

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 1 de 7</b>

Código de la dependencia.21.1

<b>FECHA</b>	Lunes, 14 de febrero de 2022
--------------	------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Sede Fusagasugá
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Zootecnia

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Peña Murcia	Oscar Iván	1053341518

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Chaverra Garcés	Sara Cristina

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 2 de 7</b>

TÍTULO DEL DOCUMENTO
Inclusión de capsaicina como aditivo de uso potencial en dietas comerciales para tilapia roja ( <i>Oreochromis sp</i> )

SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Zootecnista

AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO	NÚMERO DE PÁGINAS
09/12/2021	47

DESCRITORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
ESPAÑOL	INGLÉS
1. Aditivos naturales	natural additives
2. Rendimiento productivo	productive performance
3. Oreochromis sp.	Oreochromis sp

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 3 de 7</b>

**RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS**  
(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

**RESUMEN**

En la actualidad existe un vacío de conocimiento acerca del uso e inclusión de Capsaicina como aditivo dietario en la alimentación de especies acuáticas, especialmente en la cría de tilapia (*Oreochromis sp.*). Este trabajo busca por medio de información e investigaciones de carácter científico analizar la inclusión de capsaicina y el uso potencial en alimentación, efectos sobre el rendimiento y la salud en especies de interés zootécnico, identificando los beneficios y ventajas reportados en literatura reciente sobre el uso de sustancias naturales en alimentación animal principalmente en peces. Luego de realizar la búsqueda de información se describen las propiedades y efectos que ejercen los aditivos naturales sobre la alimentación animal, con lo cual se logra identificar que el uso de capsaicina como aditivo dietario en animales de interés productivo posee efectos sobre la salud, la nutrición y el rendimiento productivo. Este aditivo aún no ha sido probado en tilapia (*Oreochromis sp.*) y por lo tanto la información respecto al efecto que ejerce dicha sustancia sobre variables productivas es bastante limitada, escenario que puede ser utilizado como fundamento para la realización de estudios posteriores que permitan concluir el efecto de su uso sobre la producción de tilapia.

**ABSTRACT**

At present there is a knowledge gap about the use and inclusion of Capsaicin as a dietary additive in the feeding of aquatic species, especially in the farming of tilapia (*Oreochromis sp.*). This work seeks through information and scientific research to analyze the inclusion of capsaicin and the potential use in food, effects on performance and health in species of zootechnical interest, identifying the benefits and advantages reported in recent literature on the use of natural substances in animal feed mainly in fish. After searching for information, the properties and effects exerted by natural additives on animal feed are described, with which it is possible to identify that the use of capsaicin as a dietary additive in animals of productive interest has effects on health, nutrition and productive performance. This additive has not yet been tested in tilapia (*Oreochromis sp.*) And therefore the information regarding the effect that said substance exerts on productive variables is quite limited, a scenario that can be used as a basis for carrying out subsequent studies that allow to conclude the effect of its use on tilapia production.

 <b>UDECA</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 4 de 7</b>

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:  
 Marque con una "X":

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública, masiva por cualquier procedimiento o medio físico, electrónico y digital.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 5 de 7</b>

contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI \_\_\_ NO \_X\_.**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos) en carta adjunta, expedida por la entidad respectiva, la cual informa sobre tal situación, lo anterior con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 6 de 7</b>

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).

b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.

c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 6</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2021-09-14</b>
		<b>PAGINA: 7 de 7</b>

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. Nombre completo del proyecto.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
1. Inclusión de capsaicina como aditivo de uso potencial en dietas comerciales para tilapia roja ( <i>Oreochromis sp</i> ). pdf	texto

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
Peña Murcia Oscar Iván	

Código serie documental (ver Tabla de Retención Documental) **21.1-51-20.**

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono: (091) 8281483 Línea Gratuita: 018000180414  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
 NIT: 890.680.062-2

INCLUSIÓN DE CAPSAICINA COMO ADITIVO DE USO POTENCIAL EN DIETAS  
COMERCIALES PARA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*)

Trabajo de grado: opción monografía

Línea de investigación:  
Alimentación no convencional

Oscar Iván Peña Murcia

Universidad de Cundinamarca  
Facultad de ciencias agropecuarias  
Zootecnia  
Sede Fusagasugá

2021

INCLUSIÓN DE CAPSAICINA COMO ADITIVO DE USO POTENCIAL EN DIETAS COMERCIALES  
PARA TILAPIA ROJA (*Oreochromis sp*)

Oscar Iván Peña Murcia

**DIRECTORA**

Sara Cristina Chaverra Garcés  
Zootecnista, MSc ciencias Agrarias

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
ZOOTECNISTA

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**

Facultad de ciencias agropecuarias

Programa académico:

ZOOTECNIA

Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia

2021

## DEDICATORIA

A medida que se avanza por el sendero del aprendizaje se conquistan sueños y se materializan objetivos, los cuales solo han sido posibles gracias al esfuerzo propio y por supuesto al privilegio de contar con el apoyo incondicional de quienes han decidido tomar parte en nuestro camino.

Sin su apoyo nada de esto sería posible, por eso primeramente dedico este logro a Dios, quien con su infinita sabiduría hizo posible todas las situaciones que me han fortalecido como persona y como profesional, de igual forma a mi hermano Juan Diego, mi hermosa madre Nubia y mi querido padre Oscar quienes son el eje fundamental de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a cada uno de los docentes que tomaron parte en mi formación académica, pues su compromiso, conocimiento y calidad humana han logrado impactar mi vida de una forma muy positiva, gracias infinitas por todos los momentos y espacios en los cuales se hizo posible compartir y crecer junto a personas tan valiosas.

Agradezco de manera especial a mi directora de trabajo de grado Sara Cristina Chaverra, quien con su aporte demostró que todo se hace posible en la medida que el compromiso y la disciplina se conviertan en hábitos de crecimiento.

También me gustaría expresar mis agradecimientos hacia la Familia Romero Solórzano, quienes depositaron su entera confianza en mí al recibirme en su mesa como un integrante más de la familia. Gracias por su orientación, apoyo y motivación.

Gracias a todos los que participaron de una forma u otra en mi proceso formativo.

Gracias Universidad de Cundinamarca.

## RESUMEN

En la actualidad existe un vacío de conocimiento acerca del uso e inclusión de Capsaicina como aditivo dietario en la alimentación de especies acuáticas, especialmente en la cría de tilapia (*Oreochromis sp.*). Este trabajo busca por medio de información e investigaciones de carácter científico analizar la inclusión de capsaicina y el uso potencial en alimentación, efectos sobre el rendimiento y la salud en especies de interés zootécnico, identificando los beneficios y ventajas reportados en literatura reciente sobre el uso de sustancias naturales en alimentación animal principalmente en peces. Luego de realizar la búsqueda de información se describen las propiedades y efectos que ejercen los aditivos naturales sobre la alimentación animal, con lo cual se logra identificar que el uso de capsaicina como aditivo dietario en animales de interés productivo posee efectos sobre la salud, la nutrición y el rendimiento productivo. Este aditivo aún no ha sido probado en tilapia (*Oreochromis sp.*) y por lo tanto la información respecto al efecto que ejerce dicha sustancia sobre variables productivas es bastante limitada, escenario que puede ser utilizado como fundamento para la realización de estudios posteriores que permitan concluir el efecto de su uso sobre la producción de tilapia.

Palabras Clave: Aditivos naturales, alimentación animal, rendimiento productivo, *Oreochromis sp.*

## ABSTRACT

At present there is a knowledge gap about the use and inclusion of Capsaicin as a dietary additive in the feeding of aquatic species, especially in the farming of tilapia (*Oreochromis* sp.). This work seeks through information and scientific research to analyze the inclusion of capsaicin and the potential use in food, effects on performance and health in species of zootechnical interest, identifying the benefits and advantages reported in recent literature on the use of natural substances in animal feed mainly in fish. After searching for information, the properties and effects exerted by natural additives on animal feed are described, with which it is possible to identify that the use of capsaicin as a dietary additive in animals of productive interest has effects on health, nutrition and productive performance. This additive has not yet been tested in tilapia (*Oreochromis* sp.) And therefore the information regarding the effect that said substance exerts on productive variables is quite limited, a scenario that can be used as a basis for carrying out subsequent studies that allow to conclude the effect of its use on tilapia production.

Key Words: Natural additives, animal feed, productive performance, *Oreochromis* sp

---

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Contenido

<b>1</b>	<b>Capítulo: Contexto de la producción piscícola nacional</b>	<b>1</b>
1.1.	Estado actual de la acuicultura	3
1.2.	Aditivos naturales en alimentación animal	4
<b>2.</b>	<b>Capítulo: El pimiento</b>	<b>6</b>
2.1.	Propiedades de la capsaicina	7
2.1.1.	Influencia en la termorregulación y propiedades analgésicas	7
2.1.2.	Efecto Reductor (adelgazante)	9
2.1.3.	Impacto sobre el sistema cardiovascular	10
2.1.4.	Efectos antibacterianos y antivirales	11
2.1.5.	Efecto anticancerígeno	12
<b>3.</b>	<b>Capítulo: Efecto de la capsaicina sobre la producción animal</b>	<b>13</b>
3.1.	Uso en Patos hembra Longyan ponedoras	13
3.2.	Uso en Codorniz Japonica de postura	14
3.3.	Uso en Pollos de engorde	15
3.4.	Uso en Cerdos.	17
3.5.	Uso en Conejos	18
3.6.	Uso en Peces	20
<b>4.</b>	<b>Capítulo: Tilapia (<i>Oreochromis sp.</i>)</b>	<b>21</b>
4.1.	Origen y distribución	21
4.2.	Descripción de la especie	22
4.3.	Hábitos alimenticios de la tilapia	22
4.4.	Importancia socio económica	22
4.5.	Dificultades en la producción de Tilapia	23
4.5.1.	Costos de producción por alimentación	23
4.5.2.	Enfermedades ligadas a bacterias	23
4.6.	Alternativas para mejorar la producción de tilapia	24

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

4.6.1.	Uso de compuestos bioactivos en acuicultura	25
<b>5</b>	<b>Capítulo: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>29</b>
5.1.	Posibles ventajas	29
5.2.	Efecto ambiental	29
5.3.	Efecto sobre la salud humana	30
5.4.	Efecto social y calidad de vida	30
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>31</b>
<b>7.</b>	<b>LISTA DE REFERENCIA</b>	<b>32</b>

### **Lista de tablas**

Tabla 1. Clasificación botánica de plantas que contienen capsaicina.....	7
Tabla 2. Extractos vegetales utilizados en acuicultura como estimulantes del crecimiento.....	26
Tabla 3. . Estudios antibacterianos invivo de varios extractos vegetales utilizados en acuicultura...	27

### **Abreviaturas**

TRPV1: Receptor de potencial transitorio vaniloide subtipo 1  
CGRP: Neuropeptido relacionado con el gen de la calcitonina  
ATP: Adenosina trifosfato  
NK1: Neurokinina 1

## **1 Capítulo: Contexto de la producción piscícola nacional**

Colombia es conocido como un país diverso que genera gran cantidad de productos muy atractivos en los diferentes sectores económicos del mercado y es gracias a su riqueza natural, un territorio que produce frutas, verduras, café, flores y en especial, un sector que sigue en constante crecimiento es el acuícola, el cual exporta 13.238 toneladas entre tilapia, trucha y camarón por valor de \$USD 82,3 millones (MADR, 2020). El sector piscícola experimenta una evolución significativa con un crecimiento promedio anual de 9% y una participación del 0,19% en el PIB Nacional y 2,88% en el PIB Agropecuario. Entre los años 2010 y 2019 la producción acuícola aumentó 213% pasando de 80.255 a 171.026 toneladas entre tilapia, trucha, cachama, camarón y otras especies nativas, con un consumo per cápita de 7,8 kg. En la actualidad, la cría de animales acuáticos advierte algunos retos; el principal de ellos probablemente sea el desperdicio de alimento que se genera como consecuencia de un suministro que sobrepasa el consumo, así como la absorción en menor medida de los nutrientes presentes en este; motivos por los cuales los productores perciben un menor margen de ganancia debido a que la dependencia del alimento concentrado los obliga a seguirlo utilizando para obtener producciones que compitan con los estándares del mercado nacional. Adicionalmente, cabe resaltar que en los sistemas de cultivo intensivo en jaulas y en estanques, es indispensable el suministro de grandes cantidades de alimento para proveer a los organismos cultivados los nutrientes necesarios para alcanzar máximo crecimiento en el menor tiempo posible (Vásquez-Torres *et. al*, 2010), lo que conlleva a una mayor cantidad de desechos solubles en el agua y con ello alteraciones que reducen la productividad y sostenibilidad del sistema.

