sanguínea y se ha visto que puede prevenir infecciones (Airola, 1978).

Usos y propiedades.

El uso del ajo se remonta a 3 siglos antes de Cristo. Fue alimento y medicina para los babilonios, los egipcios, los hebreos y los árabes. El mismo Mahoma, recomendaba su uso; Hipócrates, el gran médico griego, lo prescribió como profiláctico de las enfermedades infecciosas y en la curación de las alteraciones intestinales. Plinio, lo aconsejaba en las enfermedades del aparato respiratorio y en la tuberculosis pulmonar. Por otra parte, también Dioscórides, veía en él, un remedio contra los parásitos intestinales y otras enfermedades viscerales (Ontañón, 1990).

En México son también conocidas las propiedades curativas del ajo por los indígenas, los cuales lo nombran de diversas formas: *aasol* (en mayo), *ajus* (central, Oaxaca), *axivi* (huichol, Jalisco), *avoxi* (mazahua, México), *axux* (totonaca, Puebla) y *kukat* (maya).

Airola (1978) considera con base en sus estudios, que el ajo puede ayudar a la prevención y corrección de enfermedades como: alta presión del corazón, diabetes, artritis, cáncer, enfisema, desorden digestivo, gusanos intestinales, insomnio, escalofríos, alergias y asma; todo esto se conoce en medicina humana.

Los ajos son mundialmente usados como condimento en la alimentación humana, ya sea en forma natural o deshidratada incorporada a la sal.

En uso externo, contra piquetes de alacranes, abejas y mosquitos, también se cita que en algunos lugares de la Unión Soviética, el pueblo considera que el ajo es una buena medicina contra la rabia tomando infusiones en abundancia y aplicándose baños de vapor para producir transpiración copiosa (Gómez, 1988).

Al ajo se le han buscado propiedades fungicidas, en la actualidad se tienen algunos resultados en diferentes partes del mundo, aunque todo a nivel de hongos patógenos en plantas.

Prodesimo (1976) realizó estudios con savia cruda de dientes de ajo fresco y concluyó que fue efectivo en cultivos de varias plantas las cuales estaban infectadas con diferentes tipos de hongos. Rusell y Mussa (1977) a su vez realizaron ensayos con extracto de ajo y encontró que éste inhibe el crecimiento *in vitro* de la pudrición del frijol causada por *Fusarium solani* F. subesp. *solani*.

En la India, al probar diferentes concentraciones de aceite de ajo en el control de *Sphaeloma ampelinum*, llegó a la conclusión que el aceite de ajo, a 200 ppm, inhibe el crecimiento del hongo, y arriba de 200 ppm inhibe la germinación de las esporas (Gómez, 1988).

Generalidades del rábano (Raphanus sativus).

Posición taxonómica.

De acuerdo con Volak y Stodola (1988) la clasificación del rábano es:

REINO	Vegetal
DIVISION	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida (dicotiledonea)
FAMILIA	Cruciferae
GENERO	Raphanus
ESPECIE	sativus
NOMBRE CIENTIFICO	Raphanus sativus
VARIEDAD	cherry belle
NOMBRE COMUN	rábano

Hábitat natural y distribución en México.

Se cultiva en climas templados en huertas y, de manera espontánea crece en los prados y bosques (Cechini, 1967).

Descripción del rábano.

Planta herbácea anual, de raíz gruesa y carnosa, tallos ramosos que alcanzan alturas de 70 - 80 cm. Hojas radicales, sésiles, compactas, segmentadas, largas, pecioladas, caulinas vellosas de matiz verde glauco. Sus flores son pequeñas, pedunculadas, de color blanco violeta, están reunidas en ramilletes axilares y terminales (ver Figura 5)(Juscafiresa, 1975.)

Composición química.

Las diferentes variedades de esta planta, contienen en mayor o menor proporción, un aceite esencial sulfurado, semejante a la esencia de mostaza (Cabrera, 1989).

Los principios activos del rábano son la glucorafenina y rafanol contiene también provitamina A y vitaminas B1, B2 y C (Juscafresa, 1975).

El tubérculo contiene un glucósido sulfurado, que, por la acción de un fermento, produce la esencia de rábano y una sustancia cristalizable llamada rafanol. También existe un pigmento rojo que es el que les da color (Font Quer, 1979).

El rábano y el ajo contienen sustancias conocidas como "antisépticos vegetales". Se trata de sustancias antibióticas producidas por los vegetales superiores, que ejercen una acción antimicrobiana de amplio espectro. Casi siempre son inestables y volátiles (Volak, y Stodola, 1988).

La química del rábano, *R. sativus* L. es poco conocida en patología de plantas. No obstante, contiene algunos productos químicos que son de interés en alopata y posiblemente son de significación en patología de vegetales. Por ejemplo, *R. sativus* contiene tiol-metil-mercaptano el cual produce su fuerte olor y algunos aceites glucósidos de mostaza, uno de los cuales, la glucorafenina, es hidrolizada a sulorafano, y posiblemente nitrilo.

Los aceites de mostaza han sido explotados en el control de las enfermedades de la mariposa amarilla, (Ramírez - Villapudua y Munnecke, 1987).

El principio oloroso del rábano es el 4 - metiltio - 3 - butenil isotiocianato.

Existe un artículo en japonés el cual aparentemente es el único en el que se ha realizado un estudio directamente con *Raphanus sativus*. Esaki y Onozaki (1982) estudiaron el rábano común (*R. sativus*). Ellos midieron la actividad antimicrobial del trans-4-metiltio-3-butenil-isotiocianato (TMBI) contenida en el rábano en cultivos de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*. Al probar ellos el TMBI e isotiocianato comercial (TMBT) observaron que el primero tiene un efecto inhibitorio en el crecimiento microbial a una concentración muy baja. Y por el otro lado el TMBT no inhibe el crecimiento. Concluyeron con base en un análisis químico que el sabor picoso del rábano se debe al isotiocianato y que más del 90 % de la raíz de esta planta lo contiene a manera de TMBI en forma de azúcar. También observaron que para que aparezca la acción antimicrobiana de TMBI es necesario la construcción de una molécula $-N=C=S$, si la molécula tiene un grupo amino es una TMBT la cual no detiene el crecimiento microbial.

