



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS.

Uso del ácido cápsico (*Capsicum annuum*),
como promotor de crecimiento en *Oreochromis
niloticus*.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

DIANA BERMEJO QUINTANA.



Facultad de Ciencias
UNAM

DIRECTORA DE TESIS:

M. en N. A. Marcela Fragozo Cervón

2005



m. 348452



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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:
"Uso del ácido cápsico (*Capsicum. annum*), como promotor de
crecimiento en *Oreochromis niloticus*."

realizado por Bermejo Quintana Diana

con número de cuenta 09633788-0 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M. en N.A. Marcela Fragoso Cervón

Propietario M. en C. María del Pilar Torres García

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

Suplente Biol. Teresa Sosa Rodríguez

Suplente M. en C. José Luis Bortolini Rosales

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGÍA

"El mar es espíritu de libertad. Es la vía del ángel que flota y que se mece sobre las aguas, y del que se mueve en las profundidades armonizando a todos los que viven ahí."

Pensamiento tomado en Acuario de Veracruz

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de una manera muy especial a los sinodales de este trabajo, M. en N. A. Marcela Fragoso Cervón, directora de la presente tesis, M. V. Z. Ana Auró Angulo, M. en C. Ma del Pilar Torres García, Biol. Teresa Sosa y M. en C. José Luis Bortolini, gracias por su interés pero sobre todo por su tiempo, amistad y calidad humana para obtener lo mejor de este trabajo, gracias por ayudarme a alcanzar una de las metas más importantes en mi vida.

A todos mis profesores de la carrera de Biología ya que recordaré sus clases como lecciones de vida, gracias por empezarme a formar como la profesionista que deseo ser.

Gracias a mis padres por que siempre han estado conmigo de una manera u otra, cada uno me ha dado lo mejor de si apoyándome a cada paso, gracias por que les debo la vida y todo lo que soy, por supuesto les dedico este triunfo que también es suyo. Los amo.

Quiero agradecer a David Gutiérrez por toda la paciencia, comprensión y amor durante este tiempo que me han ayudado cada día a no darme por vencida, motivándome para no olvidar las cosas importantes de la vida. Gracias amor por existir en mi vida.

A Caro gracias por ser mi hermana espero que nunca olvides que solo nos tenemos una a la otra, te quiero mana.

También agradezco a mis abuelitas Carmen y Raquel por cuidarme y preocuparse por mí y espero que mis abuelos Salvador y Samuel estén orgullosos de mí donde quiera que se encuentren.

A mi tía Carmen que yo se que me observa y estará conmigo siempre cuidándome. A mi tía Rosi por que a pesar de sus propios problemas siempre busca la forma de estar conmigo y apoyarme. A mi tía Erna por la alegría que nos transmite a pesar de lo difícil que pueden parecer las cosas.

También le agradezco a mi tío y padrino Javier por apoyarme cuando mas lo he necesitado, además de ser mi cómplice perfecto. Así mismo agradezco a todos mis tíos que de alguna manera me han formado para ser la persona que soy.

A la banda de primos: Karla, Israel, Ivonne, Erick, Ulises, Ana, Ale, Adriana, Jimena, Javier, Nef, Tania, Yesi, gracias chicos por dejarme entrar a sus vidas además de darme su amistad.

Gracias a todos los buenos amigos que han sido parte importante de mi vida, Luz, Paulina, Karina, David C., Jesús, Julián, Carlos, Nancy, Memo, Estelita, Chuyito, Piolín, espero que a pesar del tiempo y de los cambios en nuestras vidas podamos siempre reunirnos y reírnos de la vida juntos.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	v
Introducción.....	1
Antecedentes.....	12
Objetivos.....	18
Hipótesis.....	18
Material y Método.....	19
Resultados.....	23
Análisis de Resultados.....	27
Resultados Histológicos.....	32
Discusión.....	35
Conclusiones.....	38
Bibliografía.....	39

RESUMEN

En la práctica piscícola el problema para el desarrollo de una dieta completamente artificial, es el alto requerimiento de proteína animal que muchas especies necesitan, para lograr lo anterior se puede contar con los promotores de crecimiento que mejoran la eficiencia digestiva. En este trabajo se probó la capsaicina, sustancia activa del chile, como promotor que actúa en el lumen intestinal abriendo canales intercelulares promoviendo el crecimiento. Se utilizaron 84 tilapias, a las cuales se les alimentó con el 6% de su peso vivo adicionando capsaicina, dividiéndose en 4 tratamientos: tres diferentes dosis de capsaicina (10 μg , 20 μg , 30 μg) y un grupo control, con ausencia de la sustancia. Se realizaron biometrías semanales midiendo peso, largo patrón, largo total y ancho. Al final del bioensayo que duró 12 semanas, los peces se sacrificaron para observar los efectos a nivel histológico del promotor en intestino; se encontró que la capsaicina no causó daño al intestino de ningún organismo tratado con esta. Los resultados obtenidos de la biometría, se analizaron por medio de una prueba de análisis de varianza ANOVA, EXCEL, en donde se encontró que no había diferencias significativas entre tratamientos, excepto para la variable peso, siendo 10 μg la ración con mayor aumento en peso. Para mortalidad y conversión alimenticia (C.A.) se realizaron pruebas de T de Student en donde se encontraron diferencias significativas para el grupo control y tratamiento 1 para ambas variables.

INTRODUCCIÓN.

El término acuicultura engloba todas las actividades que tienen por objeto la producción, crecimiento, desarrollo y comercialización de organismos acuáticos, animales o vegetales, de aguas dulces, salobres o saladas. El fin fundamental de los acuicultivos es la producción de materia viva en un medio acuático y la distinción entre cultivo y cría no establece, como ocurre en el medio terrestre, una separación entre los reinos vegetal y animal (Barnabé, 1991).

La piscicultura es parte de la acuicultura y tiene por objeto el cultivo racional de los peces, lo que comprende particularmente el control de su crecimiento y su reproducción. Se practica en estanques naturales o artificiales. El cultivo de los peces se orienta no solo a su multiplicación cuantitativa, sino a la mejora cualitativa de los productos. Los peces cultivados están destinados al consumo o a la repoblación de las aguas libres o estancadas. Las técnicas utilizadas están llegando a una etapa que colocará a la acuicultura a la par de la agricultura y la ganadería, como actividad tendente a racionalizar la explotación de los recursos acuáticos y proporcionar alimento y trabajo, de ahí la importancia de la investigación. El mar experimenta el impacto del desarrollo industrial, agrícola y urbano, que pone en peligro la producción y el uso recreativo de sus aguas. La contaminación incontrolada del agua puede anular la acuicultura, pero también en esta existe la posibilidad de descontaminación. La contribución de la acuicultura a la alimentación humana se encuentra limitada mientras se disponga de reservas naturales que puedan ser explotadas a gran escala mediante la pesca. A medida que se vaya conociendo mejor la biología de las especies, se resuelvan los problemas que plantea su alimentación y se controle el ambiente acuático, cabe esperar una participación creciente de la acuicultura en la alimentación humana (Huet, 1998).

El origen exacto de la acuicultura es aun un misterio, pero sabemos que la idea de cultivar las aguas continentales y los mares no es nueva: en Hawai se descubrieron vestigios de estanques utilizados para la estabulación o mantenimiento que datan de tiempos prehistóricos, por lo que partiendo de pruebas arqueológicas, se sabe que los peces han tenido importancia como fuente alimenticia desde tiempos prehistóricos, especialmente para pueblos costeros o aquellos cerca de ríos o lagos (Barnabé, 1991)

Las primeras noticias sobre acuicultura como tal datan del año 2000 a.C., tiempo en que los japoneses cultivaban ostras en sus zonas intermareales.

Pero fue en el tiempo de auge de Egipto que se obtuvo conocimiento del mantenimiento y reproducción de los peces no solo para la alimentación sino por sus atributos ornamentales, (Cifuentes *et al.* 1990, citado por Santamaría, 2004). En China se sabe que tuvo su origen el primer tratado de piscicultura atribuido a Fan-Li en el año 475 a.C. (Barnabé, 1991); así como la obtención de carpas por selección artificial en la dinastía Tang (618 al 907 d.C.), aunque estas ya eran criadas en la dinastía Song (970 al 1278 d.C.). Sin embargo la carpa llegó a Europa hasta fines del siglo XVII, y a Inglaterra hasta 1961, (Cifuentes *et al.*, 1990, citado por Santamaría, 2004). En la región Indopacífica ya existían leyes para proteger a los piscicultores contra los ladrones 1400 años a.C. En la antigüedad, Aristóteles menciona el cultivo de ostras en Grecia, mientras que Plinio da detalles del mismo en Roma 100 años a.c. (Barnabé, 1991, Santamaría, 2004).

Fue de manera empírica, a partir de la observación de los animales acuáticos y mediante técnicas de pesca arcaicas, como se establecieron realmente las primeras formas efectivas de cultivo: los juveniles de ciertas especies penetran procedentes del mar, en lagunas litorales, allí engordan y posteriormente regresan al mar de nuevo. Su captura es entonces sencilla con la ayuda de cercas o encañizadas cerrando los lugares de paso. Esta técnica, a medio camino entre la pesca y la cría, ha evolucionado progresivamente hacia una verdadera cría. En dos peces de agua dulce se consiguió muy pronto el control completo de su ciclo de cultivo: la cría de la carpa se conoce desde la Edad Media y la de la trucha desde hace un siglo, y desde entonces la cría de estas dos especies ha sufrido tales transformaciones que se puede hablar de una domesticación (Barnabé, 1991).

Las experiencias sobre cría de peces, moluscos y crustáceos marinos se iniciaron en el siglo XIX pero en ningún caso se llegó a controlar todo el ciclo biológico como con la carpa y la trucha. En 1960, Ito aclimató el rotífero *Brachionus plicatilis* al agua de mar. Su utilización en alimentación de larvas de peces, permitió por primera vez la cría de miles de larvas hasta el estado de juveniles, abriendo la vía de la acuicultura de los peces marinos. Desde 1940 la producción de juveniles de moluscos ha progresado al unísono en Inglaterra, Japón, y Estados Unidos. Por otra parte, los estudios sobre los problemas de nutrición larvaria se han visto considerablemente beneficiados por las técnicas de cultivo de algas unicelulares. Desde principios de la década de 1970 estaba dominada, al menos a nivel de laboratorio y en ocasiones a mayor escala, la cría completa de diferentes especies de moluscos, crustáceos y peces marinos (Barnabé, 1991).

La acuicultura es considerada como una actividad del sector primario de la economía de México, esta ya era parte del mundo prehispánico en nuestro país aunque parece ser que se origino debido a las creencias religiosas y no a la producción de alimento (Barnabé, 1991).

El mar solo proporciona el 10% de las proteínas animales de la alimentación humana y el 1.3% de su alimentación global; el hombre obtiene la mayoría de sus alimentos de las tierras en que habita y que representa la cuarta parte de la superficie del planeta. La extensión del hábitat marino, la dispersión de los organismos que lo pueblan, su movilidad y el tener que operar desde la superficie, constituyen para el hombre dificultades que se contraponen con la "accesibilidad" de las tierras (Barnabé, 1991).

La cría de animales acuáticos en condiciones más o menos controladas por el hombre, es una actividad que comienza bastante atrás en la historia de la civilización. Sin embargo, sorprende constatar el lento desarrollo histórico de la acuicultura, cuando se compara con otras actividades productivas como la ganadería o la agricultura. Hoy en día la situación ha cambiado, no solo por la evidente crisis de los recursos pesqueros, sino porque se están desarrollando, especialmente en las dos ultimas décadas, métodos y técnicas específicos para la acuicultura, que facilitan e impulsan su desarrollo, llegando a convertir en una verdadera industria (Carbo, 1997).