En las últimas décadas el aumento de la población obliga a la industria productora de alimentos a emplear métodos y estrategias que permitan obtener proteína de origen animal en el menor tiempo y de la mejor calidad posible, mediante el suministro de raciones balanceadas que aporten los nutrientes necesarios para el óptimo desarrollo de los animales. Por tal motivo, es necesario optimizar los programas nutricionales y adoptar modelos no convencionales, con el objetivo de obtener un producto terminado y listo para satisfacer la creciente demanda de proteína de origen animal. Sin embargo, los esfuerzos por mejorar la productividad requieren de la búsqueda de aditivos y sustancias que modifiquen la digestibilidad de los nutrientes y consecuentemente, el desempeño

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

productivo animal. Según Pelicia y col, (2015), antibióticos y quimioterapéuticos han sido adicionados a dietas de animales, promoviendo mejoras en los índices zootécnicos de producción. Aun así, las personas prefieren consumir productos de origen natural; y es que gracias a la presión que estos ejercen, el uso de antibióticos ha sido restringido como promotor de crecimiento en alimentación animal, motivo por el cual es indispensable incluir aditivos naturales en los alimentos balanceados. En la actualidad se oferta gran variedad de aditivos y de materias primas que son utilizados en la alimentación animal a fin de ofrecer un mejor aprovechamiento de los nutrientes, modificando el crecimiento y la conversión alimenticia (Patricio, 2017). Como es el caso de la capsaicina, el componente picante de plantas del género *capsicum sp* que ha sido utilizado durante cientos de años como aditivo alimentario, conservante y como agente con propiedades medicinales en humanos (Orndorff *et. al*, 2005). En un estudio reciente, realizado por Parrino *et. al*,(2019) se incluye como aditivo en diferentes niveles de concentración aceite de pimiento picante *Capsicum sp*, donde se concluye que basta con adicionar el 1% de aceite por cada Kg de dieta, para obtener una influencia positiva en el crecimiento sin variaciones importantes en los parámetros bioquímicos en sangre de trucha arcoíris (*Onchorynchus mykiss*). También ha sido utilizado en juveniles de Benni (*Mesopotamichthys sharpeyi*), según el trabajo realizado por Maniat y col, (2014) donde concluyen que la adición del 3% de ppp provoca un aumento en el rango específico de crecimiento y un peso significativamente mayor en comparación con el grupo control ( $P < 0,05$ ), además, el índice de conversión alimenticia fue el más bajo de todos los tratamientos. Posiblemente, llegando este aditivo a considerarse como una eficiente tecnología para el mejoramiento del desempeño productivo de las especies dulceacuícolas.

Lo anteriormente expuesto refleja la importancia de buscar e implementar estrategias nutricionales que permitan incrementar el aprovechamiento de los nutrientes y el desempeño productivo de los animales, para lo cual; Este documento busca por medio de estudios previos establecer de manera clara la influencia que genera la adición de capsaicina a las raciones de alimento balanceado en diferentes especies animales y el comportamiento productivo en cada uno de los casos. Con el desarrollo de la presente revisión se pretende arrojar información sobre los puntos clave que pueden ser considerados en futuras investigaciones, y/o aplicaciones tecnológicas en el área de la nutrición piscícola.

## OBJETIVO GENERAL

Analizar la inclusión de capsaicina y su uso potencial en alimentación, efectos sobre el rendimiento y la salud en tilapia (*oreochromis spp.*)

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar una búsqueda sistematizada de información desde diferentes fuentes de literatura donde se evidencie el uso de la capsaicina en producción animal.

Describir las propiedades y el uso potencial de la inclusión de aditivos naturales usados en la actualidad en la alimentación animal.

Identificar los beneficios de la inclusión de capsaicina como aditivo dietario sobre parámetros de rendimiento productivo y salud en sistemas de producción acuícola (*oreochromis spp.*) y demás especies de interés zootécnico.

### **1.1. Estado actual de la acuicultura**

En el informe publicado por el grupo de expertos en seguridad alimentaria y nutrición HLPE (Comité de seguridad alimentaria mundial., 2014) se discute sobre la importancia que tiene el pescado como medio para combatir la pobreza y la malnutrición en la población menos favorecida, así como sobre los retos a los que este sector se enfrenta y sus desafíos más relevantes. En este sentido, la pesca se ve amenazada por la explotación excesiva de los recursos marítimos, la contaminación y la competencia por el agua y las áreas costeras. El significativo desarrollo de la acuicultura plantea numerosas preguntas sobre su impacto ambiental en la tierra, el agua y la biodiversidad; además, la propia acuicultura debe hacer frente a la competencia de otros usuarios de la tierra y el agua. Ambos sectores afrontan cambios económicos importantes provocados por la creciente demanda mundial de pescado y el consiguiente aumento del comercio pesquero internacional. Estos, a su vez, conllevan a la aparición de actores a gran escala, a menudo mejor integrados en las cadenas alimentarias y el comercio internacional que las unidades a pequeña escala tradicionales, lo que da lugar a importantes consecuencias económicas y sociales que van del desarrollo económico a los cambios en la

---

## Facultad de Ciencias Agropecuarias

organización del trabajo y la disponibilidad de este. Por lo que se plantea hacer frente a esta situación con ayuda de los diferentes actores que participan de esta cadena alimentaria. Por otro lado, la acuicultura proporciona empleos en actividades auxiliares, como la elaboración, empaquetado, comercialización y distribución del pescado, así como la fabricación y mantenimiento de equipos, entre otros, por lo que se estima que en el mundo más de 100 millones de personas dependen de este sector para vivir. En Colombia para los años 2018-2019 proporcionó 51.308 empleos directos y 153.923 empleos indirectos y a pesar del gran desarrollo de la acuicultura en los últimos años, ésta no está exenta de riesgos: es muy susceptible a los efectos socioeconómicos, ambientales, tecnológicos y a los fenómenos naturales adversos como las sequías, tormentas tropicales y terremotos (MADR, 2020).

El cultivo de tilapia es el tipo de acuicultura más extendido en el mundo, con producción reportada en al menos 135 países y territorios en todos los continentes (FAO, 2016), Annette y colaboradores (2017) señalan a la tilapia como un pez popular para el cultivo debido a su resistencia, éxito de reproducción, ciclos de crecimiento cortos, tolerancia a una amplia gama de factores ambientales, como agua dulce y salobre, resistencia a las enfermedades, fácil manejo y sabor atractivo.

### 1.2. Aditivos naturales en alimentación animal

Los aditivos utilizados en la alimentación animal son compuestos activos como alcaloides, terpenoides, taninos, saponinas, flavonoides, esteroides o aceites esenciales que se administran en bajas dosis con el fin de estimular el apetito, el crecimiento, la utilización de los nutrientes presentes en la dieta e incrementar la productividad o mejorar la calidad de un producto. Según la directiva L 40/27 del diario oficial de la comunidad Europea de 21 de diciembre de 1988, se entiende por aditivo alimentario cualquier sustancia que, normalmente, no se consume como alimento en si ni se use como ingrediente característico en la alimentación, independiente que tenga o no valor nutricional y cuya adición intencionada a los alimentos es con un propósito tecnológico en las distintas fases del proceso productivo. Las funciones que cumplen los aditivos son varias y se pueden agrupar según su uso, en espesantes, gelificantes, estabilizadores, colorantes, edulcorantes, saborizantes, aromatizantes, antioxidantes y conservadores, entre otros (Duran, 2001)

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

López y col (2003) mencionan que los aditivos han sido administrados en su mayoría a especies monogástricas, pero también son considerados como una potencial herramienta para modificar la fermentación ruminal. Sin embargo, el uso de estos aditivos plantea un reto enorme, el cual consiste en encontrar una sustancia eficaz que sea completamente inocua para el animal, seguro para el consumidor y que no tenga repercusiones negativas sobre la calidad del producto o el medio ambiente. Dentro de los aditivos más comunes se encuentran los promotores de crecimiento antimicrobianos, los cuales emplean principalmente el uso de antibióticos que generan efectos indeseados sobre el animal o el consumidor, tales como la acumulación de residuos en músculo o la aparición de cepas bacterianas resistentes a antibióticos (López y col, 2003). Por tal razón la Unión Europea ha decidido imponer fuertes restricciones y prohibiciones para la comercialización y uso de aditivos sintéticos (García y García, 2015). Los extractos y aceites esenciales son sustancias obtenidas a partir de plantas medicinales con potencial uso en la producción animal, aunque también se podrían considerar como una alternativa de interés en la producción agrícola. Los componentes químicos que contienen las plantas han sido utilizados desde la antigüedad y por supuesto sus principios activos, los cuales podrían llegar a tener actividad biológica sobre algunos procesos fisiológicos y metabólicos en el animal, además, la concentración de los principios activos puede llegar a ser muy variable, dependiendo de la variedad de la planta, sus condiciones de cultivo, época del año, método de recolección y proceso empleado de extracción.

El interés creciente por la administración de extractos de plantas en la producción acuícola según Martínez y col, (2015) ha aumentado debido a que son más económicos, de fácil adquisición y sin efectos secundarios indeseados. Recientes estudios demuestran que, según Martínez y Martínez, (2020) han sido utilizados algunos extractos naturales como estimulantes del crecimiento e incluso modificadores del sistema inmune para acelerar el incremento de peso, mejorar la resistencia a enfermedades, la digestibilidad y absorción de nutrientes. Aclarando que el método de administración es un factor importante a tener en cuenta, pues se pueden presentar diferencias del efecto sobre el organismo, sin embargo, lo más recomendado para especies acuáticas es la aplicación oral directa o en adición a la dieta, de esta forma los efectos indeseados a causa del estrés por la manipulación y tratamiento de los organismos acuáticos disminuye.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Existe información de que varios extractos de plantas estimulan el apetito y promueven la ganancia de peso cuando se administra a peces cultivados (Reverte y col, 2014), sin embargo el potencial uso de estas sustancias no ha sido valorado en totalidad, pues a pesar de poseer potentes efectos positivos sobre el rendimiento productivo de varias especies, en peces del género *Oreochromis sp* se encuentra información escasa en cuanto al uso y adición en dietas para incrementar peso y mejorar índices de productividad.