Usos y propiedades.

El rábano se usa como antiescórbutico, mejorando las estomatitis y gingivitis; en la laringitis se usa para disminuir la inflamación y hacer desaparecer la ronquera.

El aceite esencial se usa como antiséptico para disminuir la fermentación intestinal y favorecer la diuresis. El jarabe de rábano iodado se usa para la tos (Cabrera, 1989).

Las propiedades medicinales atribuidas al rábano son también las de la estimulación del apetito y las secreciones estomacales, las cuales ayudan a la digestión (Manfred, 1980).

OBJETIVOS

1. Comprobar el efecto fungicida del extracto alcohólico de rábano (*Raphanus sativus*) y de ajo (*Allium sativum*) para el control de *Saprolegnia* sp que infecta a la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*, sin. *Oncorhynchus mikiss*)
2. Encontrar la dosis adecuada del extracto alcohólico de rábano (*Raphanus sativus*) la cual tenga mayor efecto en el control del parásito (*Saprolegnia* sp) que infecta a la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*, sin. *Oncorhynchus mikiss*.)
3. Encontrar la dosis adecuada del extracto alcohólico de ajo (*Allium sativum*) la cual tenga mayor efecto en el control del parásito (*Saprolegnia* sp) que infecta a la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*, sin. *Oncorhynchus mikiss*.)

MATERIAL Y METODO

La investigación experimental se hizo con la colaboración de la piscifactoría "El Zarco", la cual se ubica en el Edo. de México sobre la carretera libre México-Toluca. Esta instalación pertenece a la Secretaría de Pesca.

En esta piscifactoría se trabaja con la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri* sin. *Oncorhynchus mitchellii*) por lo que este fue nuestro organismo experimental, el cual fue sometido a dos tratamientos: baños con extracto alcohólico de ajo (*Allium sativum*) y baños con extracto alcohólico de rábano (*Raphanus sativus*).

Preparación de tratamientos.

Las tinturas son extractos de principios activos vegetales los cuales se obtienen con la ayuda de disolventes como: alcohol, éter-alcohol, vino, agua (Volak y Stodola, 1988). En este caso se prepararon extractos alcohólicos.

Extracto alcohólico de ajo.

Para la elaboración del extracto alcohólico (tintura) se emplearon 500 gr. de dientes de ajo los cuales se colocaron en un frasco ámbar, posteriormente se añadió 1 litro de alcohol de 96° al 50 %. La tintura era conservada en el mismo frasco ámbar para evitar su descomposición.

La tintura fue preparada cada ocasión que se cambiaba de dosis, para evitar alteraciones químicas por la evaporación del alcohol con que se preparó ésta.

Fueron empleadas cuatro dosis experimentales:

- 57 ml de tintura \ 100 l de agua del estanque
- 114 ml de tintura \ 100 l de agua del estanque
- 171 ml de tintura \ 100 l de agua del estanque
- 228 ml de tintura \ 100 l de agua del estanque

Extracto alcohólico de rábano.

En la elaboración de este extracto alcohólico (tintura) se usaron 500 gr de rábano los cuales se colocaron en un frasco al cual le añadimos alcohol de 96° al 75 %. Esta tintura se preparó semanalmente ya que durante el reposo el rábano absorbía mucho líquido y se obtenía menos tintura.

Las dosis empleadas fueron de:

- 57 ml de tintura \ 100 l de agua de estanque.
- 114 ml de tintura \ 100 l de agua de estanque.
- 171 ml de tintura \ 100 l de agua de estanque.
- 228 ml de tintura \ 100 l de agua de estanque.

Selección de organismos.

Los organismos empleados eran reproductores los cuales ya habían sido utilizados para el desove manual que se realiza durante la época invernal en la piscifactoría. Tales organismos presentaban saprolegnias (en menor o mayor grado) en diferentes zonas corporales externas.

Se procuró que los organismos empleados no tuvieran arriba del 50 % de tejido parasitado total, para que no fueran a morir por la infección antes de terminar el tratamiento, ya que el hecho de haber sido manipulados por el desove les produce stress y heridas superficiales, las cuales son un vector para que se propague la infección más rápidamente.

Se obtuvieron los siguientes datos merísticos de los organismos:

- Longitud total inicial = L_{Ti}
- Longitud total final = L_{Tf}
- Altura tóxica inicial = Δ M_i
- Altura tóxica final = Δ M_f
- Peso inicial = P_i
- Peso final = P_f

Marcaje de organismos y cuantificación de tejido parasitado.

Para identificar a cada organismo se le ató un listón de satín de diferente color según el tratamiento al cual sería sometido.

Para obtener el porcentaje de tejido parasitado en el organismo se empleó con ciertas modificaciones, el método de Hawksworth (1977). Este método consiste en dividir al sujeto experimental en tres partes por una línea imaginaria y así evaluar cada una individualmente. Cada organismo se dividió así y se cuantificó el porcentaje de infección por ambos lados, derecho e izquierdo (ver Figura 6 .)

Las zonas quedaron divididas de la siguiente forma:

- ZONA 1.- De donde inicia la boca hasta la punta del último radio de la aleta pectoral.
- ZONA 2.- De donde finaliza la zona 1 hasta el extremo de la primera aleta dorsal.
- ZONA 3.- De donde finaliza la zona 2 hasta la punta de la aleta caudal.