En los países industrializados la acuicultura destinada a la alimentación (producción de proteínas) tiene importancia secundaria frente a la producción de especies para, por ejemplo, la pesca deportiva (EU.) o de gran valor comercial (Japón), aunque esta situación tiende a cambiar a medida que se prevean las necesidades futuras. En los países subdesarrollados o en vías de desarrollo, la importancia económica y social de la acuicultura radica en la posibilidad de producir alimento barato y dar trabajo e ingresos a un gran número de personas, aunque el factor decisivo para el desarrollo de la acuicultura parece haber sido la necesidad humana de alimentos (Carbo, 1997).

La producción mundial de la pesca de captura y la acuicultura suministró alrededor de 101 millones de toneladas de pescado para el consumo humano en 2002, lo que equivale a un suministro per cápita aparente de 16,2 Kg (equivalente de peso en vivo), cuyo crecimiento desde el 2000 se debió a la acuicultura. La producción de acuicultura mundial sigue creciendo tanto en volumen como en proporción del suministro mundial de pescado para el consumo humano directo. La producción de 2002 (51,4 millones de

toneladas, de la que China representó el 71%) fue un 6,1% superior a la del 2000. El sector de la acuicultura sin incluir a China, contribuyó con 12 millones de toneladas al suministro de pescado para consumo humano en 2002 frente a los 53 millones de toneladas precedentes de la pesca de captura (China produjo 28 millones de toneladas de la acuicultura y 7 millones de la pesca de captura). La producción acuícola de pescado para la alimentación humana continúa siendo principalmente (57,7%) de agua dulce. La producción aumentó en todos los continentes en 2000-02, con la excepción de Europa, donde se mantuvo relativamente inalterada. El número de personas que obtuvieron ingresos del empleo en el sector primario de la pesca y la acuicultura en 2002 ascendió a unos 38 millones, cifra marginalmente superior a la de 2001. Es la acuicultura el sector que proporciona cada vez más oportunidades. En cuanto a los países productores con mayor producción de acuicultura a nivel mundial por volumen, se encuentra en primer lugar China con 28 millones de toneladas y a México en el lugar 27 con 74 mil toneladas (FAO, 2002).

Para la producción mundial de acuicultura la especie más producida fue la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*- 4.2 millones de toneladas) y en el octavo lugar la tilapia (*Oreochromis niloticus*- 1,2 millones de toneladas), en cuanto a la producción por grupo de especie, las carpas y otros ciprínidos ocupan el primer lugar con 17 millones de toneladas y las tilapias y otros cíclidos ocupan el sexto lugar con 1,5 millones de toneladas (FAO, 2002).

La mayor parte de la producción acuícola de pescados, crustáceos y moluscos sigue procediendo del cultivo en agua dulce (57,7% en volumen y 48,4% en valor). La maricultura contribuye al 36,5% de la producción y 35,7% del valor total. La producción en aguas salobres sólo representó 5,8% del volumen de la producción acuícola en 2002 y un 15,9% de su valor total, debido a peces y crustáceos de un valor elevado (FAO, 2002).

La acuicultura puede ser una contribución importante para la nutrición en muchas partes del mundo, incluyendo México, por el hecho de que las cosechas acuáticas son principalmente de proteína más que alimentos básicos de fécula, (Hernández, 2002). Dentro de las especies cultivadas y explotadas en México destacan la trucha, carpa y tilapia. De estas especies, la tilapia o mojarra representa un gran potencial económico, debido a sus características biológicas, que la hacen una de las posibles soluciones para incrementar la productividad acuícola y consecuentemente ser una excelente fuente alimenticia, (Sánchez, 2003). Por esto la tilapia es después de la carpa el pez más popular para el cultivo (Landau, 1991).

El empleo de organismos bastante resistentes a condiciones ambientales variantes y a veces extremas, es una ventaja en sistemas de cultivo extensivo, semi-intensivo, además de condiciones de laboratorio para asegurar la sobrevivencia o producción. Las tilapias son un grupo de peces que ha tenido éxito, debido a que fisiológicamente hablando son organismos muy adaptables a diversas condiciones ecológicas; ya que tiene una gran resistencia física, presentan un crecimiento rápido, resisten enfermedades, resisten bajas concentraciones de oxígeno, son capaces de nutrirse de una gama amplia de alimentos naturales y artificiales, se reproducen en cultivo, y han sido aceptadas para el consumo humano, (Hernández, 2002); además de desarrollarse en aguas lénticas, someras o turbias de fondo lodoso, tolera alta salinidad, la calidad de la carne es excelente, puesto que su textura es firme, de color blanco y no posee huesos intermusculares, lo cual hace que constituya un pescado altamente apetecible (Sánchez, 2003).

Las tilapias están agrupadas en dos géneros: *Tilapia*, las cuales son macrófagos, herbívoras, de gran resiliencia y no practican la incubación bucal y *Oreochromis* que es micrófago y omnívoro que es de menor resiliencia y practicantes de la incubación bucal. Alrededor de setenta especies han sido identificados dentro de estos dos géneros, sin embargo dos especies de *Tilapia*, *rendelli* y *zillii*, y tres especies de *Oreochromis*, *aereus*, *mossambicus*, *niloticus* han sido usadas ampliamente en la acuicultura. El nombre común para los dos géneros es tilapia (Huet, 1998, Halver, 1989).

Las tilapias son peces teleósteos que pertenecen a la familia Cichlidae, son peces de aguas calientes tropicales. Aunque la mayoría de las especies son de agua dulce, tolera una amplia gama de salinidades. El rango óptimo de temperatura para su desarrollo es de 25 a 30°C (Halver, 1989).

Su alimentación es principalmente herbívora, aunque algunas especies se alimentan de plancton, gusanos crustáceos y larvas de insectos según el género. En piscicultura las tilapias aprovechan bien la más variada alimentación artificial que puede distribuírseles. Durante el primer estadio de su vida los alevines de tilapias no consumen alimento artificial, pero puede aumentarse la cantidad de alimento natural disponible mediante el abonado. Desde que llegan a los 4 o 5 cm. de tamaño comienzan a absorber alimento artificial. Las tilapias pueden alimentarse fácilmente de numerosos vegetales, harinas y distintos desperdicios. Alimentando regularmente se puede doblar, triplicar, multiplicar por diez e incluso por mas la producción natural del estanque. El alimento que no se consume rápidamente se

descompone, haciendo el papel de abono orgánico y provocando el desarrollo abundante de plancton (Huet, 1998).

En un año de cultivo, con temperatura entre 20 y 35 °C, pueden alcanzar de 100-300 g de peso. Son sensibles a las bajas temperaturas, con un límite letal de 9 a 13°C dependiendo de la especie. El principal problema en el cultivo de la tilapia es su proliferación. Se reproduce fácilmente a una temprana edad (3 a 6 meses) aun cuando todavía son pequeñas y tienen desoves múltiples, pueden realizar una puesta cada 3-7 semanas. Esto puede incrementar la población de peces en el estanque a un grado tal que impida el crecimiento. Para resolver este problema es necesario especies que se desarrollen rápido y alcancen la talla comercial antes de que procreen, o criar poblaciones en un solo sexo (Loeza, 1993).

La tilapia es un pez de tamaño mediano, de cuerpo comprimido, tipo discoidal, tiene un orificio nasal a cada lado de la cabeza por encima de los labios gruesos, la línea lateral se encuentra interrumpida y dividida en dos partes, la primera se extiende desde el opérculo hasta los últimos radios de la aleta dorsal y la segunda por debajo de donde termina la anterior hasta el final de la aleta caudal. Presenta de 14 a 19 branquioespinas en la parte interior del primer arco branquial; aleta dorsal XV-XVI, 10 a 12; aleta anal III-IV, 9 a 11; alta pélvica 1,5; aleta pectoral 13-15 (Loeza, 1993).

El color del cuerpo va de gris claro a oscuro, (Fig. 1) un filo de aleta dorsal es rosado, los ojos de color amarillo y el perfil frontal fuertemente cóncavo en el macho y leve en la hembra, los dientes externos en las mandíbulas de los machos son unicúspides (Loeza, 1993).

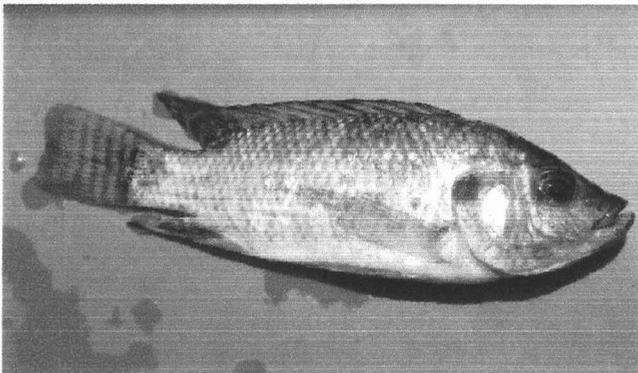


Fig. 1. *Oreochromis niloticus*

Oreochromis es un grupo de peces muy diverso y con una distribución muy amplia debido a la introducción, actualmente es posible encontrarla en la mayoría de los países de América entre ellos, Estados Unidos, México, Guatemala, Honduras, Venezuela, Brazil, etc. (Loeza, 1993). Además se encuentra ampliamente distribuida en el continente Africano, Asia menor; que comprende la parte oeste del Mar Negro, y está limitada por Rusia, Turquía, Bulgaria y Rumania. La especie también se encuentra abundantemente en algunos lugares de India y Ceilán (Santamaría, 2004).

Posición Taxonómica

Phylum	Chordata
Subphylum	Craneata
Superclase	Gnastosthomata
Orden	Perciforme
Suborden	Percoidei
Familia	Cichlidae
Género	<i>Oreochromis</i>
Especie	<i>O. niloticus.</i>

(Arredondo *et al.*, 1994, citado por Santamaría, 2004)

La Tilapia es nativa de Africa y Medio Este, donde se encontrada exclusivamente hace aproximadamente 50 años, pero su introducción permite encontrar poblaciones en la mayoría de los cuerpos de agua tropicales y semitropicales (Landau, 1991).

El cultivo de Tilapia experimental comenzó en 1924 en Kenya y más tarde en el Congo en 1937. Para 1939 este pez africano ya se encontraba en Java, volviéndose muy popular en este lugar en la Segunda Guerra Mundial por la ocupación japonesa, cuando el cultivo de chanos declino. Los japoneses al principio la compraban y después la cultivaron llevándola al continente para convertirse en un organismo extremadamente importante para la acuicultura (Landau, 1991).

La Tilapia fue introducida a México en 1964, procedente de la Universidad de Auburn, Alabama, E.U., y llevada a la Estación de Acuicultura Tropical de Temascal, en el estado de Oaxaca (Loeza, 1993). Las especies que se introdujeron fueron principalmente del género *Oreochromis* como: *O.*

aereus, *O. mossambicus*, *O. niloticus* y *O. proleptis hornorum*; además del género *Tilapia* con la especie *T. randalli*. En la actualidad la tilapia está difundida de forma extensa en México, sobre todo en lugares que se encuentran por debajo de los 1500 m.s.n.m.. Sin embargo, gran parte del país se encuentra por arriba de esta altitud, como en la mesa central, donde la altitud promedio está por arriba de los 2000 m.s.n.m. A 20 años de su introducción, la tilapia en México, se le puede encontrar en los lagos más importantes como son Chapala y Pátzcuaro; en las mayores presas; en las mayores presas como Infiernillo, Miguel Alemán (Temascal), La Angostura, Nezahualcóyotl, Chicoasén, El Márquez, El Falcón Internacional, La Villita, y Vicente Guerrero (Hernández, 2002).