## **2. Capítulo: El pimiento**

El pimiento o ají (*Capsicum sp.*) es una planta domesticada originaria de América del Sur, concretamente del área que comprende Perú y Bolivia, hasta que fue extendida por el resto de Sudamérica y América Central. El pimiento sirvió como uno de los alimentos básicos que integraba la dieta de los aborígenes americanos, poseyendo diferentes usos dependiendo de las variedades que se utilizaban (Maroto, 1983).

La capsaicina (*8-metil-N-vanillyl-6-nonenamida*) es un compuesto orgánico con un grupo de alcaloides con fórmula química  $C_{18}H_{27}NO_3$ , y masa molecular de 305.41g/mol. Está disponible en cantidades relativamente grandes en frutos de diversas variantes de pimiento (género *Capsicum*) y el compuesto en sí es responsable de la sensación picante de la planta (Adaszek y col, 2017). El cuál es el capsaicinoide por excelencia y se caracteriza por su color blanquecino, ser cristalina, muy volátil, pungente, inodora e hidrofóbica pero muy soluble en alcohol, éter y cloroformo (Sharma y col, 2013). La clasificación botánica de plantas que contienen capsaicina es presentada en la Tabla 1.

La capsaicina fue aislada por primera vez en forma de cristal puro en 1976 por John Clought Tresh. También se dice que este científico inglés acuñó el nombre utilizado actualmente de "Capsaicina". Gracias a Nelson y Dawson, se pudo conocer la estructura química del alcaloide, ya que descubrieron su fórmula química en 1919. La primera síntesis exitosa de capsaicina, realizada por Spath y Darling, se remonta a 1930. Cabe señalar que en 1961 Kosuge e Inagaki aislaron otros compuestos de similar estructura y propiedades del chile habanero (Wu y col, 2014). Los cuales posteriormente denominaron capsaicinoides.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Tabla 1. Clasificación botánica de plantas que contienen capsaicina. Tomado de (Adaszek y col, 2019)

---

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
División	Magnoliophita
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Genero	Capsicum
Especie	Annum

---

### **2.1. Propiedades de la capsaicina**

La capsaicina tiene una influencia variada en animales y humanos. Tiene propiedades irritativas y analgésicas confirmadas, impacta la termorregulación y metabolismo del tejido adiposo (efecto adelgazante), y se caracteriza por sus efectos antioxidantes, hipotensores y anticancerígenos (Anand y Bley, 2011). Además, este alcaloide administrado en el estómago de ratas o gatos inhibió la secreción de ácido gástrico (Abdel-Salam y col, 1997). Lo que indica que la adición o consumo de capsaicina modifica e interviene en procesos biológicos importantes, aun así, se siguen llevando a cabo estudios con el fin de comprender y establecer los procesos y reacciones que son generados en los organismos vivos.

#### **2.1.1. Influencia en la termorregulación y propiedades analgésicas**

La capsaicina se utiliza para la fabricación de analgésicos, los cuales se utilizan con mayor frecuencia para el tratamiento de enfermedades crónicas, dolor no adaptativo, como mialgia, artralgia y neuralgia, así como donde hay una falta de tolerancia a otros analgésicos (De Lourdes y col, 2011)

Los capsaicinoides actúan sobre los receptores de potencial transitorio V1 (TRVP1), también conocidos como Transient Receptor Potential Cation Channel, que se encuentran en las neuronas de la lengua. Los capsinoides también actúan sobre este tipo de receptores, pero no sobre los ubicados en la lengua, sino sobre los ubicados en el intestino, porque se hidrolizan al atravesar la mucosa oral

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

(OHNUKI *et. al*, 2001). Los receptores TRVP1 están localizados en las terminaciones de las fibras nerviosas mediadoras del dolor, las cuales son sensibles a un amplio repertorio de estímulos mecánicos, químicos y térmicos (Kobayashi *et. al*, 1998). La capsaicina y el capsiato son agonistas de estos receptores y afectan principalmente a las fibras amielínicas de tipo C influyendo en la liberación, la síntesis y el transporte de la sustancia P, un neuropéptido encargado de la percepción del dolor. También es conocida por participar en la mejora del metabolismo energético mediante una acción adrenérgica. Los capsaicinoides y los capsinoides no actúan directamente sobre los receptores adrenérgicos pero sí indirectamente, a través de la secreción de catecolaminas de la médula adrenal(Watanabe *et. al*, 1987).

La capsaicina puede dilatar los vasos sanguíneos de la piel y aumentar el intercambio de calor que resulta en el desarrollo de hipotermia. Por otro lado, este alcaloide puede provocar el incremento de la actividad metabólica, que estimula la generación de calor en el cuerpo y un aumento en la temperatura corporal interna (Olszewska, 2010). Además del manejo del dolor, la pimienta roja en polvo se considera como una sustancia potencial de abuso en caballos de carreras debido a sus potentes efectos analgésicos y desensibilizantes (Adaszek y col, 2019), en este mismo sentido Adaszek y col, (2009) afirman que el grado de desensibilización causado por el tratamiento con capsaicina ayuda a un caballo adolorido a soportar el dolor y seguir en competencia.. En un modelo de cojera reversible se empleó capsaicina como tratamiento para disminuir el dolor causado por la cojera en caballos; evidenciando que algunos parámetros fueron disminuidos notablemente con el tratamiento de capsaicina en caballos entre 40 y 240 min después del tratamiento (Seino y col., 2003). El periodo de tiempo para la duración del efecto beneficioso de la capsaicina en caballos es más largo que el tiempo que tardan en completar una carrera. Es por estas razones que el uso de capsaicina está prohibido por la comisión de carreras del estado de Pensilvania, también está prohibida por la federación internacional ecuestre. En lo que respecta a las especies acuáticas el uso de estos extractos vegetales ha ido adquiriendo gran importancia debido a los beneficios en el transporte y manejo de los peces, pues dichos aditivos ayudan a disminuir los niveles de estrés, lesiones e incluso enfermedades o muerte (Martínez y col, 2015).

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Como en el caso del dolor, la influencia de la capsaicina en la termorregulación está relacionado con la actividad de TRPV1 y depende del tiempo que haya transcurrido desde la administración del alcaloide, frecuencia de administración (único o repetido) y dosis (Adaszek y col, 2019).

Dosis únicas y bajas de capsaicina reducen la temperatura corporal (hipotermia) (Hori, 1984). Esto se debe al lanzamiento de la mencionada sustancia P y el péptido relacionado con la calcitonina (CGRP) que provocan vasodilatación y aumento del intercambio de calor con el medio ambiente. Otro elemento que contribuye a la hipotermia es la reducción del metabolismo, que se caracteriza por una disminución del consumo de oxígeno que resulta produciendo una reducción de calor (Meghvansi y col, 2010).

La capsaicina puede influir en la termorregulación no solo a través de la estimulación o inactivación del receptor vainilloide, sino también a través de otros caminos. El alcaloide provoca un cambio en la actividad de los transportadores de calcio en los músculos (Mahmmound, 2008), lo que intensifica la producción de calor. El transportador de calcio dependiente del ATP es una proteína que transporta iones de calcio desde el citoplasma al retículo endoplasmático de las células musculares utilizando la energía de la descomposición de enlaces de alta energía en el ATP. Cuando la capsaicina se une a este transportador, deja de transportar iones de calcio pero aún se descompone ATP y la energía se dispersa en forma de calor (Adaszek y col, 2019).

### 2.1.2. Efecto Reductor (adelgazante)

Está confirmado que la capsaicina inhibe la transcripción de los genes responsables que estimulan la acumulación de tejido adiposo (Joo y col, 2010) y además, estimula la transcripción de genes de las proteínas relacionadas con la termogénesis, así como también intensifica la producción de calor al estimular la secreción de epinefrina y norepinefrina de las glándulas suprarrenales, pues la influencia la ejerce sobre los genes responsables de la producción de enzimas que catalizan la reducción de grasas, lo que conduce a una disminución del contenido de tejido adiposo en el cuerpo (Adaszek y col, 2019).

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

El efecto adelgazante del alcaloide esta, por tanto, relacionado con mecanismos como el aumento de la oxidación de grasas, mayor consumo de energía debido a la activación del sistema nervioso simpático por catecolaminas y la disminución del apetito (Yoshioka y col, 1998; Belza y col, 2007) tales efectos fueron confirmados tanto en humanos como en animales de laboratorio (Hu y col, 2017; Zheng y col, 2017; Shen y col, 2017; Medina-contreras y col, 2017; Zsiborás y col, 2018).

### 2.1.3. Impacto sobre el sistema cardiovascular

La hipotensión inducida por el efecto de la capsaicina se debe a la estimulación de los canales iónicos TRPV1 en el endotelio vascular que como consecuencia, los iones de calcio ingresan a las células y la proteína quinasa A estimula la fosforilación. La actividad de la óxido nítrico sintasa (NOS) aumenta y la producción de óxido nítrico (NO) se intensifica (Yang y col, 2010). En términos generales, el óxido nítrico relaja los músculos lisos de los vasos sanguíneos, ensanchando su paso y reduciendo la resistencia periférica, lo que reduce la presión arterial.

Estudios in vitro realizados en arterias aisladas de humanos y porcinos mostraron que la capsaicina indujo la relajación de las arterias coronarias distales en ambos casos, pero estas relajaciones no estuvieron mediadas por el neuropéptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP), la Neurokinina 1 (NK1) y el óxido nítrico (NO), con lo cual fue posible evidenciar que las respuestas relajantes a la capsaicina se atribuyan a un efecto inespecífico, el cual es independiente del péptido (CGRP) (Gupta y col, 2007).

Es claro que la capsaicina ejerce un efecto protector sobre el sistema cardiovascular, no solo mediante la prevención de la hipertensión, sino también la prevención de enfermedad coronaria e infarto de miocardio, estas propiedades de los alcaloides se relacionan con su potente efecto antioxidante (Luo y col, 2011), pues lo que hace es retrasar el envejecimiento celular mediante la eliminación de especies reactivas de oxígeno. Dichas propiedades antioxidantes de la capsaicina la convierten en una sustancia con potencial aplicación en la prevención de enfermedades neurodegenerativas como lo es el Alzheimer, según Meghvansi y col (2010) este efecto fue observado

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

en nativos americanos que consumen grandes cantidades de chile picante, encontrando que la incidencia de esta enfermedad es mucho menor en comparación con otras poblaciones.

#### 2.1.4. Efectos antibacterianos y antivirales

Dentro de los tantos efectos que contiene la capsaicina, también posee propiedades antibacterianas, varios autores confirman su actividad en relación con bacterias como *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Helicobacter Pylori* y algunas otras cepas de *Streptococcus pyogenes* todos ellos resistentes a la eritromicina (Orndorff y col, 2005), demostraron que la administración dietética de capsaicina resulto en una reducción en la incidencia de infecciones causadas por *Salmonella* en pollos de engorde, para este estudio utilizaron aves desafiadas, la cuales fueron alimentadas con 20 ppm de oleoresina de capsaicina en la dieta, que como resultado se observó una reducción positiva de *Salmonella enteritidis* en el hígado y bazo. Observaciones similares fueron hechas por McElroy y col (1994). Estos autores demostraron que la administración continúa de capsaicina (5 y 20 ppm) en la dieta género como resultado la protección contra infección por *S. enteritidis*, así como una mayor resistencia a la colonización e invasión de órganos durante el periodo de crecimiento sin efecto alguno sobre el desarrollo y los índices productivos de las aves. La resistencia inducida por la capsaicina se asocia con los cambios del pH y la morfología de la mucosa cecal.