El porcentaje de tejido parasitado se cuantificó de la siguiente forma:

- 3.00 = ZONA TOTALMENTE INFECTADA
- 1.50 = ZONA INFECTADA A LA MITAD
- 0.75 = ZONA INFECTADA EN UNA CUARTA PARTE
- 0.40 = ZONA CON APROX. UNA MANCHA DE INFECCION DE 1 A 2 cm.
- 0.20 = ZONA CON APROX. UNA MANCHA DE INFECCION DE MENOS DE 1 cm.
- 0.10 = ZONA CON 2 PUNTOS (DE MENOS DE 0.5 cms.) DE INFECCION
- 0.05 = ZONA CON 1 PUNTO (DE MENOS DE 0.5 cm.) DE INFECCION
- 0.00 = ZONA LIBRE DE INFECCION

El grado de infección de los organismos era cuantificado diariamente.

Aplicación de tratamientos.

El tratamiento a los organismos fue dado mediante baños que se realizaron en tinas de lámina galvanizada las cuales tenían una capacidad de agua de 100 l cada una.

En cada tina se vaciaban 100 l de agua proveniente del estanque en donde teníamos a los organismos experimentales. Colocábamos la dosis de tintura de ajo y rábano en tinas diferentes. Para mantener el agua bien oxigenada durante el baño introdujimos en las tinas piedras aeradoras las cuáles funcionaban gracias a 2 bombas para acuario (Rena 301 y Whisper 900 de 4 salidas.)

Ya preparados los baños se colocaban cinco organismos en cada tina (una con baño de rábano y otra de ajo). A cada uno de ellos se le tomaba el porcentaje de infección y se dejaban ahí por espacio de 20 min. Transcurrido este tiempo se regresaban a los estanques rectangulares que nos proporcionó la piscifactoría. Para facilitar el manejo de los organismos se separaron los de un tratamiento y otro con la ayuda de un bastidor de madera con malla metálica, que se colocaba a la mitad del estanque, de esta forma era libre el movimiento del agua dentro del estanque.

Los baños fueron realizados diariamente durante 9 días para cada dosis.

Diariamente se tomaba la temperatura del agua de las tinas. El pH sólo se tomó en el primer baño de cada uno de las dosis en cada tratamiento con papel indicador.

En total fueron empleados 20 organismos para cada tratamiento distribuidos en 8 lotes experimentales.

Fue manejado sólo un lote control de 40 organismos reproductores.

Al finalizar cada baño los organismos eran alimentados con la cantidad y alimento peletizado que usaban normalmente en la piscifactoría.

Los parámetros físicoquímicos nos los proporcionó la piscifactoría y corresponden a los meses de septiembre de 1991 a enero de 1992 (ver Tabla I.)

RESULTADOS Y DISCUSION

Organismos tratados con ajo.

Como se pudo observar en el caso del ajo (*Allium sativum*), en la Tabla 2, la mejor dosis fue la 1 (57 ml. de tintura) ya que anuló la infección al octavo día del tratamiento. En esta dosis podemos observar que conforme aplicábamos el tratamiento disminuía el grado de infección, todo esto sin apreciarse un nuevo brote infeccioso. Durante esta aplicación pudimos ver que hubo una rápida cicatrización del tejido infectado la cual iba a la par con la desaparición de la mancha de saprolegniasis, lo que nos puede hablar de un efecto inhibitorio sobre el crecimiento del hongo y uno cicatrizante sobre la herida.

En el caso de la dosis 3 (171 ml. de tintura) podemos ver que casi se anula la infección, tal vez si hubiéramos aplicado 1 ó 2 baños más podríamos haber terminado con ésta, ya que la disminución de la infección fue constante y sólo se dio un pequeño brote infeccioso durante la aplicación.

La aparición de este brote consideramos que se debió a un descenso de temperatura que se presentó a mediados de diciembre de 1991, fecha en la que se realizó la aplicación de esta dosis. Por información brindada por el personal de la piscifactoría supimos que el día 15 de ese mes hubo una fuerte baja de temperatura por la madrugada (la cual no se presentó durante el baño de ese día), pero consideraron que fue de 2 ó 3 grados bajo cero, temperatura a la cual la epizootia es mas frecuente.

El patrón de comportamiento de la dosis 4 (228 ml de tintura) también nos llevó casi a la anulación de la infección, pero vemos que aquí se presentó un brote infeccioso, ya que de un bajo porcentaje brinca en el quinto día a uno mucho mayor aunque al noveno día casi se anula la infección. Al igual que en la dosis 3, si hubiéramos aplicado 1 ó 2 baños más probablemente ésta hubiera desaparecido.

El brote infeccioso se pudo observar a simple vista, en lugares en donde ya estaba cicatrizando una herida se volvió a notar la mancha algodonosa que produce *Saprolegnia* sp. Creemos que esto puede atribuirse a varios factores: 1) lavaron las tinas que contenían los alevines y toda el agua sucia fue a dar a los estanques en donde se encontraban nuestros organismos, por lo que el exceso de materia orgánica en el agua no permitió una buena oxigenación y así se debilitan los organismos haciéndolos más propensos a una infección; 2) el agua desalojada de las tinas de alevines contenía esporas al igual que el agua de los estanques, tal cantidad de esporas producen con mayor rapidez y facilidad una infección.

La dosis 2 (114 ml de tintura) fue la que actuó con mayor lentitud; el decrecimiento del hongo se dio de manera lenta pero constante hasta llegar a dejar a los organismos con un grado de infección muy bajo,

aquí seguramente 4 o 5 baños más podrían haber acabado con la infección, pero desde luego sería, con ésta dosis, mucho mayor el tiempo invertido en el tratamiento.

La gráfica 1 nos muestra el comportamiento de cada una de las dosis sobre el porcentaje de *Saprolegnia* en los organismos. Vemos que todas las dosis tienden al decrecimiento del porcentaje del hongo.

Organismos tratados con rábano.

Los organismos tratados con rábano (*Raphanus sativus*) tienden también a la disminución del porcentaje de infección (Tabla 3.)