El crecimiento de las tilapias varía mucho; en primer lugar, según las especies, y en segundo, según los individuos. Depende también del alimento disponible: natural o artificial. El crecimiento es mucho más rápido en las aguas ricas. Está ligado a la temperatura como en las demás especies piscícolas. Generalmente, el macho crece más de prisa que la hembra, lo que sin duda se debe a que en las especies de incubación bucal la hembra no se alimenta mientras incuba (Huet, 1998).

En la práctica piscícola el problema para el desarrollo de una dieta completamente artificial, es el alto requerimiento de proteína animal que muchas especies necesitan lo que contribuye a que los costos en la elaboración de alimentos para peces sean muy altos. Se ha demostrado la posibilidad de abatir el alto costo de la proteína animal necesaria para producir el alimento de los peces, como lo es la harina de pescado o hueso, utilizando fuentes de proteína vegetal como cacahuete, soya, semillas. Así, resulta de gran importancia que las empresas elaboradoras de alimento artificial generen productos de alta calidad que cumplan con los requerimientos nutricionales de los organismos para cada una de sus fases de cultivo, con el fin de lograr que los organismos se desarrollen en el menor tiempo posible, y al más bajo costo, sin descuidar la calidad del producto. Para lograr lo anterior se puede contar con los aditivos, clasificación que se les da a todos aquellos ingredientes que, adicionados a los alimentos, mejoran en alguna forma la apariencia, calidad, aceptación, digestión, absorción o metabolismo de los alimentos, su viabilidad durante el almacenamiento, aunque puede ser o no esencial para la nutrición animal (Loeza, 1993).

Se ha definido el crecimiento en los animales como la agregación de elementos estructurales o carnosos, por lo que se habla de las proteínas. El

crecimiento de los peces, en particular, es de gran importancia para el hombre por ser el explotador potencial de las diferentes poblaciones de peces. La utilización de promotores de crecimiento está destinada a mejorar la eficiencia digestiva, a disminuir los índices normales de consumo de alimento y a mantener o acelerar la tasa de crecimiento. Entre las principales sustancias promotoras de crecimiento o por lo menos las más investigadas se encuentran los compuestos hormonales y antibióticos (Loeza, 1993).

Los agentes promotores de crecimiento han sido objeto de un intenso estudio desde que fueron introducidos originalmente a la actividad agropecuaria a principios de la década de 1950, debido a que el uso de estos promotores se inicia con el descubrimiento de que los residuos de la fermentación industrial de ciertos antibióticos pueden utilizarse como fuente de proteína animal. Dado que dichos residuos contienen vitamina B12, se pensó en un principio que su acción podría ser por la presencia de ésta, aunque posteriormente se comprobaría que los efectos de la vitamina B12 y el antibiótico son independientes (Loeza, 1993).

A través de los años se han desarrollado y empleado más agentes promotores del crecimiento, entre ellos: malonilurea, izoniácida, arsenicales, sulfamidas, antibióticos sales orgánicas, en cerdos pollos y bovinos. (Loeza, 1993), y en tilapia también se ha ocupado: ajo (Guzmán, 1990), virginiamicida (Leo, 1991), Bacitracina-zinc (Menchaca, 1992, Vargas et al, 1993), olaquinox (Loeza, 1993), nitrovin (Cervantes, 1990), prebióticos; *Saccharomyces cerevisiae* (Sánchez, 2003), *Streptococcus faecium* y *Lactobacillus acidophilus* (Lara-Flores, 2003). En este trabajo se probará el efecto promotor de crecimiento de la capsaicina.

Capsaicina

La paprika es un fruto de la planta *Capsicum annum*, un chile largo y grande de color rojo (pimiento morron), (Fig.2), con un componente que es el ácido capsico (AC), el cual se encuentra principalmente en la semilla y en el pericarpio, y en menor cantidad en el resto del fruto, incluso el caliz y el tallo.



Fig. 2. Fotografía de la planta del chile (*Capsicum annuum*). Tomada de <http://web.axelero.hu/arbix/fuszer/photos/photos-capsicums.html>

El ácido cápsico deriva de la vanilil amina (8-metil-N-vanilil-6-monoamida) y es el componente picante de los pimientos del género *Capsicum*. Es un compuesto orgánico de nitrógeno de naturaleza lipídica, frecuentemente clasificado, de forma errónea, como un alcaloide. Su fórmula molecular corresponde a $C_{18}H_{27}NO$, poseyendo un color rojo-naranja, pudiéndose almacenar durante años en forma estable, (Hernández, 1996). La capsaicina, junto con la hidrocapsaicina, constituye más del 90% del chile. (García, 1995).

El nombre fue aplicado, en 1876, a un compuesto incoloro aislado de la oleorresina del *Capsicum*. En los años 60 el compuesto natural fue adecuadamente caracterizado. La capsaicina se ha utilizado con diversos fines curativos, su estudio farmacológico fue iniciado por Nicholas Jancson, en los años 40's y continuado por Janos Scolcsanyl en los años 60', se le relaciona con efectos cardiovasculares, respiratorios, termorreguladores y sobre el dolor, ya que puede causar analgesia. La capsaicina purificada, diluida cien mil veces, sigue siendo tan activa que aun es capaz de producir ampollas en la lengua. La capsaicina es la responsable de la sensación de ardor, e incluso dolor, en la mucosa oral. Estimula las secreciones gástricas y, si se usa en demasía, ocasiona inflamación. Se sabe que esta molécula es

capaz de actuar sobre fibras no mielinizadas delgadas, activando a ciertas subpoblaciones de neuronas sensoriales. La capsaicina también posee cualidades descongestivas y, a concentraciones adecuadas, favorece en el cerebro la producción de endorfinas, que son moléculas que promueven la sensación de bienestar (Hernández, 1996).

También el estudio de las acciones selectivas neuronales de la capsaicina está ayudando al progreso del conocimiento de ciertas funciones neuronales. Aunque ello parezca extraño, la capsaicina, por sí misma, es una molécula sin sabor ni olor. Sus acciones se ejecutan a través de su reconocimiento por parte de una proteína receptora, que no es específica para ella, sino que también efectúa otras funciones de reconocimiento. Al estimularse el receptor de la capsaicina se facilita la entrada de iones calcio a las células, a través de canales específicos (fenómeno de despolarización de las membranas celulares). Ello significa una especie de mensaje, que es transportado hasta el cerebro donde es traducido en forma de sensación de quemazón o ardor (Hernández, 1996).

La capsaicina trabaja deplecionando el contenido de sustancia P y otros neurotransmisores responsables de la transmisión de impulsos dolorosos (Busquets, 2002). Muy recientemente, investigadores de la Universidad de California, en San Francisco, han sido capaces de identificar y clonar al gen responsable de codificar la síntesis de la proteína receptora de la capsaicina. Este receptor se conoce con el nombre de receptor vainilloide subtipo I, y no se trata de un receptor específico solo para la capsaicina, sino que es un receptor doloroso general, que responde, por ejemplo, al calor, tal como se ha demostrado en investigaciones realizadas con cultivos celulares. Según parece, la exposición prolongada del receptor al ligando (la capsaicina) puede llegar a matar las fibras transportadoras de la señal hasta el cerebro. Posiblemente, esta es la razón de que las personas que ingieren mucha cantidad de sustancias picantes sean más resistentes a su acción. La característica picante es controlada por un gen dominante, y los grados de picor son debidos quizás a las modificaciones del ambiente que pueden afectar al gen (García, 1995).

ANTECEDENTES

Capsaicina

Se han realizado un gran número de estudios referentes al empleo de sustancias inductoras de tos, como la capsaicina, las cuales han servido para distinguir la naturaleza y localización de algunos receptores. Se tienen 2 hipótesis según el efecto causado por la capsaicina; la primera habla de la participación de las fibras C en la inducción de tos provocado por la inhalación de capsaicina, que es conocido como un estimulante de dichos receptores en otros sistemas orgánicos, con efectos secundarios. La segunda hipótesis contrasta con la anterior ya que en algunos trabajos no se ha podido demostrar un aumento en la expresión de la inflamación neurogénica tras la inhalación de capsaicina, ni efectos secundarios (de Diego, 2000).

Collier y Fuller en 1984, fueron los primeros en trabajar con capsaicina en condiciones de laboratorio al analizar los efectos antitusígenos del cromoglicato disódico, introdujeron el método de una inhalación o dos como máximo, siendo el origen de los estudios utilizando como base valores de normalidad en población sana.

En 1992, Midgren publica un estudio en el que demuestra que la administración repetida de capsaicina en individuos sanos carece de efectos secundarios y no produce broncoespasmo. Los efectos tusígenos aparecen a los 30 s de su administración y la frecuencia de la tos depende de la dosis.

Choudry en 1992 observó en una muestra de 363 individuos, observando que los pacientes con tos no productiva presentaban una sensibilidad mayor a la capsaicina que los pacientes con tos productiva o sujetos sanos.

Nieto *et al.* 1999 hicieron un estudio para determinar el umbral tusígeno a la capsaicina en 92 sujetos sanos con concentraciones desde 0,49 a 500 μM y encontraron que ningún paciente presentó evidencia clínica ni funcional de broncoconstricción.

de Diego, 2000 concluye que los estudios realizados hasta el momento para tratamientos de tos con capsaicina son insuficientes debido a una falta de estandarización en la metodología de los distintos laboratorios y el escaso número de sujetos que justifica la variabilidad en los datos obtenidos, pero asegura que la capsaicina en aplicación directa a las fosas nasales provoca

sensación de quemazón, estornudos, produce salivación, dolor y confirma que es un potente estimulante de la tos.

Trabajos en el área de tratamientos al dolor se han hecho por Merlano en donde un estudio con 70 pacientes con osteoartritis de rodilla y 31 con artritis reumatoide se utilizó capsaicina crema al 0,025% contra dolor por 4 semanas. Encontraron una notable mejoría sobre todo en los pacientes con osteoartritis y en general los resultados mostraron que se redujo en forma efectiva el dolor. También se utiliza la capsaicina en la neuralgia post herpética por Albert, 2002, en donde recomienda el uso de esta sustancia a un 0,025%, en donde un 80% de los pacientes presenta mejoría del dolor, aceptando que puede haber una irritación de la piel por su uso. Se debe usar 4 o 5 veces al día, por 4 semanas. Esta eficacia dermatológica también se probó en animales por Marcella *et al.*, en el 2002, los cuales utilizaron capsaicina tópica a 0,025% para el tratamiento de prurito en 12 perros con dermatitis atópica por 6 semanas, se encontró que el prurito empeoró en la primera semana, aunque toleraban la capsaicina, después las lesiones disminuyeron por lo que el trabajo recomienda la capsaicina tópica como un agente antiprurito en perros con dermatitis atópica.

Dorantes en el 2000, encontró que la capsaicina podía tener un efecto inhibidor de bacterias patógenas, en este trabajo se encontró una inhibición de el crecimiento para 4 bacterias diferentes, *Listeria*, *Staphylococcus*, *Salmonella* y *Bacillus*, obteniendo que *Listeria*, es la más sensible y *Salmonella* la más resistente, pero el pimiento morrón que no contiene capsaicina fue el extracto mas eficiente en la inhibición y las variedades de chile que contienen capsaicina o dihydrocapsaicina no demostraron una actividad de inhibición

Velasco *et al.*, en 1996 también trabajo con el efecto inhibidor de bacterias de la capsaicina trabajando con semilla de páprika en la dieta de pollos de engorda que se infectaron experimentalmente por *Salmonella gallinarum*, observándose que la capsaicina aumento la resistencia a la invasión y colonización en los órganos de los pollos por la bacteria.

Pellicer *et al.*, en 2001 utilizaron la capsaicina para incrementar la latencia de la respuesta termonocéptica en la gestación de crías de rata, obteniendo una respuesta favorable de este compuesto.