Sin embargo, los efectos antibacteriales de la capsaicina están estrictamente correlacionados con su concentración, según Kurita y col (2002) en cuanto mayor sea la concentración, mayor será el efecto ejercido sobre las células, pues su mecanismo de acción desencadena estrés osmótico y de esta manera destruye la membrana celular e inhibe la expresión de genes responsables del crecimiento de las células bacterianas. Esta reacción demuestra que la capsaicina podría llegar a destruir capsides virales. Aunque, las observaciones de Bourne y col (1999) no confirmaron que la capsaicina inhibiera la replicación del virus del herpes simple (HSV) de cobayas en condiciones *in vitro*, pero la administración de cis-capsaicina tuvo un efecto protector sobre los cobayas e impidió el desarrollo de la forma dérmica de herpes virosis, mientras que en cuanto a las infecciones crónicas la aplicación del alcaloide redujo de manera significativa el tiempo de recuperación.

#### 2.1.5. Efecto anticancerígeno

Se estima que los efectos antioxidantes de la capsaicina podrían prevenir el desarrollo de células cancerígenas en el cuerpo, como explica Friedman y col (2017) al inferir que existe un impacto beneficioso y hasta en cierto punto eficaz en el tratamiento de enfermedades cancerosas ya existentes, pues según sus estudios la acción de la capsaicina induce a la apoptosis de células cancerosas en la etapa final del proceso de respiración celular que tiene lugar en las mitocondrias, en el proceso se inhibe el transporte de electrones a causa de la capsaicina que provoca un cambio en la dirección del flujo de electrones dirigidos a la creación de formas reactivas de oxígeno en exceso. En principio, el potencial transmembrana en las mitocondrias es crucial para el funcionamiento de estos organelos y la dispersión de dicho potencial da inicio al proceso de suicidio celular como lo explica Surh (2002) al afirmar que cuando se da inicio al suicidio celular mientras formas reactivas de oxígeno están activas pueden causar un deterioro estructural y funcional de la mitocondria que como consecuencia genera la muerte de la célula cancerosa.

En un estudio realizado por Yang y col (2010) se evidencia que el efecto anticancerígeno de la capsaicina es relacionado no solo con el hecho de que esta sustancia induce apoptosis de células cancerosas, sino también a un efecto directo sobre estas células, lo que resulta en su muerte. Según este estudio en el curso de exámenes *in vitro* realizados en células de la vejiga en ratones, se encontró que dependiendo de la dosis, la capsaicina puede conducir a la despolarización de la membrana mitocondrial, cuyo resultado es la muerte de una célula aclarando que no es apoptosis. Por lo que sugiere entonces que este alcaloide puede usarse en el tratamiento del cáncer de vejiga urinaria.

Las propiedades y el mecanismo específico de acción de la capsaicina aún no están del todo claros, pues son muchos los usos que se le han dado a estos alcaloides, sin embargo los resultados de muchos estudios arrojan que el efecto sobre la salud y los beneficios a largo plazo son evidentes en la mayoría de los casos. Según un estudio reciente realizado por Adaszek y col (2017) demostró la eficacia anticancerígena de un extracto de chile habanero que contiene capsaicina en perros. Dicho estudio fue realizado en 50 perros diagnosticados con tumores y 20 perros formando un grupo control.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

. Los resultados de la administración dietética de extracto de chile habanero arrojaron que el tamaño del tumor disminuyó entre un 5-50% en 15 perros, en 29 perros el tamaño del tumor no cambió, mientras que en 5 perros el tamaño aumentó en un 10-30% a pesar de que fueron todos alimentados con la misma dieta. Sin embargo los perros toleraron muy bien el consumo del alcaloide en la dieta. Los resultados de estas pruebas preliminares indican que el extracto de chile habanero exhibe efectos favorables sobre diferentes tumores en perros y por lo tanto se puede considerar como una sustancia con alto potencial para su uso en la alimentación animal.

### **3. Capítulo: Efecto de la capsaicina sobre la producción animal**

Son variados e interesantes los estudios realizados con modelos animales en diferentes especies, los cuales implican el uso de aditivos a base de capsaicina, ya sea en administración dietética, tópica e inclusive intradérmica, pues los hallazgos demuestran que existe un efecto en su mayoría positivo en el organismo luego del suministro de dicho aditivo, aun así, estos estudios deben continuar, haciendo especial énfasis en las nuevas aplicaciones de este alcaloide. A continuación se detallarán usos y resultados obtenidos a partir del suministro de capsaicina en algunas especies animales.

#### **3.1. Uso en Patos hembra Longyan ponedoras**

En un estudio realizado por Liu y col (2020) se evaluó los efectos de la adición dietética de capsaicina sobre el rendimiento de la producción de huevos, desarrollo folicular y capacidad antioxidante ovárica en patos hembra de postura. Un total de 378 hembras de postura de la misma estirpe genética y peso corporal de  $1,21 \pm 0,25$  Kg a las 58 semanas de edad fueron asignadas al azar en 3 tratamientos, con 6 repeticiones de 21 aves cada uno, las cuales fueron alojadas en baterías de jaulas galvanizadas de manera individual y alimentadas con una dieta basal a base de maíz y soja. El grupo control recibió esta dieta sin aditivo y los otros 2 grupos con adición de 150mg/Kg de dieta, de manera *ad libitum* o restringida. Se evaluó número y peso del huevo, producción promedio de huevos, consumo de alimento y tasa de conversión alimenticia durante 8 semanas de experimentación. Los resultados evidenciaron que los patos que fueron alimentados a libre consumo

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

y con adición de capsaicina tuvieron un incremento en el consumo de alimento en comparación con el grupo control ( $P < 0.01$ ), mientras que masa diaria de huevos y tasa de conversión alimenticia no se vieron afectadas, sin embargo, hubo tendencia al incremento en peso del huevo y de la producción media de huevos ( $P = 0.06$ ). Por otro lado, el efecto que ocurre en los patos alimentados de manera restringida y con suplementación de capsaicina no demuestra ningún cambio significativo sobre las variables anteriormente mencionadas.

En cuanto al desarrollo folicular los dos grupos tratados con capsaicina tuvieron índices ováricos significativamente más altos en comparación al grupo control ( $P = 0.01$ ), a diferencia de los patos con alimentación restringida en donde el peso relativo de los folículos pequeños fue significativamente más alto que el de los otros 2 grupos ( $P < 0.01$ ). Por otro lado, el peso relativo en patos alimentados a voluntad no fue significativamente diferente de los del grupo control. Sin embargo, la dieta suplementada con capsaicina y ofrecida a voluntad presentó mayor número de folículos dominantes en comparación al grupo control ( $P = 0.06$ ).

En este estudio se observó que la capsaicina incrementa de manera significativa la actividad de enzimas antioxidantes, lo que resulta en una disminución de especies reactivas de oxígeno en el plasma sanguíneo. Todo esto parece indicar que la capsaicina puede mejorar el estado redox en patos de postura y que su mejor efecto ocurre bajo condiciones de alimentación a voluntad. Resulta oportuno aclarar que la adición dietética de capsaicina al alimento, no tuvo efecto alguno sobre las concentraciones de estradiol o progesterona en el plasma sanguíneo, así como sobre la expresión de ARNm ovárico relacionado con la síntesis de estrógenos.

### **3.2. Uso en Codorniz Japonica de postura**

En los sistemas de producción animal es posible encontrar especies muy susceptibles a diferentes estímulos estresantes, algunos más que a otros. Por ejemplo, las altas temperaturas en el ambiente causan pérdidas económicas importantes, según Farooq y col (2002) principalmente en la industria de la producción avícola, a causa de la disminución de la postura y el incremento de la

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

mortalidad. Por tal razón los esfuerzos son enfocados en la obtención de sustancias naturales que al ser incluidas en la dieta contrarreste el efecto negativo de un factor estresante.

La capsaicina también ha sido adicionada en dietas para codornices japonesas (*Coturnix japonica*), como se evidencia en el estudio de Sahin y col (2016) en donde se utilizaron un total de 180 codornices de 5 semanas de vida, aclimatadas a 22°C por 24h/d (temperatura neutralidad) o 34°C por 8h (estrés calórico) seguido de 22°C por 16h/d durante todo el periodo experimental. A las cuales se les suministró una de las tres dietas adicionadas con capsaicina (0, 25 o 50mg/Kg de dieta) durante un periodo no menor a 12 semanas y en un arreglo factorial (2x3) que fue replicado en 10 jaulas con tres aves cada una. Los resultados obtenidos indican que los capsaicinoides mejoran la regulación de los factores de transcripción nuclear del ovario en condiciones de estrés calórico en la producción de huevos de codornices, lo que demuestra que este aditivo ejerce una influencia que todavía no es bien conocida; pues este estudio propone examinar los mecanismos moleculares de acción de la suplementación con capsaicina en condiciones de temperatura neutralidad y estrés calórico, observando que las aves en condiciones de estrés calórico claramente disminuyen el consumo de alimento y producción de huevos, contrario a esto ocurre que en las aves suplementadas con 50mg/Kg de MS de capsaicina el consumo de alimento se maximiza y, con ello, la producción de huevos. En conclusión, la suplementación con capsaicinoides alivia el estrés oxidativo a través de la regulación ovárica y factores de regulación nuclear que dan como resultado un incremento en la producción de huevos aun así bajo condiciones de estrés.

### **3.3. Uso en Pollos de engorde**

Los antibióticos promotores de crecimiento han sido aplicados a dietas para mejorar el crecimiento y el estado de salud de los pollos. Sin embargo, la aplicación de estos aditivos ha sido prohibida por la Unión europea, Estados Unidos, China y otros países con riesgo de resistencia bacteriana y residuos en productos animales (Singer y Hofacre, 2006).

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

En el estudio realizado por Liu y col (2021) se buscó evaluar el efecto del extracto natural de capsaicina sobre el crecimiento, la capacidad antioxidante, la función inmune y la calidad del filete de los pollos de engorde. Para lo cual se emplearon 168 pollos de la línea *Arbor Acres* de 1 día de nacidos, alojados en jaulas con piso de alambre en un entorno controlado, en donde los pollos de engorde se asignaron al azar en 3 tratamientos, con 7 repeticiones cada uno y 8 pollos por jaula, ofreciéndoles alimento y agua a voluntad durante todo el experimento.

Los tres tratamientos dietéticos incluyeron una dieta basal a base de maíz y soja, asignados de la siguiente manera: tratamiento control (dieta basal), tratamiento con adición de clortetraciclina (dieta basal + 75mg/Kg dieta), tratamiento con adición de extracto natural de capsaicina (dieta basal + 80mg/Kg dieta). Experimento que se dividió en dos periodos (1-21 día) y (22-42 días). En este experimento la dieta con extracto natural de capsaicina demostró que los pollos obtuvieron mayores pesos corporales y un incremento significativo en el promedio de ganancia diaria de peso, adicionalmente, la suplementación con extracto de capsaicina mejoro la disponibilidad de energía metabolizable al comparar los resultados con los otros dos tratamientos ( $P<0.05$ ). En general, se observaron diferencias significativas en el promedio de ganancia diaria de peso entre pollos del grupo suplementado con extracto natural de capsaicina y clortetraciclina durante el periodo de experimentación ( $P<0.01$ ). En cuanto a la digestibilidad de los nutrientes se logró establecer que la materia orgánica y la proteína bruta en pollos tratados con la dieta basal más extracto natural de capsaicina fue mucho mayor en comparación con los que recibieron la dieta control y la dieta suplementada con clortetraciclina ( $P<0.05$ ). Resultados que también se ven reflejados con el aumento de enzimas antioxidantes en el plasma sanguíneo y por lo tanto una reducción en especies reactivas de oxígeno.