Vemos que en la dosis 1 (57 ml de tintura) se alcanzó la anulación de la infección al sexto día, lo cual en comparación con la dosis 1 de ajo (en la cual también se anula la infección) la efectividad antifúngica es más rápida. Nosotros notamos que la cicatrización, por parte del tratamiento con rábano, es más acelerada que con el ajo, lo cual permite que al estar cerrada la herida sea más difícil que ésta se infecte.

En la dosis 2 tuvimos un decremento en el porcentaje de infección y casi se llegó a la anulación de ésta, con 1 o 2 baños más probablemente se habría conseguido.

En la dosis 4 observamos que se presentaron pequeños brotes infecciosos durante el tratamiento, no obstante, la infección se fue anulando. Esto puede deberse a que paralelamente con la dosis 3 de ajo, se presentó una gran cantidad de materia orgánica en el estanque; aparentemente la salida de agua de las tinajas destinada al cultivo de alevines se ubica justo arriba de los estanques donde se encontraban los organismos experimentales, así que un día que desaguaron éstas, toda el agua sucia fue a dar a nuestros lotes experimentales lo cual alteró nuestros resultados. A pesar de ello, notamos que al final de la aplicación de la dosis la infección disminuyó considerablemente.

En el caso de la dosis 3 obtuvimos la anulación de la infección sólo en un 50 %, lo cual puede deberse a: 1) que las esporas que flotaban en el agua dieron lugar a nuevos brotes de infección, 2) la infección de los organismos no era sólo superficial, sino que las hifas ya habían penetrado capas más profundas en donde la tintura ya no pudo penetrar y así el tejido infeccioso siguió desarrollándose. Además del descenso de temperatura que se registró por la madrugada durante este baño, quizá promovió la infección.

La Gráfica 2 nos demuestra claramente la disminución de la infección y los brotes que se dieron en la dosis 3 y 4. Pero vemos que todas las dosis tienden a disminuir el porcentaje del hongo, lo cual nos demuestra que es efectivo el tratamiento.

Con base en ambas gráficas consideramos que en algunas dosis hubiera sido conveniente variar los tiempos de baño y el número de éstos, ya que vemos que en unos fue necesario unos días más de aplicación de tratamiento, como en las dosis 3 y 4 de ajo y la 2 y 4 de rábano. Si comparamos los resultados obtenidos tanto en la aplicación de tintura de rábano y de ajo, nos podemos dar cuenta de que el crecimiento de la infección es muy rápido, puede cubrir en pocos días al organismo; lo cual si consideramos que éstos son organismos reproductores de aproximadamente 60 cm de longitud y 20 cm de altura máxima, significa la infección de los huevecillos y esperma al momento del desove y por supuesto la muerte segura del pez.

Podemos apreciar claramente que las tinturas de rábano y ajo tienen propiedades antifúngicas en las condiciones en las que se encuentra normalmente la trucha arco-iris en el centro acuícola. Como

podemos apreciar en la Gráfica 3, ambos tratamientos inhiben el crecimiento de *Saprolegnia*. Se puede observar fácilmente como se dispara la curva del lote control al grado de tener organismos con un porcentaje de 379 % de infección. Es importante señalar que 2 de los 5 organismos del lote control murieron antes de finalizar el tratamiento y 2 posterior a éste.

Se observó que no hubo ninguna variación significativa en los datos merísticos iniciales y finales de los organismos. Estos mantuvieron todas las características que tenían al inicio del tratamiento, exceptuando el porcentaje de saprolegniasis.

La temperatura fue tomada diariamente durante todo el experimento, todo esto con el fin de observar algún cambio significativo, ya que las temperaturas promueven la infección. Finalmente observamos que éstas oscilaron entre los 10.7 °C y 11.9 °C. El pH promedio fue de 6 y 7.5.

Estos datos se apoyan con los proporcionados por la piscifactoría durante los mismos meses de experimentación ya que son similares.

CONCLUSIONES

1. El extracto alcohólico de rábano (*Raphanus sativus*) y el extracto alcohólico de ajo (*Allium sativum*) tienen un efecto inhibitorio en el crecimiento de *Saprolegnia* sp que infecta la trucha arco-iris (*Salmo gairdneri*).
2. Todas las dosis inhiben el crecimiento del hongo, pero con la dosis 1 (57 ml de tintura de rábano \ 100 l de agua de estanque) se obtuvieron los mejores resultados, ya que su efecto inhibitorio es más rápido, además de que se usa menos cantidad de extracto.
3. Todas las dosis utilizadas en el tratamiento con ajo inhiben el crecimiento del hongo, pero la dosis 1 (57 ml de tintura de ajo \ 100 l de agua de estanque) tiene una acción más rápida y se usa una cantidad menor de extracto.

BIBLIOGRAFIA

1. **ACUAVISION**, 1988. La trucha arco-iris especie de gran demanda en nuestro país. *Acuavisión*, Año II, No. 12: 20-39
2. **AGUILERA**, H.P. Y C.P. Noriega. 1985. La trucha y su cultivo. FONDEPEFESCA. México.
3. **AIROLA**, P. 1978. The miracle of garlic. Health Plus, Publishers. Phoenix, Arizona. 3-47.
4. **ALEXOPOULUS**, C.J. 1962. Introductory mycology. Second Edition. John Wiley & Sons Inc.
5. **BAILEY**, T. 1984. Effects of twenty-five compounds on four species of aquatic fungi (Saprolegniales) pathogenic to fish. *Aquaculture*, 38: 97-104. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Printed in the Netherlands.
6. **BLOCK**, E. 1979. Química del ajo y la cebolla. *Investigación y Ciencia* No. 104 pag. 86 - 92.
7. **CABRERA**, L.G. 1989. Plantas Curativas de México. 5a. edición. México.
8. **CECHINI**, T. 1967. Enciclopedia de las Hierbas y Plantas Medicinales. Edit. De Vecchi, S.A. Barcelona, España.
9. **CRONQUIST**, A. 1987. Introducción a la Botánica. 2a. Edición. Cia. Edit. Continental, S.A. de C.V., México.
10. **DE LARA**, R. y Castro, R. 1983. Criterios y modelos de operación en Acuicultura. Memorias UAM-Xochimilco. C.B.S. Taller Editorial.