Otro estudio revela el efecto de las especias o condimentos, entre ellos la capsaicina, en presencia y ausencia de un conocido carcinógeno del colon

(DMH), probando su efecto directo en β -glucuronidasa y mucinasa, dos importantes enzimas que indican la actividad de la microflora del colon. Se probaron 3 grupos: el primero con presencia del DMH en donde hubo presencia de tumores de alrededor de 2 cm con un gran número de papilas (papillae) y adenocarcinomas invasivos mostrando un marcado pleomorfismo, con el nucleolo muy prominente escaso citoplasma y células en mitosis. El segundo grupo con la adición de chile hubo presencia de tumores de 1 cm, la histopatología revela una displasia mas o menos severa, con un nucleolo menos prominente citoplasma moderado y algunas células en mitosis. El tercer grupo se le dio chile mas DMH, los tumores eran mas grandes de 2cm, había una marcada displasia y adenocarcinomas, el nucleolo muy prominente. Para el caso del comino y pimienta mas DMH, los tumores eran de 1 y 0.5 cm respectivamente, con displasia, teniendo los dos grupos una baja virulencia e infiltración del tumor. Por lo tanto el chile es un promotor de la carcinogénesis y el comino y la pimienta la inhiben evidente por el descenso del número de tumores.

García 1995, experimento con dietas hipersódicas agregando capsaicina, ya que se ha demostrado que la sal altera la morfofisiología normal de la mucosa gástrica y al aumentar la capsaicina se esperaba una mayor alteración. Se utilizaron 50 ratas divididas en 5 grupos durante 12 semanas. Los resultados muestran que el consumo de dietas hipersódicas provocan cambios en el tipo de mucina secretada de neutra a ácida provocando daño a la barrera mucosa gástrica permitiendo que exista erosión y descamación de las células de la glándula gástrica, cambiando incluso el tipo celular. Sin embargo al aplicar capsaicina estos efectos se ven amortiguados, debido tal vez a que la aplicación local de capsaicina promueve la liberación por parte de las fibras sensibles a capsaicina de los neuropéptidos involucrados en la defensa gástrica, ya que tienen la capacidad de promover hiperemia, degranulación de histamina por parte de las células cebadas, promueven la producción de mucina neutra que mantiene integra la mucosa gástrica.

Agius *et al.* 2001, investigaron si la paprika puede reemplazar a la astaxantinas como fuente de carotenos en pellets para crías de *Seriola quinqueradiata*. Se trabajo con 120 peces divididos en tres grupos: según se les dio alimento balanceado con astaxantinas (30mg/kg), paprika (2%) y un grupo basal sin aditivos. Se encontró que los carotenoides de la paprika eran exitosamente incorporados en los huevos, además de no afectar los niveles de ácidos grasos de huevos y larvas, por lo que se demostró que el suplemento con paprika en pellets es efectivo en la buena calidad en la producción de huevo de *Seriola quinqueradiata*

Algunos estudios tratan de explicar el flujo de sangre intestinal (BF) después de comer, pero los mecanismos reguladores de la hiperemia que causa el comer aun no se determinan. Rozsa *et al.* 1989, trataron de probar la posibilidad de que los nervios aferentes sensibles a la capsaicina del intestino medio regulan la hiperemia intestinal, impulsada por un oleoso micelar en el lumen del yeyuno e identificarla como neurotransmisor. Diferentes tipos de receptores quimiosensible han sido descritos en la mucosa del tracto gastrointestinal, sin embargo no se han mostrado resultados con respecto al sistema nervioso en los mecanismos de los efectos hemodinámicas de la aplicación de agentes químicos intraluminalmente. Recientemente se ha demostrado que los nervios aferentes primarios quimiosensibles están relacionados con la regulación del BF. Este nervio aferente contiene numerosos péptidos vasoactivos los cuales son liberados a las terminaciones centrales y periféricas en sus procesos neuronales. Hay incertidumbre acerca de la identidad de los mediadores fisiológicos de la regulación sensoneuronal del BF.

La neurotoxina capsaicina esta relacionada con la depleción de la fibra C aferente de sus péptidos transmisores por lo que se ha usado experimentalmente para identificar la relación de los nervios aferentes en la regulación de eventos fisiológicos.

Se utilizaron ratas de ambos sexos con peso de 270-320 g. Los animales fueron anestesiados y operados para introducir una cánula en la cervical traqueal. La presión arterial (BF) fue monitoreada continuamente de la arteria carótida derecha y de la arteria mesentérica. La temperatura se mantuvo a 37°. El BF se midió con un flujómetro Doppler. Las soluciones a prueba contenían 40 o 8 Mm de ácido oléico combinado con 10% de bilis, lo cual se introdujo en el yeyuno y produjo un abrupto incremento de BF. La respuesta vasodilatadora no se encontró en el tratamiento con capsaicina.

Kalogeris *et al.* 1997, trabajaron con la sensibilidad a la capsaicina por nervios sensoriales aferentes en la estimulación de la apolipoproteína A-IV intestinal de lípidos. Ellos intentaron probar la hipótesis de que la estimulación de síntesis y secreción de la apolipoproteína intestinal es mediada por la capsaicina. Hay evidencias de que la importancia de la apolipoproteína radica en que tiene la función de dar la señal de saciedad en respuesta a una alimentación grasa en ratas y puede ser la vía central del mecanismo. En el experimento se utilizaron ratas de 300-325 g alimentadas con una dieta estándar y agua. Las ratas fueron anestesiadas y después cada rata fue inyectada subcutáneamente con un vehículo más capsaicina

(25 μ g/kg) o el vehículo solo. Una segunda inyección de capsaicina (50 μ g/kg) o el vehículo se les administró 24 horas después de la primera inyección. A los 10 días después de completar el tratamiento, se les quitó la comida por 24 horas y se les operó. Las ratas fueron anestesiadas y se les introdujeron dos cánulas desde el ducto mesentérico hasta el estómago. Posteriormente se les dio tanto a los grupos control y con capsaicina una solución de lípidos para medir la respuesta. El experimento mostró resultados negativos o no aparentes de la capsaicina. No hubo efectos en el tratamiento de capsaicina o en la intrusión de lípidos en la síntesis total de proteínas en la mucosa intestinal.

En otros trabajos han encontrado que la capsaicina es capaz de aumentar la absorción de fármacos. Por ejemplo 50 μ l/cm² al 3% de una preparación de capsaicina-etanol causa un incremento en la absorción de naproxeno a través de la piel (Degim, 1999). Sin embargo aun no queda claro como ocurre el aumento en la absorción. Gutiérrez *et al.* 2002, realizaron un estudio para determinar cual es la cantidad en forma combinada de capsaicina y enrofloxacin, que es capaz de obtener una mayor concentración en suero (C_{max}), contrastando con el efecto de la enrofloxacin sola. El estudio utilizó 144 pollos sanos de 750gr aproximadamente, sin recibir ningun antibacterian previamente, las aves fueron divididas al azar en dos grupos. Un grupo (EC) recibió a 0.1% una preparación de enrofloxacin en agua, para obtener, para obtener una dosis de 10 mg/kg, además se le agrego 2mg/l de capsaicina para obtener una dosis de 20 μ g/kg. El otro grupo (E) recibió la misma preparación de enrofloxacin pero sin capsaicina. Posteriormente se tomaron muestras de sangre de tres aves por grupo, en diferentes tiempos 25 y 45 minutos, una hora y media, 3, 6, 9, 12 y 24 horas. Las muestras de sangre se centrifugaron para obtener el suero.

Los altos valores encontrados en la C_{max} en el grupo EC, sugieren que la absorción de la enrofloxacin es aumentada por la capsaicina, sin embargo no hubo cambios en los diferentes tiempos, esto puede ser por la rápida absorción de la enrofloxacin acoplada a la capsaicina, y un insuficiente numero de muestras de sangre.

Promotores de crecimiento

Entre las sustancias que se han usado experimentalmente para activar la promoción de crecimiento en tilapia se encuentran las siguientes:

Una sustancia probada por Santiago, 1991 es Bayo-n-ox, un promotor de crecimiento comercial, usando 0, 25 ó 50 mg/kg por 6 semanas. El tratamiento con 25 mg tuvieron el mayor peso y largo total, al final del experimento.

En 1993, Vargas *et al.*, probaron la sustancia Bacitracina-zinc por 12 semanas en 4 grupos de 10 tilapias a los cuales se les dio alimento balanceado con la sustancia a prueba con 0, 100, 125, y 150 mg/kg obteniéndose los mejores resultados en peso con 125 mg y en el control, aunque se indica que la Bacitracina-zinc no tiene un efecto promotor de crecimiento en las dosis estudiadas en la especie.

La virginiamicida otra sustancia probada como promotor en tilapia fue utilizada por Suksojmit en 1996 en concentraciones de 0, 40, 60, 80 mg/kg de alimento, el autor concluyó en su estudio que la aplicación de esta sustancia en la dieta de los peces no promueve el crecimiento.

La hormona del crecimiento (tiGH) de tilapia se probó en 1998 por Guillén *et al.* La hormona de la tilapia se clonó y expresó en *E. coli* para conocer su eficiencia en el crecimiento de la tilapia, inyectando 0.1, 0.57 y 2.57g tiGH/gbw. Sus resultados demuestran que la hormona (tiGH) derivada de *E. coli* produce cambios fisiológicos en juveniles de tilapia que llevan a una acción de promoción del crecimiento, solo a dosis de 0,57 g tiGH/gbw.

El efecto de la somatotropina bovina en el crecimiento de la tilapia fue probada en 1999 por Fragoso *et al.*, la cual se inyectó a 72 organismos, en una prueba de 8 semanas demostrando que el grupo tratado con la hormona mostró un incremento en crecimiento y peso, además de una baja tasa de mortalidad.

Otros estudios evalúan el uso de tres prebióticos, dos bacterias (Lara-Flores *et al.*, 2003), y una levadura (Sánchez, 2003), *Streptococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus* y *Saccharomyces cerevisiae* en tilapia, como promotores de crecimiento. Lara-Flores experimento con los tres, y en sus resultados descubrió que los organismos alimentados con los prebióticos tuvieron un mayor crecimiento que el control, en especial se encontró que la levadura es un excelente aditivo para estimular el crecimiento de los peces. Sánchez usó la levadura en su experimento, observando un mayor crecimiento en los grupos que la contenían pero no encontró diferencias significativas con respecto al control.

OBJETIVO GENERAL

- Conocer el efecto de la capsaicina en *Oreochromis niloticus*, como promotor de crecimiento.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar el potencial de la capsaicina como promotor de crecimiento en tilapia.
- Cuantificar y describir los efectos en peso, largo patrón y largo total, para una posterior inclusión en alimento comercial.
- Conocer la ración de capsaicina en la cual se obtiene mejor crecimiento durante el experimento.
- Saber si la interacción de la capsaicina con el lumen intestinal de tilapia ocasiona daños histológicos a este nivel.

HIPÓTESIS.

Si se ha comprobado que la capsaicina aumenta la absorción de antimicrobianos en el lumen intestinal abriendo canales intercelulares, entonces al adicionar capsaicina en la dieta de tilapia, es probable que se obtenga una absorción similar de alimento, promoviendo el crecimiento.

METODOLOGÍA

Se utilizaron 84 tilapias (*Oreocromis niloticus*), procedentes de la granja acuícola el Rodeo, Zacatepec, Morelos. Los organismos se trasladaron en bolsas de plástico saturadas de oxígeno al Laboratorio de Producción Acuícola de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia. Al llegar al laboratorio se realizó la aclimatación de los organismos colocando la bolsa dentro de un acuario de 60 litros con agua de clorada, oxigenada a 28 °C durante 5 días. Después se seleccionaron 12 grupos al azar de 7 peces con un intervalo en peso de 0.2-1.2 gr. y se colocaron en cada una de las 12 peceras, de 40 litros provistas de agua de clorada mantenida a 28 °C por termostatos y oxigenadas.