En cuanto a la calidad del músculo de la pechuga de pollos de engorde, la dieta con adición de extracto natural de capsaicina presentó valores de claridad mucho más bajos en comparación con los demás tratamientos ( $P<0.05$ ). Además, muestras de pollos alimentados con la dieta en adición de clortetraciclina mostraron valores de pH más altos a las 24 h en comparación con muestras del grupo control ( $P<0.05$ ).

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

En el estudio realizado por Sanabria y col (2013) se utilizaron 128 aves hembra y 128 aves macho de la línea genética Ross a los que se les suministro una dieta con adición de ají deshidratado (*Capsicumm annum, variedad bremisculum*), en diferentes concentraciones (10ppm, 30ppm, 50ppm) en donde se evaluó el efecto de los capsaicinoides sobre los títulos anticuerpos en suero sanguíneo, como respuesta inmunológica a los antígenos aplicados (Newcastle, bornquitis y Gumboro) comparado con las aves no vacunadas, donde no hubo diferencia significativa en cuanto a las vacunadas como no vacunadas. Sin embargo, respecto a la concentración de los capsaicinoides, sí se presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en cuanto al peso de las hembras alimentadas con capsaicina a 10 ppm, las cuales obtuvieron un mayor aumento con un valor promedio de 1.896,72 g en 39 días en relación con hembras que obtuvieron el menor peso cuando fueron adicionados 50 ppm de capsaicina, resultando en un peso promedio de 1.784,16 g.

Uno de los efectos más notables en el uso de aditivos naturales, es la alteración generada sobre algunas respuestas metabólicas que dan lugar a una mayor eficiencia productiva y que por lo tanto podrían llegar a ser considerados como un elemento indispensable a la hora de formular alimentos balanceados, pues su gran influencia en los modelos animales ha permitido determinar que son más los efectos positivos que los negativos. En este estudio se relaciona la mejora en la digestibilidad de los nutrientes con el incremento en la actividad de enzimas digestivas, pues la suplementación con extracto de capsaicina puede incrementar la actividad de la tripsina y la lipasa en el páncreas.

### **3.4. Uso en Cerdos.**

El uso de productos fitogénicos ha sido propuesto y revisado como aditivo alimentario en la industria porcina (Windisch y col, 2008). Existe una amplia variedad de hierbas, especias y productos derivados de los mismos, los cuales son principalmente en la forma de aceites esenciales. Aunque aún no se hayan confirmado del todo varias hipótesis respecto a la forma en que actúan en el organismo, numerosos estudios han demostrado la eficacia antioxidante y antimicrobiana *in vitro* de diferentes sustancias. De acuerdo con Windisch y col (2008) la suplementación con extractos de plantas produce respuestas variables en el rendimiento del crecimiento de lechones recién destetos.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Otros autores han encontrado que los pesos finales fueron mejorados en cerdos alimentados con dietas que contenían extractos de plantas en comparación con el grupo control (Neill y col, 2006).

El estudio realizado por Liu y col (2014) tuvo como finalidad caracterizar los efectos de alimentar con 3 extractos de plantas sobre la expresión génica en la mucosa ileal de lechones destetos. Se usaron 32 lechones de 21 días de vida con peso promedio de 6.3 Kg, que fueron alojados en corrales de manera individual durante 9 días y alimentados con 4 dietas diferentes: dieta basal (control), dieta basal + aditivo (10mg/Kg oleorresina de pimienta, 10 mg/Kg oleorresina de ajo, 10mg/Kg oleorresina de cúrcuma). En total fueron analizados 23362 conjuntos de sondas de genes presentes en la matriz porcina, pero solo se detectaron 16363 en las muestras de mucosa ileal. Entre estos conjuntos 5168 fueron mapeados para 3715 genes porcinos con funciones genéticas identificadas y los otros genes aún sin identificar. Los resultados permitieron observar que la administración de los 3 extractos de plantas posee diferentes efectos sobre la expresión génica en la mucosa ileal de los lechones. Sin embargo, comparado con el control y utilizando un punto de corte de expresión diferencial de 1,5 veces, un total de 490 genes mostraron alteración ( $P < 0.05$ ) en lechones alimentados con la dieta en adición de oleorresina de pimienta. De manera general, es posible inferir que los hallazgos de este estudio proporcionan nuevo conocimiento sobre las propiedades inmonomoduladoras y fisiológicas que se presentan en los lechones cuando son alimentados con extractos de plantas, especialmente la oleorresina de pimienta y cúrcuma, las cuales pueden proporcionar beneficios al mejorar las respuestas inmunes a nivel transcripcional y la salud intestinal a nivel fisiológico. Los autores destacan que a pesar del uso potencial de los extractos naturales, aún existen procesos complejos que necesitan ser estudiados con mayor detalle.

### **3.5. Uso en Conejos**

Desde siempre se ha sabido que los suplementos a base de hierbas son usados como aditivo en los alimentos para mejorar la salud de humanos y animales, gracias al alto contenido de antioxidantes los extractos son seguros para quien los consuma. Siendo el pimienta uno de los antioxidantes naturales más efectivos y de fácil acceso que se pueden encontrar en el mercado.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

La eficacia de la suplementación dietética con *Capsicum Annum* sobre el rendimiento, bioquímica sanguínea y estado antioxidante hepático de conejos en crecimiento fue estudiada por Elwan y col, (2020). En este experimento se utilizaron 48 conejos Nueva Zelanda blancos en proporciones iguales entre machos y hembras con un peso promedio de  $1081,10 \pm 60,12$  Kg y una edad de 6 semanas, los cuales fueron alojados individualmente en jaulas metálicas con suministro de agua y alimentación automática en todo momento, todos bajo las mismas condiciones ambientales y distribuidos al azar en 3 grupos. El primer grupo fue alimentado con una dieta basal (control), mientras que el segundo y tercer grupo fueron alimentados con la misma dieta basal suplementada con pimiento rojo picante (PRP) seco al 1% y 2% respectivamente, durante el periodo experimental que tuvo una duración de 8 semanas. Los resultados sugieren que la dieta basal suplementada con PRP aumento el peso ( $P=0,003$ ) y la ganancia diaria de peso ( $P=0,015$ ) en los animales, comparados con el grupo control; sin diferencias significativas en el peso corporal entre los dos grupos suplementados con PRP. Sin embargo, la ingesta diaria de alimento fue comparable ( $P>0,05$ ) en los tres grupos experimentales y la relación alimento / ganancia se redujo en 0,8 unidades ( $P=0,032$ ) lo que resulta en una mejoría del desempeño productivo de los animales cuando la dieta es suplementada con PRP en comparación con la dieta control. En cuanto a los cambios de parámetros hemáticos se observó un incremento ( $P<0,05$ ) en la concentración de algunos neuropeptidos que regulan funciones metabólicas importantes, así mismo, sucede con el conteo total de leucocitos, pues la dieta suplementada con PRP aumento el conteo total, el porcentaje de monocitos y neutrófilos comparado con la dieta control ( $P=0,001$ ). Adicionalmente, la respuesta inmune mediada por células reveló, que los conejos alimentados con PRP mostraron mayor actividad fagocítica que el grupo control ( $P=0,001$ ) y la respuesta inmune humoral presentó un aumento en inmunoglobulinas totales, además; la dieta con suplementación de PRP al 2% resultó en un incremento de la actividad de biomarcadores de estrés oxidativo hepático. En conclusión los autores sugieren que la administración dietética de PRP en conejos mejora sustancialmente el rendimiento productivo, la respuesta inmune, el estado bioquímico y antioxidante hepático, aclarando que los resultados más prometedores se encontraron en el grupo cuya dieta fue adicionada con el 1% de PRP.

### **3.6. Uso en Peces**

El interés por la utilización de extractos naturales en acuicultura y su uso como promotores de crecimiento se ha incrementado en los últimos años, ya que dichos compuestos activos demuestran poseer efectos potenciales sobre la salud, el crecimiento y la productividad en los sistemas de producción animal.

En el estudio realizado por Maniat y col, (2014) juveniles de Benni (*Mesopotamichthys sharpeyi*) fueron utilizados con el objetivo de identificar el efecto de la inclusión de pimienta picante en polvo a la dieta sobre algunos factores biológicos de crecimiento, supervivencia y composición bioquímica corporal. En total 225 peces Benni con peso promedio de  $11,30 \pm 0,04$  g fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorizado (5 tratamientos en triplicata) y alimentados hasta saciedad aparente dos veces al día durante un periodo de 56 días. En este experimento se usaron cinco dietas formuladas con una inclusión de 0%, 0,5%, 1%, 2%, 3% de pimienta en polvo por cada Kg de dieta que corresponden a T0, T1, T2, T3, T4 respectivamente. Los resultados demuestran que la inclusión de pimienta en polvo a la dieta induce a un incremento en el crecimiento de los peces en todos los tratamientos, pero sin diferencias significativas en comparación con el grupo control ( $P > 0,05$ ). Por otro lado, la adición de 3% de PRP a la dieta provoca un aumento en el rango específico de crecimiento y un peso significativamente mayor en comparación con el grupo control ( $P < 0,05$ ), además, el índice de conversión alimenticia fue el más bajo de todos los tratamientos. En cuanto a la composición corporal de los peces, se obtuvo que el mayor contenido de proteína se encontró en los animales que consumieron la dieta con una inclusión del 3% de PRP y el contenido de grasa corporal disminuyó significativamente a medida que aumentó la adición de pimienta en polvo en comparación con el grupo control ( $P < 0,05$ ). Este estudio demuestra que la adición de 5 a 30 g de pimienta picante en polvo a la dieta es suficiente para generar efectos benéficos sobre el crecimiento y la composición corporal de peces Benni. En conclusión, los niveles de supervivencia no se alteraron de manera significativa lo que indica que el PRP puede llegar a considerarse como un aditivo con usos potenciales en la acuicultura.

La información relacionada al uso e inclusión de aditivos a base de pimientos picantes utilizados en la alimentación de peces del género *Oreochromis spp* es muy limitada, sin embargo, estudios se han llevado a cabo en trucha arcoíris (*Onchorynchus mikyss*) con el fin de observar los

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

efectos de la inclusión de aceite de ají picante (*Capsicum sp.*) en la dieta sobre el crecimiento. Según Parrino y col, (2019) se añadió aceite de pimiento picante en diferentes niveles de inclusión a la dieta de trucha arcoíris en una formulación de 0, 1, 2, 4 y 6 mg/Kg de dieta que corresponden a los tratamientos HPO 0%, HPO 1%, HPO 2%, HPO 4%, HPO 6% respectivamente, los cuales fueron alimentados hasta saciedad aparente dos veces por día durante 60 días que duro el experimento. De acuerdo a los resultados obtenidos, se logró determinar que el consumo diario de alimento en los grupos de estudio fue significativamente más alto ( $P<0,05$ ) en relación al grupo control, observando diferencias en el crecimiento de truchas que han sido alimentadas con inclusión de aceite de ají, concluyendo que la inclusión ideal de aceite a la dieta es al 1% de concentración para obtener efectos positivos sobre el crecimiento y algunos parámetros de salud en peces.