11. **ESAKI, H.** y Onozaki, H. 1982. Antimicrobial action of pungent principles in radish root. Eiyoo to Shokryoo. Vol. 35 No. 3: 207-211. Nagoya, Japón.

12. **FERNANDEZ, P. J.** 1987. Plantas Medicinales. Edit. Omega, España.

13. **FONT QUER, P.** 1979. Plantas Medicinales. El Dioscórides Renovado. Edit. Labor, S.A., Barcelona, España.

14. **GOMEZ, G.J.** 1988. Ensayos para la utilización del ajo (*Allium sativum*) como antibacteriano. Chapingo, México.

15. **HAWKSWORTH, F.G.** 1977. The six class dwarf mistletoe ratin. USDA Forest Service. For Collins, Colorado. General Technical Report R.M. 48.

16. **JARVIS, W.R.** 1993. Research Branch. Agriculture Canada. Research Station Harrow. Ontario, Canada. 2-9.

17. **JIMENEZ, G.F.;** Galviz, L.; Segovia, F. y Garza, H. 1988. Sanidad Acuicola. Facultad de Ciencias Biológicas U.A.N.L. y FONDEPESCA.

18. **JUSCAFRESA, B.** 1975. Flora: Medicinal, Tóxica, Aromática, Condimenticio. Edit. Aedos. Barcelona, España.

19. **MANFRED, L.** 1980. 700 Recetas botánicas a base de 1300 plantas medicinales americanas. 10a. Edit. Kier, S.A. Buenos Aires, Argentina.

20. **MARGULIS, L.** 1981. Cinco Reinos. Guía Ilustrada de los Phyla de la Vida en la Tierra.

21. **McFARLAND, W.N.** 1985. Vertebrate Life. 2a. Ed. MacMillan Publishing Co. Inc. New York, U.S.A.

22. **MENDIETA, R.M.** 1981. Plantas Medicinales del Estado de Yucatán. Cia. Edit. Continental.

23. **MORELL, D.** 1977. Hay dinero y salud en el ajo. Caracteres Botánicos y Variedades. Ed. Jintos, S.A., Barcelona, España.

24. **OHLOFF**, G. y **Flament**, F. 1979. The role of Heteroatomic substances in the aroma compounds of food stuff. Progress the in Chemistry of organic natural products. Wien, Springer - Verlag, New York. U.S.A. 89-92.
25. **ONTAÑON**, V. 1990. Nada hay nuevo bajo el sol, salvo lo que se ha olvidado: pasado, presente y futuro de las virtudes medicinales del *Allium sativum* L. alias ajo. Memorias del 3er. Coloquio de Med. Tradicional Mexicana UNAM-ENEP Zaragoza. 2-7.
26. **PICKERING**, A.D. 1980. Sexual differences in the incidence and severity of ectoparasitic infestacion of the brown trout, *Salmo trutta* L. J. Fish Biol. (1980) 16, 669-683
27. **PINEROS**, C. J. y **Garcia**, B. 1991. Medicina Tradicional. Fondo Editorial Universitario. Bogotá.
28. **PRODESIMO**, A.N. y **Ilag**, L. 1976. Toxicity of garlic juice to plant pathogenic organism Kaliskan. 2-5. Univ. Philippines. Los Baños. College, Laguna. In. Review of PLANT PATHOLOGY. VOL. 56: 2 - 5.
29. **RAMIREZ - VILLAPUDA**, M. 1987. Plant Disease 71:217-221.
30. **RUSELL**, P.E. y **Mussa**, A.F. 1977. The use of garlic (*Allium sativum*) extracts to control foot rot of *Phaseolus vulgaris* caused by *Fusarium solani*, *F. phascolii*. Annals of Applied Biology. 86 (3). Cambridge, U.K. In. Review of Plant Pathology. Vol. 56.
31. **SCHAVENBERG**, P. 1979. Guía de las Plantas Medicinales. Editorial De Vecchi, S.A. Barcelona, España.
32. **SCHMIDT**, P.J. y **Idler**, D.R. (1962). Steroid Hormones in the plasma of salmon at various states of maturation. GEN. COMP. Endocr. 2, 204-214
33. **SINGHAL**, R.N., **Swarm**, J. y **Daries**, R.W. 1986. Chemotherapy of six ectoparasitic diseases of culture fish. Aquaculture: 54 (1986) 165-171. E.S.P. B.V., Amsterdam. Printed in Netherlands.
34. **SINGHAL**, R.N., **Jeet**, S. y **Davies**, R.W. 1987. Experimental transmission of *Saprolegnia* and *Achlya* to fish. E.S.P.B.V., Amsterdam. 123-129. Printed in The Netherlands.
35. **SARII**. 1985. Guía para cultivar el ajo en el Bajío. Ed. SARII.
36. **TOOR**, H.S.; **Shgal**, H.S. and **Schdev**, R.S. 1983. A case study of acute fish diseases in tanks loaded with high levels of organic manures. Aquaculture, 35: 277-282. E.S.P. B.V., Amsterdam. Printed in the Netherlands.

37. **ULLOA, M.** y Hanlin, R.T. 1978. Atlas de Micología Básica. Edit. Concepto. México.
38. **VELAZQUEZ, E.M.A.** y Espinosa, H. 1989. Diagnósis del estado actual del cultivo de la trucha arco-iris de México. SECRETARÍA DE PESCA. México.
39. **VOLAK, J.** y Stodola, J. 1988. Plantas Medicinales. Susaeta, S.A. Checoslovaquia.
40. **WILLOUGHBY, L.G.** 1977. An Abbreviated life cycle in the salmonid fish *Saprolegnia*. Trans. Br. Mycol. Soc. 69 (1) 133-136
41. **WOOD, S.E.** y Willoughby, L.G. 1986. Ecological observations on the fungal colonization of fish by Saprolegniaceae in Windermere. Journal of Applied Ecology 23: 737 - 749

FIGURA 1

Morfología externa de la trucha arco-iris *Salmo gairdneri* = *Oncorhynchus mykiss* (Aguilera, 1985).