Las 7 tilapias se marcaron individualmente por medio de inyección intracutánea con tinta china siguiendo un mapa de marcas previamente establecido, para una identificación individual (Fig. 3)

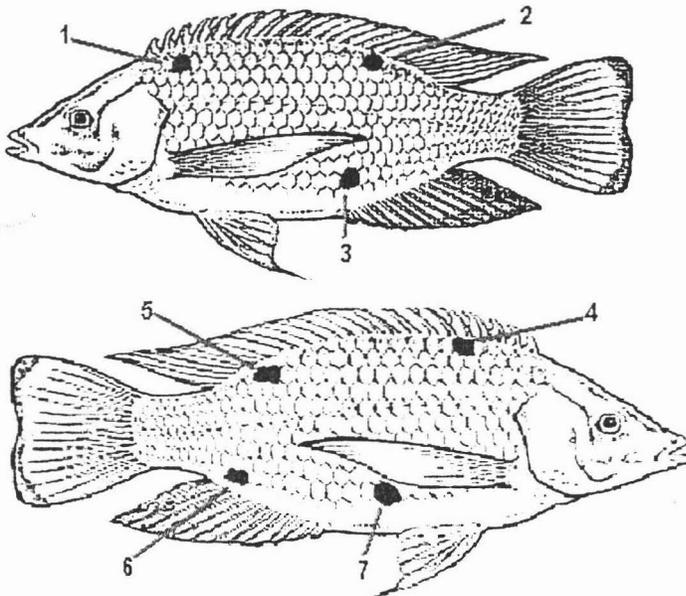


FIG. 3. Mapeo Subcutáneo

Biometría (Datos Merísticos)

Cada semana se realiza una biometría con las siguientes variables: Peso, longitud total, longitud patrón y altura de cada organismo y se ajusta la cantidad de la dieta a ofrecer cada semana con el 6% del peso vivo por acuario.

El peso se obtuvo por medio de una balanza analítica marca Ohaus digital con escala de 0.01 gramos. La longitud total, longitud patrón y altura se realizaron con la ayuda de un ictiómetro. Fig 4.

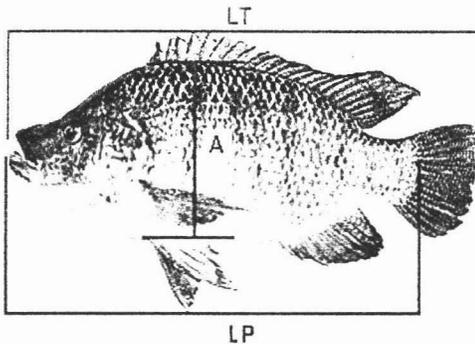


FIG. 4. Datos Merísticos

Los 12 acuarios se dividieron en 4 tratamientos con 3 replicas cada uno. Los tratamientos consisten en los siguientes grupos:

Tratamiento	No. De acuario
1	8,1,11
2	5,3,9
3	4,7,12
4	10,2,6

Cuadro 1. Tratamientos con 3 replicas

Los tratamientos consistían en las siguientes variantes según la cantidad de capsaicina en su dieta:

Tratamiento 1. Testigo; alimento base

Tratamiento 2. Alimento base adicionado con 10 μg del stock de capsaicina

Tratamiento 3. Alimento base adicionado con 20 μg del stock de capsaicina

Tratamiento 4. Alimento base adicionado con 30 μg del stock de capsaicina

Tratamiento	Capsaicina(μg)	Ración (gr)
1	0	0
2	10	0.032
3	20	0.066
4	30	0.1

Cuadro 2. Dieta basal de capsaicina

Preparación del stock de capsaicina

La capsaicina se compró en los Laboratorios Sigma, en presentación de 125,000 μg . La cantidad inicial adquirida de capsaicina fue utilizada en su totalidad (125,000 μg), los cuales se mezclaron en 100 gr de harina de trigo, de esta mezcla se tomaron 10gr y se agregaron de nuevo a 100 gr harina de trigo, a manera de disminuir la concentración de la capsaicina en el vehículo (harina) y poder manejar μg de capsaicina en gramos de stock (Cuadro 2)

El alimento se formuló y procesó en el laboratorio de especies no tradicionales del área de acuicultura de la Facultad de Veterinaria y Zootecnia, UNAM (Cuadro 3)

Ingredientes	Cantidad (gr)
Harina de pescado	25
Harina de carne	15
Harina de soya	24.5
Harina de sorgo	15.5
Harina de trigo	15
Aceite	0.25
Vitaminas	1.5
Minerales	1.5
Aglutinantes	1

Cuadro 3. Alimento base

Todos los días se alimentó con el 6% del peso vivo de los peces dividido en dos raciones (mañana y tarde), para esto, se ajustó los gr de alimento suministrado cada semana de los datos tomados de la biometría semanal se sumo el peso individual de los organismos obteniéndose la biomasa (gr.) total por acuario, alimentándose a cada acuario con el 6% de este valor.

Manejo de acuarios

En cuanto al cuidado de los organismos se realizó un sifoneo diario de heces además de un recambio de agua de 50% cada 3 días.

Diario se verificaba que la temperatura se mantuviera constante a 28°C, así como una revisión del estado general de los organismos como es: signos de alguna enfermedad, nado errático, cambio de coloración u organismos fondeados, además de extraerse los organismos muertos.

Se observó a los organismos a la hora de alimentar lo cual permitió saber si era necesario modificar la cantidad de la ración de alimento en caso de encontrar alimento remanente.

Los peces muertos se sustituyeron por peces con pesos similares tomados de un stock para mantener el número de organismos por acuario, pero no fueron tomados en cuenta para el análisis de datos.

Al final del bioensayo que duró 12 semanas se realizaron los análisis estadísticos de ANOVA para: peso, longitud total, longitud patrón y ancho de cada tratamiento; y se realizaron pruebas de T de Student para conversión alimenticia y mortalidad.

Al término del bioensayo los peces se sacrificaron por desmedulación, tres peces de cada tratamiento para coleccionar intestino, los cuales se fijaron en formol amortiguado al 10% para su posterior procesamiento histológico mediante la técnica de inclusión de parafina, con tinción de hematoxilina eosina.

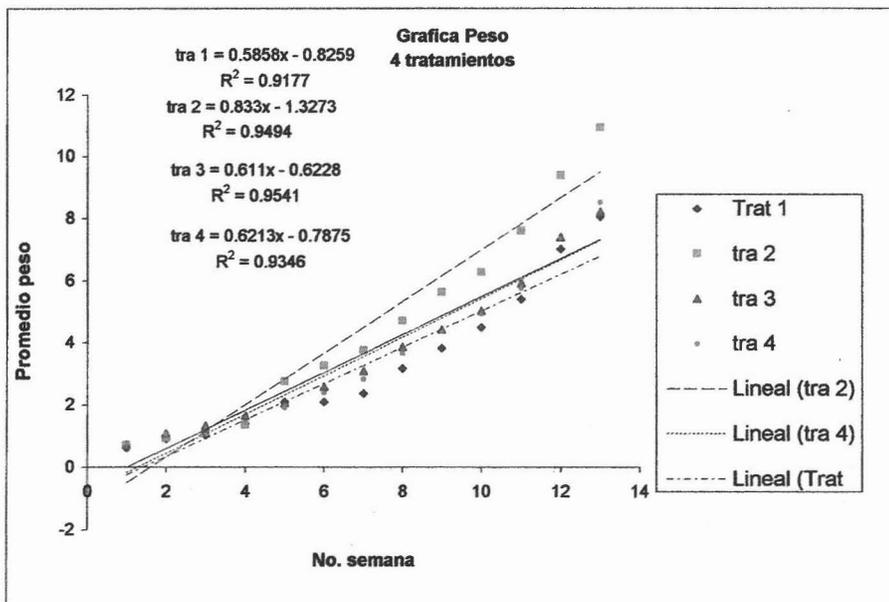
RESULTADOS

De los datos obtenidos en las 12 semanas se calcularon los siguientes resultados realizando un promedio por tratamiento en cada semana del experimento para cada una de las variables medidas:

PESO

PESO	CONTROL	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
INICIO	0.62	0.72	0.71	0.74
1	0.9	0.93	1.09	1.06
2	1.03	1.1	1.33	1.2
3	1.4	1.36	1.66	1.46
4	2.1	2.78	2.08	1.93
5	2.11	3.28	2.6	2.41
6	2.39	3.78	3.11	2.84
7	3.19	4.73	3.88	3.68
8	3.84	5.64	4.44	4.39
9	4.51	6.28	5.05	4.95
10	5.41	7.61	5.93	5.77
11	7.02	9.39	7.4	7.36
12	8.06	10.94	8.22	8.52

Cuadro 4. Datos del peso obtenido en las 12 semanas del experimento.

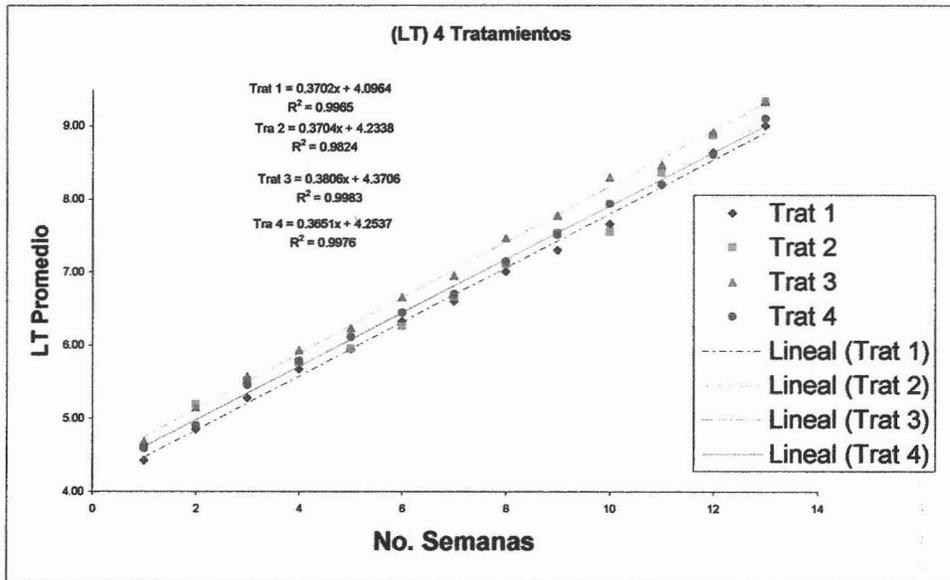


Gráfica 1. Peso promedio durante el experimento.

LARGO TOTAL

LARGO TOTAL				
	CONTROL	T1	T2	T3
INICIO	4.43	4.61	4.68	4.59
1	4.85	5.2	5.15	4.9
2	5.28	5.52	5.57	5.46
3	5.68	5.76	5.93	5.79
4	5.94	5.95	6.23	6.11
5	6.33	6.26	6.65	6.44
6	6.6	6.65	6.95	6.69
7	7.01	7.11	7.46	7.14
8	7.3	7.53	7.77	7.51
9	7.65	7.55	8.3	7.94
10	8.2	8.36	8.47	8.2
11	8.64	8.87	8.91	8.6
12	9.01	9.33	9.33	9.1

Cuadro 5. Datos del largo total obtenido en las 12 semanas del experimento.