#### **4. Capítulo: Tilapia (*Oreochromis sp.*)**

##### **4.1. Origen y distribución**

Las tilapias son conocidas popularmente como mojarra, las cuales según Parrado, (2012) son originarias del cercano oriente y África incluyendo unas 1200 especies. A Colombia fueron introducidos en 1957 los primeros ejemplares de tilapia directamente al Instituto Nacional de Piscicultura Tropical en la ciudad de Buga en el Departamento del Valle del Cauca, procedentes de Brasil que a su vez los introdujo desde Jamaica, ya en la época de los 60 se realizó una nueva introducción de ejemplares desde Estados Unidos a Colombia, con el fin de investigar el impacto medio ambiental en 1979 a la estación piscícola de Repelón Departamento de Atlántico llega una línea de tilapia nilotica o mojarra plateada, aunque el verdadero auge de la producción de tilapia en Colombia se genera a partir de los 80 con el ingreso de la tilapia roja (*Oreochromis spp*) y ya en los 90 se da el gran boom de propagación por todo el territorio nacional para iniciar la exportación de filete fresco hacia Estados Unidos. Sin embargo, mientras Colombia acataba las órdenes para iniciar el fomento, la extensión rural y la piscicultura comercial no hubo detenimiento en considerar la capacidad predadora de esta especie que fue introducida al país y que puso fin a muchas especies acuícolas nativas de lagos y reservorios.

#### **4.2. Descripción de la especie**

Las tilapias son peces de aguas cálidas tropicales que se desarrollan de forma óptima en un rango de temperatura de entre 25° a 30°C y se ve afectado su crecimiento cuando la temperatura desciende por debajo de los 15°C, en su hábitat natural viven en ríos, lagos, lagunas e inclusive en aguas salobres. Generalmente la tilapia posee un cuerpo robusto discoidal comprimido, boca protractil con labios gruesos; mandíbulas con dientes cónicos y en ocasiones incisivos. La aleta dorsal en forma de cresta con espinas y radios en su parte terminal, la aleta caudal redonda, las aletas pectorales, dorsales y caudales adquieren una coloración rojiza en temporada de desove, los machos poseen dos orificios en la papila genital, el ano y orificio urogenital, mientras que la hembra posee tres; el ano, el poro genital y orificio urinario (Martínez, 2018).

#### **4.3. Hábitos alimenticios de la tilapia**

El grupo de peces al que llamaremos tilapia son organismos altamente adaptables a diferentes condiciones ambientales, pues logran tolerar altos niveles de salinidad y gracias a la rápida aceptación de alimentos naturales o artificiales pueden utilizar recursos alimenticios de variada procedencia, aunque su tendencia es herbívora sus hábitos son principalmente omnívoros; dentro de su dieta se encuentran las plantas acuáticas, el fitoplancton y pequeños invertebrados (Martínez, 2018). La temperatura ideal para una efectiva nutrición y óptimo crecimiento es alrededor de los 28°C, por debajo de los 12°C y a 42°C son temperaturas letales (Cala y Bernal, 1997; Alcantar-Vazquez y col, 2014; citado por Martínez, 2018). En los sistemas de producción intensiva y semi intensiva los piscicultores dependen principalmente de alimentos balanceados que utilicen materias primas de alta calidad, para así conseguir el mayor rendimiento en el menor tiempo posible.

#### **4.4. Importancia socio económica**

El cultivo de tilapia tiene gran importancia debido a que genera grandes beneficios sociales y económicos, según Annette y col, (2017) señala a la tilapia como un pez popular para el cultivo debido a su resistencia, fácil reproducción, ciclos de crecimiento cortos, tolerancia a una amplia gama de

---

## Facultad de Ciencias Agropecuarias

factores ambientales, resistencia a las enfermedades, fácil manejo y sabor atractivo; además, su carne se caracteriza por tener un color blanco, de fácil fileteado y cocción rápida. La composición química en base húmeda de la tilapia es de 23,3% de proteína cruda total, 2,3% de grasas, 0,0% de colesterol; naturalmente este tipo de carne es una rica fuente de ácidos grasos omega 3 y 6, y su energía metabolizable es de 96 Kcal/100g, lo cual hace que la tilapia sea considerado como un alimento saludable en comparación con la carne de res, aves y cerdo (Norzagaray–Campos y col, 2012). Según la FAO, (2014) una porción de pescado de aproximadamente 150g satisface entre un 50% y un 60% de las necesidades proteicas que un adulto necesita por día.

### 4.5. Dificultades en la producción de Tilapia

#### 4.5.1. Costos de producción por alimentación

La actividad acuícola depende principalmente de la disponibilidad de alimentos balanceados, los cuales emplean materias primas de elevado costo para la elaboración de un producto de alta calidad nutricional. Por tal razón el éxito de la actividad depende en su gran mayoría de la eficiencia en el manejo, uso de los recursos alimenticios y cantidad suministrada a los organismos en cultivo. Investigadores Poot-López y col, (2012) señalan que la mayor parte de los costos de producción lo representa el alimento artificial el cual se establece entre el 50% y 60% del total de los costos productivos.

#### 4.5.2. Enfermedades ligadas a bacterias

Los peces son susceptibles a diversas enfermedades y tienen mayor incidencia cuando la producción por metro cuadrado es elevada, lo que genera estrés en los organismos ocasionándoles alteraciones en su estado corporal y fisiológico, que finalmente se manifiestan en una serie de síntomas característicos de cada enfermedad (Balbuena-Rivarola, 2011), dichas enfermedades son las causantes de pérdidas económicas significativas a causa de la masiva mortalidad de los peces en cultivo (Balbuena-Rivarola, 2011; Reverte y col, 2014).

Las enfermedades más comunes en tilapia son causadas por grupos de bacterias Gram negativas y Gram positivas, como *Pseudomonas spp.* las cuales ocasionan Pseudomoniasis o

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

septicemia en donde los peces presentan manchas rojas en boca, piel, aletas y presencia de eritremas en órganos internos. Ascitis o aeromoniasis, es una de las enfermedades más comunes en la actividad acuícola, ocasionada principalmente por *Aeromonas hydrophila* y *A. salmonicida* que generan congestión en intestino, hígado, bazo y riñón, acompañado de lesiones en piel y musculo. La estreptococosis es causada por *Streptococcus* spp. y se caracteriza por el letargo, inflamación y hemorragias en la piel, boca, aletas y ano. También se pueden observar pequeñas lesiones que conforme avanza la infección la lesión crece, dicho cuadro es causado por las bacterias *Flavobacterium columnare* y *Flexibacter columnaris* (Balbuena-Rivarola, 2011).

#### **4.6. Alternativas para mejorar la producción de tilapia**

El crecimiento de la industria se ha mantenido de manera sostenida durante los últimos años, inclusive aun en momentos de crisis. Aun así, este sector ha tenido altos y bajos debido al crecimiento lento de la especie y la influencia de las enfermedades bacterianas. Por tal motivo, el control de los agentes infecciosos presentes en el agua se realiza mediante el uso y aplicación de productos químicos o naturales, siendo los antibióticos los más empleados debido a su efecto como promotor de crecimiento. Sin embargo, recientemente el uso de estos se ha limitado por la acumulación de residuos químicos en los productos acuícolas y la resistencia que adquieren los microorganismos patógenos que impactan negativamente la salud humana y de los ecosistemas (Romero y col, 2012). Debido a los efectos negativos del uso de antibióticos se ha propuesto alternativas no convencionales en la producción de especies acuáticas como son la suplementación con enzimas, vitaminas, pro bióticos, prebióticos, simbióticos, extractos vegetales, nutraceuticos y aceites esenciales para ayudar en algunos procesos digestivos de los organismos cultivados (Cancho-Grande y col, 2000). Es por ello que la estrategia que permitirá sustituir y minimizar la administración de dichos agentes químicos es el uso de extractos de origen vegetal que según Citarasu, (2010) se han utilizado para obtener mejores ganancias de peso, que a su vez ayudan a prevenir la causa de diferentes enfermedades.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

4.6.1. Uso de compuestos bioactivos en acuicultura

Los compuestos biológicamente activos (CBA) son producto del metabolismo primario o secundario de diversas plantas terrestres y acuáticas; los cuales son utilizados en el crecimiento, protección contra depredadores, como agentes físicos, atrayente de polinizadores entre otros usos (Meza-Villalvazo y col, 2019). Investigaciones recientes asocian a los CBA con el estrés oxidativo, que gracias a sus efectos antioxidantes, inhiben y previenen patologías tanto en humanos como en animales (Vásquez-Piñeros y col, 2012). Los mecanismos de acción van desde la estimulación del crecimiento, fortalecimiento del sistema inmune, estimulación de las células de defensa, promover síntesis de compuestos y de proteínas anticoagulantes, entre otras (Kumar y col, 2011).

Son muchas las razones por las cuales el uso de productos naturales en la producción acuícola ha aumentado considerablemente en los últimos años, y es gracias a que acceder a estos compuestos es más económico, de fácil adquisición y con efectos secundarios mínimos sobre el medio ambiente y los organismos en cultivo. Los extractos herbales pueden ser obtenidos a partir de hojas, tallo, frutos, raíz, flores e incluso semillas, que son extraídos por medio de destilación o en solventes orgánicos y luego adicionados ya sea a la dieta o directamente al agua.

Las propiedades antibacterianas que exhiben los extractos naturales sobre diferentes patógenos bacterianos han sido ampliamente estudiadas en algunas especies de peces. En el caso de la Tilapia Mozambique (*O. Mossambicus*) la utilización de extracto acuoso de botoncillo (*Eclipta alba*), el extracto de *Solanum trilobatum* y la fracción acuosa de guduchi (*Tinospora cordifolia*) mejora la sobrevivencia ante la infección por *Aeromonas hydrophila*. Respuestas similares se han observado con la aplicación de extracto de romero sobre infecciones por *Streptococcus iniae*, de igual manera el aceite esencial de la cáscara de naranja ha sido efectivo contra esta bacteria. El timol y el carvacrol son compuestos del aceite esencial de orégano (*Origanum heracleoticum*) que ha sido utilizado para tratar lesiones asociadas a *Aeromonas* en el bagre de canal, en donde se observó una mejoría en los índices de sobrevivencia; estos mismos compuestos también han sido probados sobre camarones infectados con *Vibrio alginolyticus* y el resultado mostró una sobrevivencia del 70% cuando se administra aceite esencial de orégano con fracción alta en timol (Martínez y Martínez, 2020).