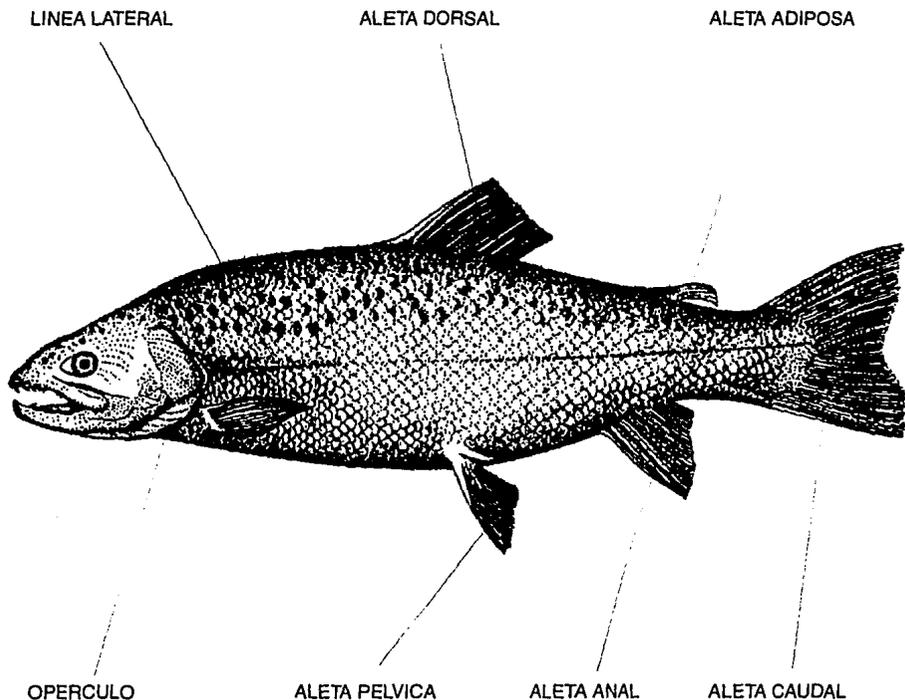
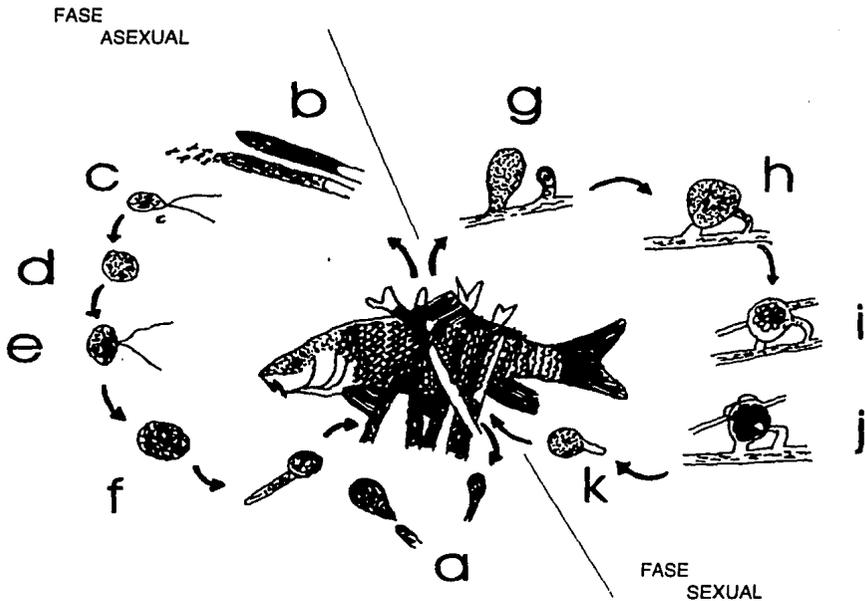


FIGURA 1

FIGURA 2

Ciclo biológico de *Saprolegnia* sp (Jiménez, 1988).



Ciclo biológico de *Saprolegnia*.

Fase asexual a) Hifas cenocíticas parasitando al pez; b) zoosporangios; c) zoosporas primarias; d) zoospora primaria modificándose a una forma redondeada llamada quiste; e) zoospora secundaria la cual es originada de una zoospora primaria; f) después de nadar varias horas, la zoospora secundaria se enquista y al germinar ésta, puede producir otras zoosporas secundarias o hifas con un zoosporangio conteniendo muchas esporas primarias. Fase sexual. g) desarrollo del oogonio y anteridio; h) anteridio fijado al oogonio, nótese la formación de un septo; i, j) desarrollo de oosteras en el oogonio; k) al fertilizarse la oostera se transforma en cigoto; todos los productos de la fusión sexual son oosporas, las cuales originan nuevamente hifas.

FIGURA 3

Ajo *Allium sativum* L. (Volak, 1988).