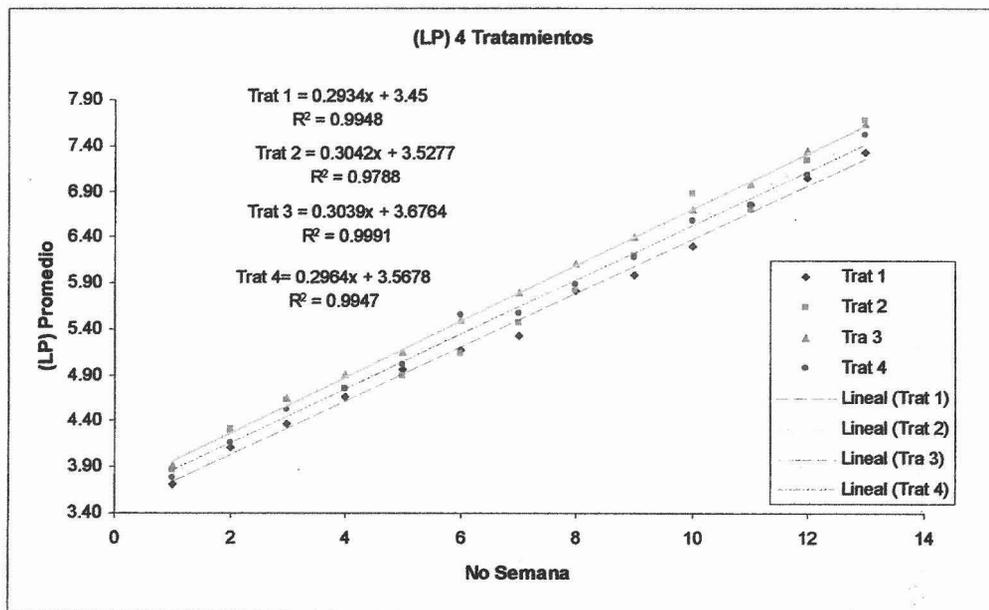


Gráfica 2. Largo Total promedio durante el experimento.

LARGO PATRÓN

LARGO PATRON				
	CONTROL	T1	T2	T3
INICIO	3.71	3.86	3.91	3.78
1	4.11	4.31	4.32	4.16
2	4.38	4.62	4.65	4.52
3	4.66	4.75	4.9	4.76
4	4.96	4.9	5.15	5
5	5.16	5.13	5.5	5.55
6	5.32	5.47	5.79	5.57
7	5.8	5.8	6.1	5.88
8	5.98	6.19	6.4	6.18
9	6.29	6.87	6.7	6.57
10	6.74	6.69	6.98	6.74
11	7.4	7.24	7.35	7.08
12	7.33	7.67	7.64	7.51

Cuadro 6. Datos del largo patrón obtenido en las 12 semanas del experimento.

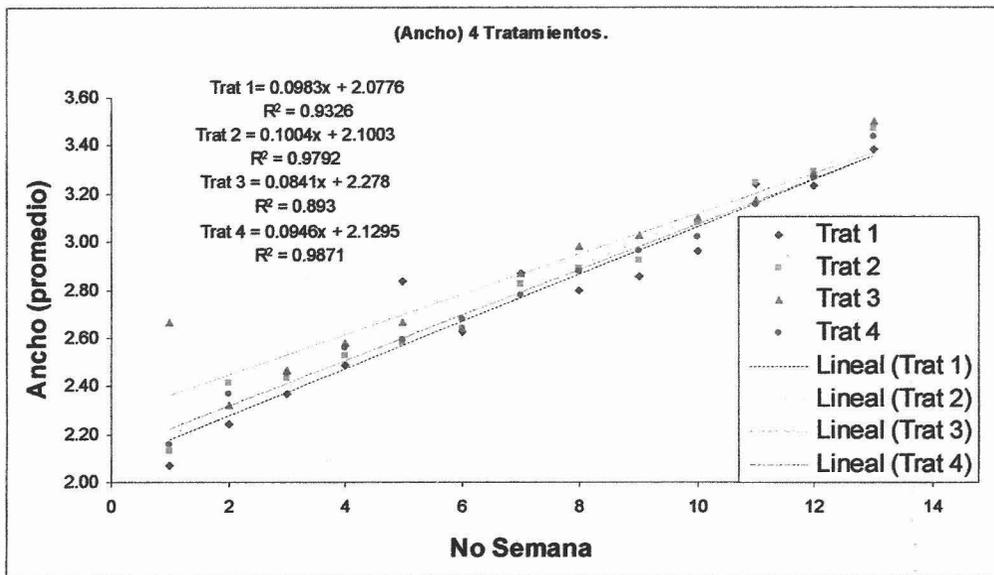


Gráfica 3. Largo Patrón promedio durante el experimento

ANCHO

	ANCHO			
	CONTROL	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3
INICIO	2.07	2.12	2.66	2.15
1	2.24	2.41	2.32	2.36
2	2.37	2.43	2.46	2.45
3	2.48	2.52	2.57	2.55
4	2.83	2.57	2.66	2.59
5	2.62	2.63	2.63	2.68
6	2.86	2.82	2.87	2.77
7	2.79	2.88	2.97	2.87
8	2.85	2.92	3.02	2.96
9	2.96	3.07	3.1	3.02
10	3.23	3.24	3.17	3.15
11	3.22	3.29	3.28	3.26
12	3.38	3.47	3.5	3.43

Cuadro 7. Datos del ancho obtenido en las 12 semanas del experimento.



Gráfica 4. Ancho promedio durante el experimento.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE RESULTADOS

Con los datos obtenidos en las 12 semanas de este trabajo se realizaron la prueba estadística ANOVA de EXCEL, comparando los cuatro tratamientos, de donde se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las variables probadas, encontrando que la capsaicina suministrada en el experimento si afecto el crecimiento de las tílapias, pero no hubo diferencias significativas ($F= 0.05$), excepto para el peso:

Peso

Se encontró para esta variable que si hay diferencias estadísticamente significativas con $\alpha= 0.05$.

En la gráfica 1 se observa que el tratamiento 1 tuvo el mejor crecimiento al final del experimento con 10.94 gr, seguido por el T3 con 8.52 y T2 con 8.22, todos por arriba del control con 8.06

Largo total

En esta variable no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con $\alpha= 0.05$.

En la gráfica 2 se encuentra que dos tratamientos obtuvieron un mayor crecimiento al final del tiempo del experimento el T1 Y T2 con 9.33 cm de largo total, el T3 con 9.1 cm, y el control con 9.01.

Largo patrón

En la variable largo patrón no se encontraron diferencias estadísticamente significativas con $\alpha= 0.05$.

En la gráfica 3 se observa que el tratamiento con capsaicina en el cual hubo mayor crecimiento fue T1 con 7.67 cm, le sigue el T2 con 7.64 cm y el T3 con 7.51 cm, todos arriba del control con 7.33 cm.

Ancho

Para esta variable tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con $\alpha= 0.05$.

En la gráfica 4 se observa que el T2 tuvo el mayor crecimiento con 3.5 cm seguido de T1 y T3 con 3.47 y 3.43 cm, respectivamente. El grupo control tuvo un crecimiento máximo de 3.38 cm.

Además de las pruebas de análisis de varianza se realizaron regresiones lineales en donde para todas las variables se obtuvo una R muy cercana a 1, por lo que los datos si presentan una distribución muy cercana a la lineal

Mortalidad y Supervivencia.

En cuanto a la mortalidad de organismos se obtuvo en total 15 peces de 84, lo cual representa el 18% de mortalidad en todo el experimento. En cuanto a tratamientos el más afectado fue el tratamiento 1 ya que el acuario 3 tuvo un 100% de mortalidad en la cuarta semana, se reemplazaron 4 organismos de un stock cuidando el mismo peso según los datos de la última biometría del acuario, pero se decidió en los estadísticos descartar los datos de este acuario.

	Mortalidad			Supervivencia	
	Individuos por acuario	% Mortalidad por acuario	% Mortalidad tratamiento	% Supervivencia por acuario	%Supervivencia tratamiento
Grupo Control	3		14.3		85.71
Acuario 8	1	14.30		85.71	
Acuario 1	2	28.60		71.43	
Acuario 11	0	0.00		100	
Tratamiento 1	8		38.1		61.90
Acuario 5	0	0.00		100	
Acuario 3	7	100.00		0.00	
Acuario 9	1	14.30		85.71	
Tratamiento 2	2		9.5		90.48
Acuario 4	2	28.60		71.43	
Acuario 7	0	0.00		100	
Acuario 12	0	0.00		100	
Tratamiento 3	2		9.5		90.48
Acuario 10	1	14.30		85.71	
Acuario 2	1	14.30		85.71	
Acuario 6	0	0.00		100	

Cuadro 8. Tabla del porcentaje de mortalidad y supervivencia por acuario y tratamiento.

	Mortalidad												
	Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Control		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trat.1		0	1	0	6	0	1	0	0	0	0	0	0
Trat 2		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Trat.3		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1

Cuadro 9. Tabla de número de organismos por tratamiento en las 12 semanas de la prueba.

Análisis estadísticos para Mortalidad

Se analizó estadísticamente los datos de la mortalidad obtenidos durante el experimento por la prueba T de Student. Los datos mostraron que para los tratamiento 2 y 3 había diferencias estadísticamente significativas a diferencia del grupo control y tratamiento 1, donde no se encontraron diferencias.

Mortalidad		Prueba de t	Distribución t
control	trat 1	0.18262345	0.44250277
control	trat 2	0.5	0.35241638
control	trat 3	0.33711862	0.39650045
trat 1	trat 2	0.18262345	0.44250277
trat 1	trat 3	0.2295066	0.42818938
trat 2	trat 3	0.16940035	0.44658528

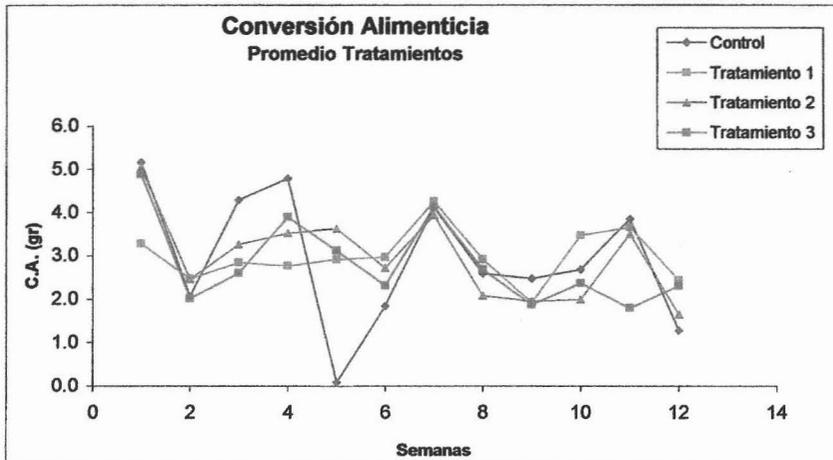
Cuadro 10. Tabla de la distribución T de Student para mortalidad

Análisis estadísticos para Conversión Alimenticia (C.A)

La Conversión Alimenticia es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación entre el alimento que consume con el peso que gana. En cuanto menor sea la Conversión alimenticia más eficiente es el animal. En este trabajo se obtuvieron los datos al multiplicar el peso de cada semana por 0.06 (6% de su peso) obteniéndose el alimento suministrado y esto se dividió entre el peso ganado en cada semana, lo cual se obtuvo de restar el peso final del inicial por semana (Cuadro 11).