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Por otro lado, el constante crecimiento de la población obliga a los productores a intensificar la producción acuícola mediante la adopción de técnicas y estrategias que permitan obtener mayores márgenes de ganancia. En este sentido el uso de aditivos naturales se posiciona como una alternativa al uso de compuestos químicos residuales y por lo tanto se han llevado a cabo estudios con extractos de algunas plantas como estimulantes del crecimiento, potenciadores de la resistencia a enfermedades e incluso como mejoradores de la digestibilidad y la absorción de los nutrientes. Los extractos naturales más utilizados en la acuicultura son obtenidos de la cascara de la naranja, el clavo, el ajo, la ortiga, el chaya y el orégano, los cuales han ejercido una respuesta positiva en el crecimiento de peces comerciales como la tilapia, mero, trucha arcoíris, lubina y bagre de canal, en todos los casos, los resultados demostraron que las dietas adicionadas con dichos extractos incrementaron la eficiencia alimenticia y por supuesto el peso de los peces (Tabla 2) (Martínez y Martínez, 2020). Sin embargo, el extracto de pimienta roja picante del género *Capsicum sp.* no ha sido usado en estudios que relacionen su función como aditivo potencial sobre el crecimiento y los parámetros productivos en la producción de *Oreochromis sp.*

Tabla 2. Estudios de extractos vegetales utilizados en acuicultura como estimulantes del crecimiento adaptado de (Martínez y Martínez, 2020)

Nombr e común	Nombre científico	Dosis	Administración	Tipo de extracto	Nombr e Común	Nombre científico del pez	Referencia
Ají	<i>Capsicum sp.</i>	1,2,4,6 mg/Kg	Oral	Aceite esencia 	Trucha arcoiris	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Parrino y col, 2019
naranja	<i>Citrus sinensis</i>	0,1%, 0,3%, 0,5%	Oral	Aceite esencia 	Tilapia	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Acar y col, 2015
menta	<i>Mentha piperita</i>	1,2,3,4, 5 g/Kg	Oral	Aceite esencia 	lubina	<i>Lates calcarifer</i>	Talpur, 2014
ajo	<i>Allium sativum</i>	10 g/Kg	Oral	Aceite esencia 	lubina	<i>Lates calcarifer</i>	Talpur e Ikhwanuddin, 2012

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

---

orégano	<i>Origanum heracleoticum</i>	0,05%	Oral	Aceite esencial	bagre de canal	<i>Ictalurus punctatus</i>	Zheng y col, 2009
---------	-------------------------------	-------	------	-----------------	----------------	----------------------------	-------------------

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

Tabla 3. Estudios antibacterianos *in vivo* de varios extractos vegetales utilizados en acuicultura tomado de (Martínez y Martínez, 2020)

Nombre común	Nombre científico	Dosis	Administración	Tipo de extracto	Nombre Común	Nombre científico del pez	Patógeno	Referencia
orégano	<i>Origanum heracleoticum</i>	0,05 %	Oral	aceite esencial	bagre de canal	<i>Ictalurus</i>	<i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Aeromonas sp.</i>	Zheng y col, 2009
orégano mexicano	<i>Lippia berlandieri</i>	50 a 100 µg/mL	Oral	aceite esencial	camarón	<i>Litopenaeus vannamei</i>	<i>Aeromonas sp.</i> <i>Pseudomonas sp.</i> <i>Vibrio sp.</i>	Gracia-Vlenzuela y col, 2012
naranja	<i>Citrus sinensis</i>	0,1%, , 0,3%, , 0,5%	Oral	aceite esencial	Tilapia	<i>Oreochromis mossambicus</i>	<i>Streptococcus iniae</i>	Acar y col, 2015
lechuga india	<i>Lactuca indica</i>	1%, 2%	Oral		mero	<i>Epinephelus bruneus</i>		Harikrishnan y col, 2011
castor-alia	<i>Kalopanax pictus</i>	1 y 2%	intraperitoneal		mero de dientes largos	<i>Epinephelus bruneus</i>	<i>Vibrio alginolyticus</i>	Harikrishnan y col, 2011
escutellaria asiática	<i>Scutellaria baicalensis</i>	1%	Oral		perca rayada	<i>Oplgnathus fasciatus</i>	<i>Edwardsiella tarda</i>	Harikrishnan y col, 2011
neguilla	<i>Nigella sativa</i>	100 g/mL		aceite esencial		<i>Artemia</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Manju y col, 2016
neem	<i>Azadirachta indica</i>	1, 2, 3, 4, 5 g/Kg	Oral		Lubina	<i>Lates calcarifer</i>	<i>Vibrio harveyi</i>	Talpur e Ikhwanuddin, 2012
ajo	<i>Allium sativa</i>	10g/Kg	Oral		Lubina	<i>Lates calcarifer</i>	<i>Vibrio harveyi</i>	Talpur e Ikhwanuddin, 2012
menta	<i>Mentha piperita</i>	1, 2, 3, 4,	Oral		Lubina	<i>Lates calcarifer</i>	<i>Vibrio harveyi</i>	Talpur, 2014

## 5 Capítulo: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Posibles ventajas

El crecimiento poblacional sigue en aumento y con ello la demanda de alimentos se intensifica de manera acelerada, por lo que las producciones deberán ofrecer cantidades mayores de proteína animal en el menor tiempo posible. Situación que podría ser afrontada mediante la utilización de extractos naturales, los cuales se posicionan como la herramienta tecnológica que permitirá obtener mejores resultados en la nutrición y salud en general de los organismos cultivados, adicionalmente, la inclusión de estos aditivos acarrea efectos positivos sobre el medioambiente, la salud humana y la calidad de vida en poblaciones menos favorecidas.

### 5.2. Efecto ambiental

Los ingredientes utilizados para la alimentación de organismos acuáticos no serán asimilados en su totalidad, pues las pérdidas de alimento en las que se incurre durante el transcurso del proceso productivo no solo tienen que ver con la calidad y cantidad del alimento suministrado, sino que también es importante tener presente que los diferentes organismos poseen capacidades distintas para asimilar y obtener los nutrientes necesarios para su óptimo crecimiento. Gracias a los estudios realizados por muchos autores en el área de la producción acuícola se ha logrado determinar según la información contenida en dichos estudios que los aditivos naturales al ser potentes sustancias biológicamente activas permitirían a los organismos acuáticos incrementar su capacidad digestiva, con lo cual la asimilación de nutrientes será mayor y por lo tanto los residuos depositados en forma de excretas al agua estarán significativamente reducidos. En otras palabras, a un menor contenido de material orgánico disuelto en el agua el riesgo de padecer enfermedades será muy bajo y la contaminación de las fuentes hídricas no representará una limitante en el crecimiento de la industria acuícola en el mundo.

### **5.3. Efecto sobre la salud humana**

El uso de sustancias químicas residuales como alternativa para lograr eficiencia productiva ha sido fuertemente criticado por la comunidad, pues los residuos en los diferentes productos acuícolas representan una grave amenaza en contra de la salud humana, y es por ello que las sustancias naturales son de gran importancia para los sistemas de producción en general, debido a que la producción de alimentos conlleva en si la responsabilidad de proteger la salud de los consumidores.

### **5.4. Efecto social y calidad de vida**

La acuicultura es una de las mejores técnicas en producción animal que ha sido diseñada por el ser humano, esto con el objetivo de incrementar la disponibilidad de alimentos en función del espacio. Es de esta manera que se presenta como la alternativa ideal para combatir la pobreza y la inseguridad alimentaria que se vive en gran parte de los territorios rurales alrededor del mundo. Sin embargo, para lograr el máximo beneficio de los recursos alimenticios es necesario adoptar el uso de sustancias que incrementen el rendimiento productivo de la especie en cultivo. Siendo los extractos naturales la herramienta adecuada para dicho fin, pues estos han demostrado tener efectos sobre diferentes variables productivas y sanitarias en la producción de especies acuáticas.

Al mejorar el desempeño productivo de los animales la producción generalizada del sector acuícola tendrá un mayor y rápido crecimiento en comparación con otras explotaciones. Y de esta manera será posible la generación de empleo que impacte directa o indirectamente la calidad de vida de las personas.

## 6. CONCLUSIONES

El uso de la Capsaicina para la salud humana ha sido un tema muy estudiado en la comunidad científica, pues son muchos los beneficios que se pueden obtener gracias al consumo de esta sustancia. Asimismo se ha evidenciado que existe un interés creciente sobre su uso en la dieta de algunas especies de interés zootécnico como lo son aves, cerdos, conejos, caballos y peces, a fin de evaluar el efecto que ejerce sobre las diferentes variables productivas y sanitarias.

Los compuestos biológicamente activos presentes en los extractos vegetales son conocidos por su potente efecto virucida, bactericida y fungicida, entre otros usos como anestésicos, antiinflamatorios y también como estimulantes del crecimiento en animales de producción. Motivos por los cuales estas sustancias se consideran como la alternativa que permitirá obtener mejores resultados productivos en menor tiempo y con el mínimo impacto generado sobre la salud humana y el medio ambiente.

La inclusión de capsaicina como aditivo dietario en animales de interés productivo ha demostrado poseer bondades sobre la salud, la nutrición y el rendimiento productivo. Sin embargo, este aditivo aún no ha sido probado en tilapia (*Oreochromis sp.*) y por lo tanto la información respecto al efecto que ejerce dicha sustancia sobre variables productivas es bastante limitado. Teniendo como base la presente revisión es posible considerar que la capsaicina podría ser empleada en la producción de tilapia buscando mejorar parámetros de desempeño productivo y condiciones sanitarias. Asimismo, es preciso realizar más estudios en el área de nutrición acuícola con el objetivo de profundizar sobre las ventajas del uso de este aditivo.

## 7. LISTA DE REFERENCIA

1. Abdel-Salam, O.M., Szolcsányi, J., Mózsik, G., 1997. Capsaicin and the stomach. A review of experimental and clinical data. *J. Physiol. Paris* 91, 151–171.
2. Adaszek, L., Gadomska, D., Masurek, L., Lyp, P., Madany, J., Winiarczyk, S., 2019. Properties of capsaicin and its utility in veterinary and human medicine. *Veterinary Science* 123, 14-19.
3. Adaszek, Ł., Gadomska, D., Staniec, M., Gołyński, M., Łyp, P., Ziętek, J., Różańska, D., Orzelski, M., Śmiech, M., Winiarczyk, S., 2017. Clinical assessment of the anti-cancer activity of the capsaicin-containing habanero pepper extract in dogs – preliminary study. *Med. Weter.* 73, 404–411.
4. Anand, P., Bley, K., 2011. Topical capsaicin for pain management: therapeutic potential and mechanisms of action of the new high-concentration capsaicin 8% patch. *Br. J. Anaesth.* 107, 490–502.
5. Annette S. Boerlage, Tu Thanh Dung, Tran Thi Tuyet Hoa, Jeffrey Davidson, Henrik Stryhn, & K. Larry Hammell. (2017). Production of red tilapia (*Oreochromis* spp.) in floating cages in the Mekong Delta, Vietnam: mortality and health management. *DISEASES OF AQUATIC ORGANISMS*,(124), 131–144.
6. Balbuena-Rivarola, E.D. 2011. Manual básico de sanidad piscícola. FAO Ministerio de Agricultura y ganadería. 52.
7. Belza, A., Frandsen, E., Kondrup, J., 2007. Body fat loss achieved by stimulation of thermogenesis by a combination of bioactive food ingredients: a placebo controlled, double-blind 8-week intervention in obese subjects. *Int. J. Obes.* 31, 121–130.
8. Bourne, N., Bernstein, D.I., Stanberry, L.R., 1999. Civamide (cis-capsaicin) for treatment of primary or recurrent experimental genital herpes. *Antimicrob. Agents Chemother.* 43, 2685–2688
9. Cancho-Grande, B., Garcia-Falcón, M., Simal-Gándara, J. 2000. El uso de antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. *Ciencia y Tecnología alimentaria* 3, 39-47
10. Citarasu, T. 2010. Herbal miomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. *Aquaculture International.* 18, 403-414