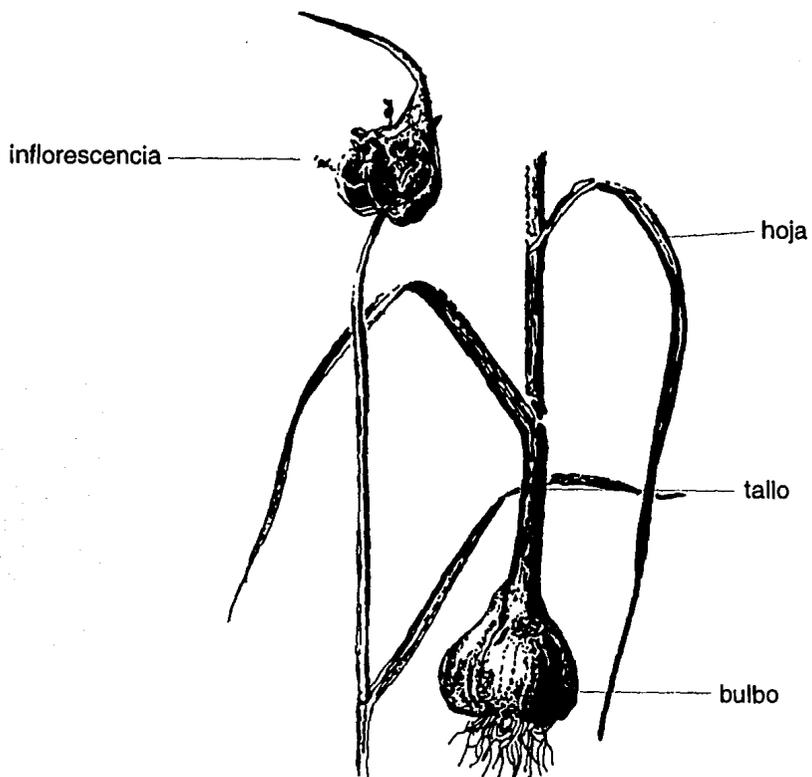


FIGURA 4

Compuestos azufrados que se extraen del ajo (Block, 1979)

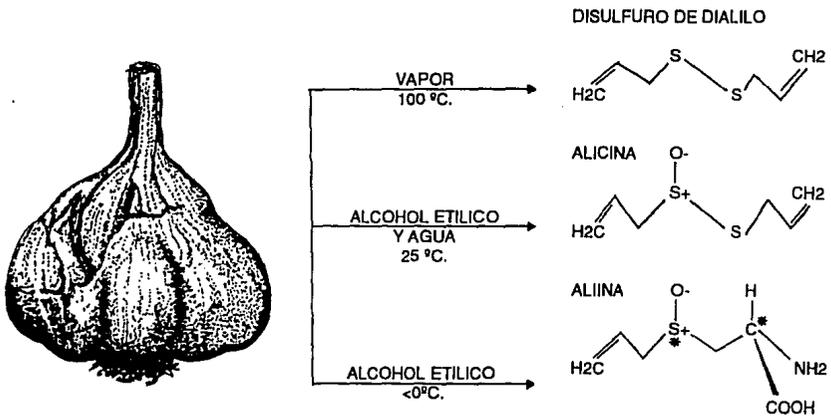


FIGURA 5

Rábano, *Raphanus sativus* (Font Quer, 1979)

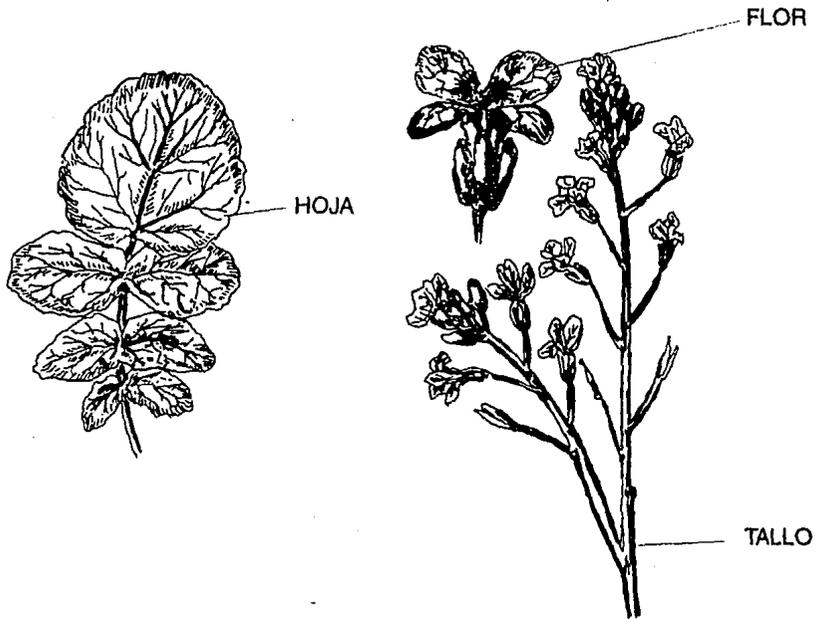


FIGURA 6

Esquema de las zonas de marcaje para obtener el porcentaje de infección en la trucha arco-iris

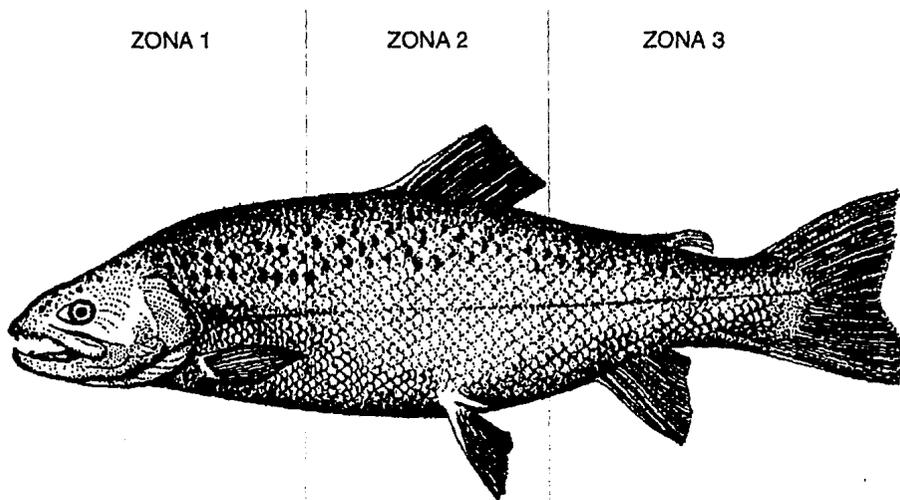


TABLA 1.