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CONTROL	5.16	2.08	4.29	4.79	0.09	1.85	4.13	2.60	2.48	2.69	3.85	1.28
Trat. 1	3.29	2.48	2.86	2.78	2.92	2.97	4.26	2.92	1.93	3.47	3.66	2.44
Trat.2	5.05	2.48	3.26	3.53	3.63	2.73	3.94	2.09	1.96	2.00	3.50	1.66
Trat. 3	4.90	2.03	2.61	3.90	3.12	2.32	4.14	2.69	1.89	2.37	1.81	2.31

Cuadro 11. Tabla de promedios por tratamientos de la C.A. obtenida a lo largo de las 12 semanas del experimento



Gráfica 5. Conversión Alimenticia de los 4 tratamientos

Se analizó estadísticamente los datos de la conversión alimenticia obtenidos durante el experimento por la prueba T de Student. Los datos mostraron para todas las comparaciones entre tratamientos, excepto para en tratamiento 2 y tratamiento 3, que habían diferencias significativas. En la gráfica 5 se puede observar que los organismos de los tres tratamientos con capsaicina tuvieron una C.A. muy similar durante el experimento, pero el grupo control resalta en color verde por grandes fluctuaciones durante las doce semanas.

Conversión Alimenticia			
		Prueba de t	Distribución t
control	trat 1	0.3667	0.444
control	trat 2	0.364	0.453
control	trat 3	0.3969	0.444
trat 1	trat 2	0.3581	0.477
trat 1	trat 3	0.2784	0.4777
trat 2	trat 3	0.42723	0.23265

Cuadro 11. Tabla de la distribución T de Student para C.A.

RESULTADOS HISTOLÓGICOS

Como ya se había mencionado, al finalizar el experimental de capsaicina adicionada en la dieta como promotor de crecimiento en tilapias, se sacrificaron 3 individuos de cada tratamiento para observar los efectos del promotor en intestino, que pudo ser alterado por la capsaicina. Al observar las laminillas procesadas con técnicas histológicas se encontró:

Grupo Control

Organismos de tilapia alimentados sin capsaicina ($0\mu\text{g}$). El intestino se observa normal. El epitelio cilíndrico se observa normal, con microvellosidades normales también se puede ver el tejido conjuntivo adyacente del epitelio todo sin cambios patológicos aparentes. Lámina I (Fig. A).

Tratamiento 1

Organismos de tilapia tratados con $10\mu\text{g}$ de capsaicina. En el intestino no se encontró ninguna alteración, el epitelio intestinal no presentó ninguna alteración con esta cantidad de capsaicina. Lámina I (Fig. B).

Tratamiento 2

Organismos de tilapia tratados con $20\mu\text{g}$ de capsaicina. En intestinos no se encontraron cambios patológicos aparentes. Lámina I (Fig. C).

Tratamiento 3

Organismos de tilapia tratados con $30\mu\text{g}$ de capsaicina. No se encontraron patologías aparentes en el epitelio del intestino. Lámina I (Fig. D).

Lamina I.

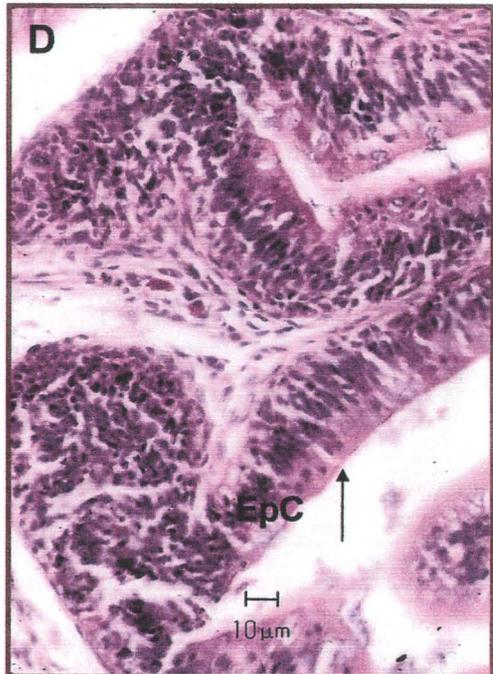
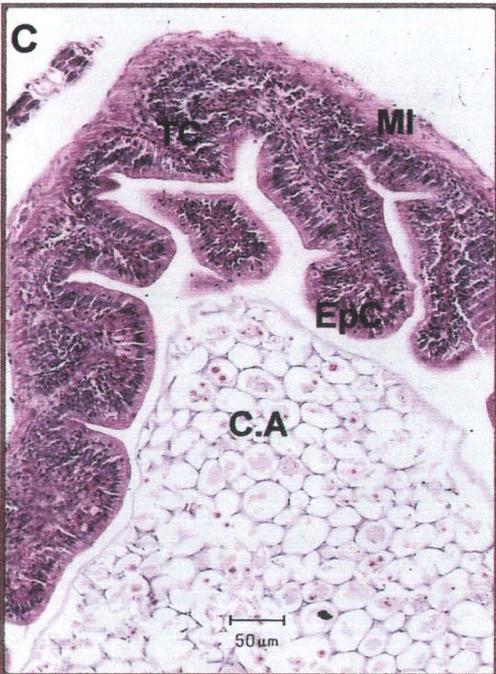
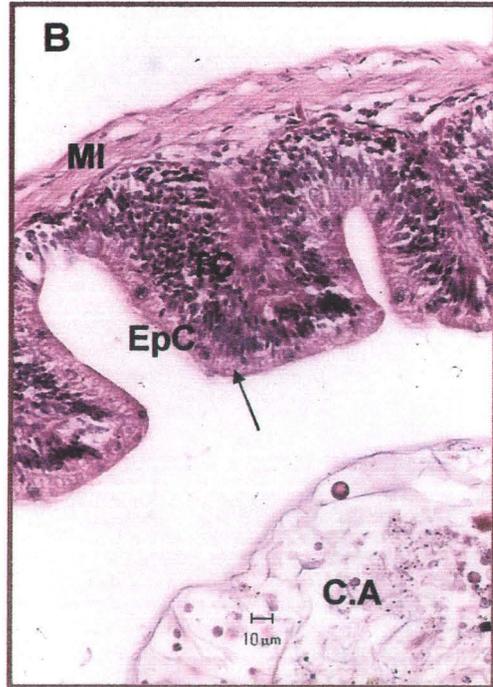
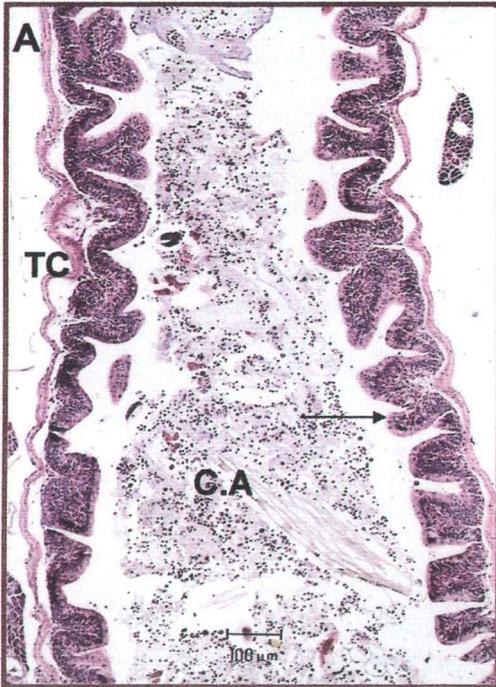
Fig. A. Corte longitudinal de intestino de tilapia. Organismo control, donde se observan las vellosidades intestinales (→) y tejido conjuntivo (TC), así como, una gran cantidad de contenido alimenticio (C.A.). H.E. 25x.

Fig. B. Corte de intestino de un organismo tratado con 10 μ g de capsaicina. El epitelio cilíndrico (EpC) con microvellosidades (→) no presenta ninguna alteración; el tejido conjuntivo (TC) adyacente del epitelio y el músculo liso (MI) tampoco muestra lesiones. Se observa gran contenido alimenticio (C.A.). H.E. 100x.

Fig. C. Muestra de intestino de tilapia tratada con 20 μ g de capsaicina. En donde tampoco se observa ninguna lesión en tejido conjuntivo (TC), músculo (MI), epitelio (EpC), causada por la capsaicina. Contenido alimenticio (C.A.). H.E. 50x.

Fig. D. Acercamiento de las vellosidades intestinales (→), de un organismo tratado con 30 μ g de capsaicina. Se aprecia el epitelio cilíndrico (EpC); eosinófilos (Eo) en la parte basal del epitelio del intestino. H.E. 150x.

Lámina I



DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo indican que la capsaicina actuó sobre el peso de los organismos, ya que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y el control, pero en ancho, longitud total y patrón no se encontraron diferencias significativas con el control por lo que no hubo un efecto de la capsaicina.

Se esperaban los mejores resultados en crecimiento en el tratamiento 2 ($20\mu\text{g}$); ya que fue la concentración ($20\ \mu\text{g}/\text{kg}$) en que Gutiérrez et al (2002) obtuvieron la mayor absorción de enrofloxacin-capsaicina (medicamentos) por intestino de pollos, medido en la sangre. En este trabajo el tratamiento que obtuvo el mejor crecimiento, por lo tanto la capsaicina permitió la absorción de nutrientes de una manera mas eficiente fue el 1 con $10\mu\text{g}$ de capsaicina

Algunas sustancias que se han utilizado como promotores de crecimiento son Bayo-n-ox probado por Santiago (1991), el encontró diferencias significativas entre tratamientos y el control para peso y largo total con 25 mg el mejor crecimiento, a diferencia de lo encontrado con la capsaicina ya que solo se obtuvieron buenos resultados para peso, además las concentraciones de Bayo-n-ox son mas altas que las utilizadas en este trabajo en μg . Vargas et al (1993) probó la Bacitracina-zinc también encontró los mejores resultados solo en peso con 125 mg y el control, aunque no encontró diferencias significativas.

La virginiamida, Suksomjit (1996) no mostró ningún efecto como promotor de crecimiento en la dieta de peces por no encontrar diferencias significativas con el grupo control. Fragoso et al (1999), encontró que los grupos tratados con somatotropina bovina un incremento significativo estadísticamente en crecimiento y peso que se hizo mas evidente el la quinta semana. El consumo de alimento también fue mayor en este grupo en ese periodo. Se encontró una mayor mortalidad en el grupo control que en los grupos con el promotor, a diferencia del presente trabajo que tuvo un 18% de mortalidad afectando principalmente al tratamiento 1 perdió el 100% de los organismos de un acuario, esto debido a causas ajenas al experimento.

Lara- Flores et al (2003) y Sánchez (2003) probaron prebióticos en peces encontrando crecimiento en los grupos que lo contenían pero sin diferencias

significativas respecto al control a diferencia de la capsaicina que parece ser aun mas eficiente.

Cabe mencionar que no hay referencias bibliográficas en la literatura citada en donde se utilice a la capsaicina como promotor de crecimiento en peces o ningún animal terrestre, con los cuales se pudieran comparar los resultados obtenidos. El trabajo que relaciona a la capsaicina con peces es un estudio sobre el reemplazo de astaxantinas como fuente de carotenos en huevos de pez por la páprika a una concentración de 30 mg/kg en la dieta basal, pero el porcentaje de capsaicina en la páprika no se menciona, encontrando ser un complemento efectivo de carotenos.

La capsaicina no posee actividad antibacterial o alimenticia por si misma ya que es metabolizada casi completamente antes de llegar a la circulación general del cuerpo Donnerer et al (1999), pero lo cierto es que su eficacia es probada por diversos estudios como los de Digim et al (1999) en donde la capsaicina es capaz de aumentar la absorción de medicamentos como el naproxeno por la piel humana y de conejo hasta cuatro veces más. La manera en que este fenómeno ocurre es incierta pero incrementa la entrada de sangre en los sitios de absorción (pili intestinal). Aunque también son conocidos los efectos irritantes de la capsaicina (Magnusson y Koskinen, 2000, Nalini, 1998) que podrían participar en este efecto. También se ha reportado que la capsaicina produce saciedad gástrica (Kalogeris et al, 1997). Se cree que cuando la capsaicina pasa del estómago a un medio alcalino en el intestino permite una reducción química de las moléculas por la disociación de estas, permitiendo un transporte facilitado a través de la membrana celular ya que se inserta a nivel de la bicapa lipídica, desordenando los canales de la membrana y con ello sus funciones de permeabilidad.

Nalini (1998), encontró en su experimento con condimentos que las células a las cuales se les aplico chile se observaban tumores con una displasia severa, el nucleolo menos prominente de lo normal, citoplasma moderado y algunas células en mitosis. En contraste, García (1995) esperaba que una dieta hipersdica que por si sola altera la mucosa gástrica, al agregar capsaicina aumentaría la alteración, encontrando que los efectos se ven amortiguados por la capsaicina. De la misma manera en este trabajo no se encontró para ningún tratamiento alteración del epitelio intestinal, el tejido conjuntivo, tejido muscular y el epitelio aparecen sin cambios patológicos aparentes, esto se podrá explicar ya que la capsaicina promueve la liberación por parte de las fibras sensibles a capsaicina de los neuropéptidos involucrados en la

defensa gástrica, ya que produce una hiperemia (Rozsa et al, 1989), promoviendo la producción de mucina neutra que mantiene integra la mucosa gástrica.

La capsaicina ha sido utilizada en diversos estudios con temas muy diferentes: de Diego (2000), Collier y Fuller (1984), Midgren (1992), Choundry (1992), Nieto et al (1999), utilizan la capsaicina para analizar los efectos tusígenos en humanos, ya que se considera un potente estimulante de la tos, las concentraciones que utilizaron fueron de 0.49 a 500 μM .

Otra área en la cual es muy usada la capsaicina es en el tratamiento de dolor en humanos por Sierra (Merlano) (2002) en osteoartritis de rodilla y neuralgia postherpética por Albert (2002).

Ambos utilizaban la capsaicina tópica en una crema al 0.025% en donde el 80% de los pacientes tuvo mejoría al dolor. Estos datos fueron encontrados también por Marcella et al (2002) en perros utilizando la misma concentración que en humanos recomendando la capsaicina tópica como un agente antiprurito en perros con dermatitis atópica.

Dorantes (2000) y Hernández (1996) trabajaron con el efecto inhibitor de bacterias de la capsaicina, in vitro; cultivo en cajas petri con 10ml del agar de la semilla medio No.1, con 2 ml de la espora en solución y en pollos con una dieta basal mas 18, 27 y 35 ppm de ácido cápsico, las tres mostraron un aumento en la resistencia bacteriana.

Otro aspecto de gran importancia que podría explicar porque no tuvimos los mismos resultados en peso que en crecimiento (largo total, patrón y ancho) es el estrés que en muchas circunstancias causa disturbios en el balance normal de las funciones de un organismo. El mecanismo fisiológico al estrés es el incremento en producción de catecolaminas (en su mayoría adrenalina y noradrenalina) y después de corticosteroides (cortisol, etc.). Ambos grupos de hormonas están relacionadas o interfieren con la digestión, en los vertebrados superiores la adrenalina inhibe la peristalsis y el flujo de sangre a las vísceras, por lo que el estrés hace mas lentas las funciones digestivas, (Halver, 1989).

Las concentraciones utilizadas en este trabajo de capsaicina y en general en los otros trabajos, son muy bajas, por lo que el costo total del alimento en realidad se considera bajo y no incrementaría mucho en el uso práctico en las granjas de producción.

CONCLUSIONES.

- En cuanto a la capacidad de la capsaicina como promotor de crecimiento no se encontró una eficiencia significativa de ésta.
- Se encontró que para las variables largo total, patrón y ancho no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y los tratamientos 1, 2 y 3, esto es, el crecimiento fue similar en presencia o ausencia de capsaicina. Para peso si se encontraron diferencias entre el control y los tratamientos con capsaicina,
- Ya que no hubo diferencias significativas entre tres de las cuatro variables medidas, no se pudo estimar la ración de capsaicina que permitiría mas crecimiento, aunque para peso al final del experimento el tratamiento 1, con 10 μ g, obtuvo el mejor crecimiento.
- No se encontraron patologías histológicas aparentes en el lumen intestinal de los organismos de ningún tratamiento, lo cual indica que la capsaicina no causo daño al actuar a este nivel.
- Será necesario demostrar que la elevación en las concentraciones utilizadas en el presente trabajo puedan aumentar la capacidad de promoción de crecimiento, con el riesgo de causar daño a nivel celular detectado histológicamente.
- Se recomiendan pruebas de campo, con tiempos experimentales mas largos y con concentraciones diferentes de capsaicina para conocer mejor la capacidad de esta sustancia.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- Agius, R.V., T. Watanabe, S. Satoh, V. Kiron, H. Imaizumi, T. Yamasaki, K.Kawano. 2001. "Supplementation of paprika as a carotenoid source in soft-dry pellets for broodstock yellowtail *Seriola quinqueradiata* (Temminck and Schlegel)". *Aquaculture Research* 32 (Suppl. 1):263-272.
- Barnabé, G. 1991. *Acuicultura*. Vol. 1. Ediciones Omega, S.A. Barcelona 478 pp.
- Buxadé-Carbó C., et. al. 1997. *Zootecnia bases de producción animal*. Tomo XIII. *Producción Animal Acuática*. Ediciones Mundi-Prensa. Barcelona. 376 pp.
- Choudry, N.B. and R.W. Fuller. 1992. "Sensitivity of the cough reflex in patients with chronic cough". *Eur. Respir. J.*, 5: 296-300.
- Collier J.G. and R.W. Fuller. 1984. "Capsaicin inhalation in man and the effects of sodium cromoglycate". *Br. J. Pharmacol.* 81: 113-117
- De Diego D. A. y T. M. Perpiña. 2000. "Estudio y diagnóstico de la tos crónica en el adulto". Servicio de Neumología, Hospital Universitario La Fe, Valencia. *Arch Bronconeumol* 2000; 36: 208-220.
- Dorantes, L., R. Colmenero, H. Hernández, L. Mota, M. E. Jaramillo, E. Fernández, C. Solano. 2000. "Inhibition of growth of some foodborne pathogenic bacteria by *Capsicum annum* extracts". *International Journal of Food Microbiology*. Volume 57, issues 1-2, 10 June 2000, 125-128 pag.
- Halver J. (1989). *Fish Nutrition*. 2nd edition. Academia Press. USA. 333- 420 pag.
- Fragoso, C. M., L. C. Ocampo, A. Auró de Ocampo, E. G. Ávila, and H. L. Sumano. 1999. Effects of recombinant bovine somatotropin on growth of hybrid tilapia culture at various temperatures. *Veterinaria México*. 30 (2): 167-173.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

- García O. J. 1995. Efecto de una dieta hipersódica suplementada con capsaicina sobre la mucosa gástrica de ratas en desarrollo. Tesis profesional Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 48 pp
- Guillen, I., et. al. 1998. "Physiological changes in the juvenile euryhaline teleost, the tilapia *Oreochromis hornorum*, injected with *E. coli*-derived homologous growth hormone" *Journal of Marine Biotechnology*. 6 (3): 142-151.
- Kalogeris, J. T., F. Monroe and P. Tso. 1997. Stimulation of intestinal apolipoprotein A-IV by lipid is independent of capsaicin-sensitive afferent signals. *The American Physiological Society*. R981-R990.
- Sumano L. H and Gutiérrez O. L. (2002). Administration of enrofloxacin and capsaicin to chickens to achieve higher maximal serum concentrations. *The Veterinary Records*. 150:350-353.
- Hernández Ortiz Francisco (2002). "Crecimiento de la tilapia híbrida *Oreochromis niloticus*(L.) x *O. aereus* (Steindachner), en estanques rurales del estado de México (2 446 m.s.n.m.)" Tesis Maestría (Maestría en Ciencias del Mar y Limnología) UNAM, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México. 72pp
- Hernández Velasco Xochitl; Vicente Salvador José Luis; Téllez Isaías, Guillermo; López Coello Carlos; M. Hargis Billy. (1996). Efecto de la adición del ácido cápsico, proveniente de la semilla páprika (*Capsicum annum*) en la dieta de pollo de engorda infectado experimentalmente por *Salmonella gallinarum*. *Veterinaria México*, 27 (4): 309-313.
- Huet, M. 1998. Tratado de piscicultura. Ediciones Mundi-Prensa. España. 749pp.
- Landau, M. 1991. Introduction to Aquaculture. Edit John Wiley and sons. USA. 440 pp.
- Lara- Flores M., M.A. Olvera Novoa, B. E. Guzmán Méndez, W. López Madrid. 2003. Use of the bacteria *Streptococcus Faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*; 216 (1-4): 193-201.

- Leo- Peredo, Alma Soledad. (1991). Estudios preliminares de la virginiamicina como promotor de crecimiento en *Oreochromis mossambicus*. Tesis profesional Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 34 pp
- Suksomjit M. 1996. Application of virginiamycin as a growth promoter in male Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linn.). Thesis M. Sc. in Aquaculture. Kasetsart University, Library, POB1084, Kasetsart, Bangkok 10903, Thailand. 56 pp
- Marsella, R., C. F. Nicklin, and C. Melloy. 2002. The effects of capsaicin topical therapy in dogs with atopic dermatitis: a randomized, double-blinded, placebo-controlled, crossover clinical trial. *Veterinary Dermatology*. Volume 13, Issue 3. Page 131.
- Menchaca Ibañez, J. C. 1992. Evaluación del efecto de la bacitracina-zinc como promotor de crecimiento en tilapias (*Oreochromis mossambicus*) mantenidas bajo anestesia con alcohol éterico. Tesis profesional Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM, México. 58 pp.
- Midgren, B., L., Hansson, L.A., Karlsson, B.G., Simonsson, C., Persson. "Capsaicin-induced cough in humans". *Am Rev Respir Dis*. 1992;146: 347-351.
- Nalini, N., et al. 1998. "Influence of ápices on the bacterial (enzyme) activity in experimental colon cancer". *Journal of Ethnopharmacology*. Volume 62, Issue 1, August. 15-24. pag
- Pellicer, F., O., Picazo, M. León-Olea. 2001. "Effect of red peppers (*Capsicum frutescens*) intake during gestation on thermnociceptive response of rat offspring". Departamento de Neurofisiología, Instituto Nacional de Psiquiatría y Facultad Mexicana de Medicina, Universidad La Salle. *Behav Brain Res*. 15 Marzo 2001; 119 (2): 179-183.
- Rozsa, Z., E.D. Jacobson. 1989. Capsaicin - sensitive nerves are involved in bile-oleate-induced intestinal hyperemia. *The American Physiological Society*. G476-G481.
- Sánchez Castro, C. A. 2003. "Evaluación del prebiótico *Saccharomyces cerevisiae* como promotor de crecimiento en tilapia

nilotica (*Oreochromis niloticus*)" Tesis Profesional. Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 39pp.

- Santamaría Alvarado, J. F. 2004. "Determinación de crecimiento compensatorio en *Oreochromis niloticus*, posterior a un descenso de temperatura". Tesis Profesional Biólogo, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 54pp.
- Santiago, C B. 1991. Growth, survival and feed, conversion of Nile tilapia fingerlings fed diets containing Bayo-n-ox, a commercial growth promoter. Israeli Journal of Aquaculture 43 (2), 77-81.
- Vargas, G. J., A.A. Auró, C.M., Fragoso, C.L., Ocampo. 1993. Evaluation of zinc- bacitracin as a growth promoter in hybrid tilapia (*Oreochromis sp*). Veteriaria México 24(1):1, 31-35