Parámetros Físico - Químicos de la piscifactoría " El Zarco "

HORA	TEMPERATURA	OXIGENO DISUELTO p.p.m.	PH	ALCALINIDAD mg/l	DUREZA	FECHA
10:02	11.0	6.6	7.09	32.32	27.0	Oct. 91
9:44	10.5	7.2	7.03	34.34	28.0	Nov. 91
10:10	9.4	5.8	---	34.34	28.0	Dic. 91
9:50	9.3	5.4	6.93	34.34	30.0	Ene.92

TABLA 2Porcentaje de *Saprolegnia* sp. en los peces tratados con ajo (*Allium sativum*)

TIEMPO (DÍAS)

DOSIS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100.0	97.95	87.75	30.61	22.44	12.24	6.12	4.08	0.0	0.0
2	100.0	51.72	58.62	59.77	48.27	13.79	5.74	19.54	11.49	10.34
3	100.0	45.45	37.19	36.36	40.49	38.01	41.32	41.32	47.93	1.03
4	100.0	80.23	40.69	19.76	20.93	76.74	76.74	17.44	18.60	1.43
C	100.0	106.41	146.15	145.83	201.92	227.56	283.65	299.67	347.75	379.8

C = LOTE CONTROL

TABLA 3

Porcentaje de *Saprolegnia* sp. en los peces tratados con rábano (*Raphanus sativus*).

TIEMPO (DÍAS)

DOSIS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100.0	100.0	100.0	18.18	9.09	13.63	00.0	0.0	0.0	0.0
2	100.0	65.68	67.64	51.47	50.24	17.15	8.57	6.12	6.12	6.12
3	100.0	33.33	26.66	46.66	46.66	65.55	57.77	57.77	97.77	50.0
4	100.0	86.95	69.56	33.69	34.78	61.95	32.60	32.60	55.70	9.05
C	100.0	106.41	146.15	145.83	201.92	227.56	283.65	299.67	347.75	379.8

C = LOTE CONTROL

GRAFICA 1

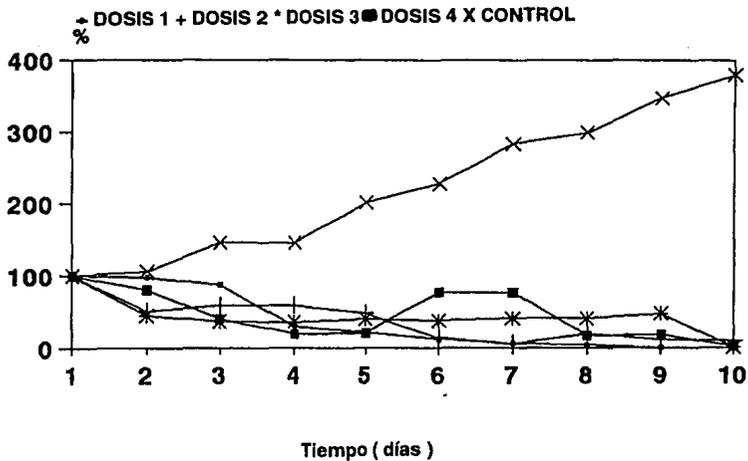
Porcentaje (%) de *Saprolegnia sp.* en los peces tratados con ajo (*Allium sativum*).

d1 = DOSIS 1 = 57 ml. de tintura * 100 ltrs. de agua del estanque

d2 = DOSIS 2 = 114 ml. de tintura * 100 ltrs. de agua del estanque

d3 = DOSIS 3 = 171 ml. de tintura * 100 ltrs. de agua del estanque

d4 = DOSIS 4 = 228 ml. de tintura * 100 ltrs. de agua del estanque



GRAFICA 2

Porcentaje (%) de *Saprolegnia* sp. en los peces tratados con rábano (*Raphanus sativus*).

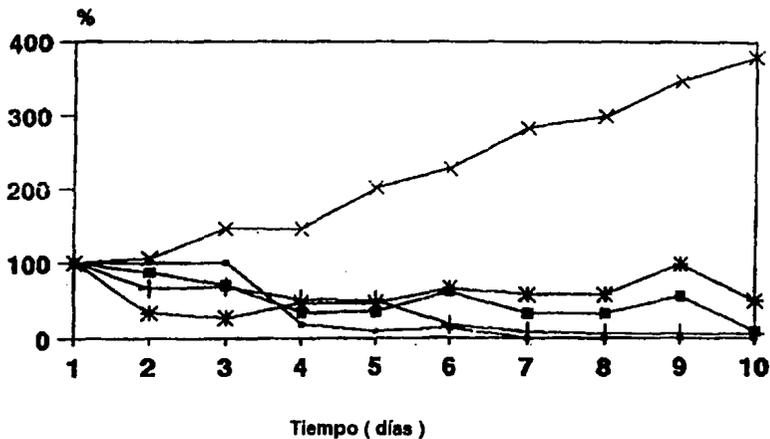
d1 = DOSIS 1 = 57 ml. de tintura / 100 ltrs. de agua del estanque

d2 = DOSIS 2 = 114 ml. de tintura / 100 ltrs. de agua del estanque

d3 = DOSIS 3 = 171 ml. de tintura / 100 ltrs. de agua del estanque

d4 = DOSIS 4 = 228 ml. de tintura / 100 ltrs. de agua del estanque

← DOSIS 1 + DOSIS 2 * DOSIS 3 ■ DOSIS 4 X CONTROL



GRAFICA 3

Comparación de los tratamientos de ajo y rábano con el lote control

Ti = Tratamiento con Rábano

Tt = Tratamiento con Ajo

C = Lote Control

→ RABANO + AJO X CONTROL