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

11. Comité de seguridad alimentaria mundial. (2014). La pesca y la acuicultura sostenibles para la seguridad alimentaria y la nutrición. *Hlpe*, 27–80.
12. De Lourdes Reyes-Escogido, M., Gonzalez-Mondragon, E.G., Vazquez-Tzompantzi, E., 2011. Chemical and pharmacological aspects of capsaicin. *Molecules* 16, 1253–1270.
13. Duran, L. 2001. Aditivos naturales. *Arbor* 661, 87 107.
14. Elwan, H., Abdelhakeam, M., El-Shafei, S., El- Rahman, A., Ismail, Z., Zounouy, A., Shaker, E., Al-Relajei, S., Mohany, M., Elnesr, S., 2020. Efficacy of dietary supplementation with *Capsicum Anuum* L on performance, hematology, blood biochemistry and hepatic antioxidant status of growing rabbits. *Animals* 10, 2045.
15. FAO. 2014. Estado mundial de la pesca y la acuicultura. Oportunidades y desafíos. Roma. Disponible en línea: <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>. Consultado el 25 de octubre de 2021.
16. FAO. (2016). *CONTRIBUCIÓN A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA NUTRICIÓN PARA TODOS*.
17. FAROOQ, M., MIAN, M.A., DURRANI, F.R. & SYED, M. (2002) prevalent diseases and mortality in egg type layers under subtropical environment. *Livestock Research for Rural Development*, 14: 144-151.
18. Friedman, J.R., Perry, H.E., Brown, K.C., Gao, Y., Lin, J., Stevenson, C.D., Hurley, J.D., Nolan, N.A., Akers, A.T., Chen, Y.C., Denning, K.L., Brown, L.G., Dasgupta, P., 2017. Capsaicin synergizes with camptothecin to induce increased apoptosis in human small cell lung cancers via the calpain pathway. *Biochem. Pharmacol.* 129, 54–66.
19. Gupta, S., Lozano-Cuenca, J., Villalón, C.M., de Vries, R., Garrelds, I.M., Avezaat, C.J., van Kats, J.P., Saxena, P.R., MaassenVanDenBrink, A., 2007. Pharmacological characterisation of capsaicin-induced relaxations in human and porcine isolated arteries. *Naunyn Schmiedeberg's Arch. Pharmacol.* 375, 29–38.
20. Garcia, Y., Garcia, Y. 2015. Additives for animal feeding: The Institute of Animal Science on its 50 years. *Cuban Journal of Agricultural Science.* (49) 2015, 173-177.
21. Hori, T., 1984. Capsaicin and central control of thermoregulation. *Pharmacol. Ther.* 26, 389–416.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

22. Hu, J., Luo, H., Jiang, Y., Chen, P., 2017. Dietary capsaicin and antibiotics act synergistically to reduce non-alcoholic fatty liver disease induced by high fat diet in mice. *Oncotarget* 8, 38161–38175.
23. Kobayashi, A., Osaka, T., Namba, Y., Inoue, S., Lee, T. H., & Kimura, S. (1998). Capsaicin activates heat loss and heat production simultaneously and independently in rats. *American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 275(1 44-1).
24. Kumar, M., Kumari, P., Trivedi, N., Shukla, M., Gupta, V., Reddy, C., Jha, B. 2011. Minerals, PUUFAs and antioxidant properties of some tropical seaweed from Saurashtra coast of India. *J App Phycol.*, 23 (5): 797-810.
25. Kurita, S., Kitagawa, E., Kim, C.H., Momose, Y., Iwahashi, H. 2002. Studies on the antimicrobial mechanisms of capsaicin using yeast DNA microarray. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 66, 532-536.
26. Liu, J.G., Xia, W.G., Chen, W., Abouelezz, K.F.M., Ruan, D., Wang, S., Zhang, Y.N., Huang, X.B., Li, K.C., Zheng, C.T., Deng J.P. 2020. Effects of capsaicin on laying performance, follicle development and ovarian antioxidant capacity in aged laying ducks. *Poultry science* 100 : 100901.
27. Liu, S.J., Wang, J., He, T.F., Liu H.S., Piao, X.S. 2021. Effects of natural capsicum extract on growth performance, nutrient utilization, antioxidant status, immune function, and meat quality in broilers. *Poultry science* 100 : 101301.
28. Liu, Y., Song, M., Che, T.M., Bravo, D., Maddox, C.W., Pettigrew, J.E. 2014. Effects of capsicum oleoresin, garlic botanical, and turmeric oleoresin on gene expression profile of ileal mucosa in weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 92, 3426-3440.
29. López, S., González, J., Mantecón, A., Giráldez, F. 2003. Aditivos naturales alternativos en la alimentación animal: Plantas medicinales, extractos y aceites esenciales. *J. Nutricción.* 95, 40-45.
30. Luo, X.J., Peng, J., Li, Y.J., 2011. Recent advances in the study on capsaicinoids and capsinoids. *Eur. J. Pharmacol.* 650, 1–7.
31. Mahmmoud, Y.A., 2008. Capsaicin stimulates uncoupled ATP hydrolysis by the sarcoplasmic reticulum calcium pump. *J. Biol. Chem.* 283, 21418–21426.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

32. Maniat, M., Ghotbeddin, N., Ghatrami, E., Azaram, H., 2014. Effect of different levels of paprika on some growth factors, survival and biochemical body composition of Benni fish (*Mesopotamichthys sharpeyi*). *Academic Journal of Science*. 03, 223-229.
33. Martínez, A. (2015). Evaluación del aceite esencial de orégano mexicano *Lippia graveolens* en el crecimiento de crías de tilapia *Oreochromis niloticus* y su respuesta como antimicrobiano de bacterias patógenas de peces. Universidad Autónoma Metropolitana. Xochimilco.
34. Martínez, A., Martínez, J., 2020. Los extractos herbales como una estrategia natural y ecológica en la acuicultura. *Contactos, Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*. 118, 11-19.
35. Martínez, M.R., Ortega-Cerrilla, M.E., Herrera-Haro, J.G., Kawas-Garza, J. R., Zarate-Ramos, J. y Robles-Soriano, R., 2015. Uso de aceites esenciales en animales de granja, *Interciencia*, 40, pp. 744-750,
36. Maroto, J. (1983). *Horticultura Herbacea Especial* (Mundo Prensa, Ed.). Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/260277972/Botanica-Agricultura-Libro-Horticultura-Herbacea-Especial-Maroto-Borrego-JV-Mundi-Prensa-1983-pdf>
37. Medina-Contreras, J.M.L., Colado-Velázquez 3rd., J., Gómez-Viquez, N.L., Mailloux- Salinas, P., Pérez-Torres, I., Aranda-Fraustro, A., Carvajal, K., Bravo, G., 2017. Effects of topical capsaicin combined with moderate exercise on insulin resistance, body weight and oxidative stress in hypoestrogenic obese rats. *Int. J. Obes*. 41, 750–758.
38. Meghvansi, M.K., Siddiqui, S., Haneef Khan, Md, Gupta, V.K., Vairale, M.G., Gogoi, H.K., Singh, L., 2010. Naga chilli: a potential source of capsaicinoids with broad-spectrum ethnopharmacological applications. *J. Ethnopharmacol*. 132, 1–14.
39. Meza-Villalvazo, V., Chay-Canul, A., Ramírez-Seañez, A., Palacios-Torres, R., Valenzuela-Jiménez, N., Alcántar-Vázquez, J., Kido-Cruz, T. 2019. Compuestos biológicamente activos de plantas acuáticas con potencial para dietas funcionales de peces de cultivo. *Producción Agropecuaria: un enfoque integrado*. 263-270.
40. MADR. (2021). *cadena de la acuicultura* (p. 4). p. 4.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

41. McElroy, A.P., Manning, J.G., Jaeger, L.A., Taub, M., Williams, J.D., Hargis, B.M., 1994. Effect of prolonged administration of dietary capsaicin on broiler growth and Salmonella enteritidis susceptibility. *Avian Dis.* 38, 329–333.
42. Neill, C. R., J. L. Nelssen, M. D. Tokach, R. D. Goodband, J. M. DeRouche, S. S. Dritz, C. N. Groesbeck, and R. B. Brown. 2006. Effects of oregano oil on growth performance of nursery pigs. *J. Swine Health Prod.* 14:312–316
43. Norzagaray-Campos, M., Muñoz, P., Sanchez, L., Capurro, L., Llanes, O. 2012. Acuicultura: estado actual y retos de la investigación en México. *Revista AquaTIC* 37, 20-25.
44. Olszewska, J., 2010. Capsaicin – drug or poison. *Kosmos* 59, 133–139.
45. Orndorff, B. W., Novak, C. L., Pierson, F. W., Caldwell, D. J., & McElroy, A. P. (2005). Comparison of Prophylactic or Therapeutic Dietary Administration of Capsaicin for Reduction of Salmonella in Broiler Chickens. *Avian Diseases*, 49(4), 527–533.
46. OHNUKI, K., HARAMIZU, S., OKI, K., WATANABE, T., YAZAWA, S., & FUSHIKI, T. (2001). Administration of Capsiate, a Non-Pungent Capsaicin Analog, Promotes Energy Metabolism and Suppresses Body Fat Accumulation in Mice. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 65(12), 2735–2740
47. Parrado, Y. 2012. Historia de la acuicultura en Colombia. *AquaTIC*, 37, pp. 60-77.
48. Parrino, V., Kesbiç, O. S., Acar, Ü., & Fazio, F. 2019. Hot pepper ( Capsicum sp .) oil and its effects on growth performance and blood parameters in rainbow trout ( *Oncorhynchus mykiss* ). *Natural Product Research*, 0(0), 1–5.
49. Patricio, O. (2017). Journal of the Selva Andina animal science. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(2), 93–94.
50. Pelícia, V. C., Ducatti, C., Araujo, P. C. de, Stradiotti, A. C., Aoyagi, M. M., Fernandes, B. da S., ... Sartori, J. R. (2015). Ação trófica de aditivos fitogênicos, glutamina e ácido glutâmico sobre a Bursa de Fabrícus e intestino delgado de frangos de corte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35(7), 691–699.
51. Poot-López, G. R., Gasca-Leyva, E., & Olvera-Novoa, M. A. (2012). Producción de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus* L.) utilizando hojas de chaya (*Cnidocolus chayamansa*

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

- McVaugh) como sustituto parcial del alimento balanceado. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(4), 835–846.
52. Reverte, M., Bontemps, N., Lecchini, D., Banaigs, B. y Sasal P., 2014. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future perspectives, *Aquaculture*, 433, pp. 50-61,
53. Sahin, N., Orhan, C., Tuzcu, M., Juturu, V., & Sahin, K. (2016). Capsaicinoids improve egg production by regulating ovary nuclear transcription factors against heat stress in quail. *British Poultry Science*, 0(0). <https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1262001>
54. Sanabria Naranjo, F., & Mendoza García, M. (2013). Efecto de la suplementación de capsaicina como estimulante inmunológico en pollos Ross. *Spei Domus*, 9(18).
55. Sharma, S. K., Vij, A. S., & Sharma, M. (2013). Mechanisms and clinical uses of capsaicin. *European Journal of Pharmacology*, 720(1–3), 55–62.
56. Seino, K.K., Foreman, J.H., Greene, S.A., Goetz, T.E., Benson, G.J., 2003. Effects of topical perineural capsaicin in a reversible model of equine foot lameness. *J. Vet. Intern. Med.* 17 (2003), 563–566.
57. Singer, R. S., and C. L. Hofacre. 2006. Potential impacts of antibiotic use in poultry production. *Avian Dis* 50:161–172.
58. Shen, W., Shen, M., Zhao, X., Zhu, H., Yang, Y., Lu, S., Tan, Y., Li, G., Li, M., Wang, J., Hu, F., Le, S., 2017. Anti-obesity effect of capsaicin in mice fed with high-fat diet is associated with an increase in population of the gut bacterium. *Front. Microbiol.* 8, 272.
59. Surh, Y.J., 2002. More than spice: capsaicin in hot chili peppers makes tumor cells commit suicide. *J. Natl. Cancer Inst.* 94, 1263–1265
60. Vásquez-Piñeros, M., Rondón-Barragan, L., Eslava-Mocha, P. 2012. Immunostimulants in teleost fish: probiotics, bglucans and lipopolysaccharides. *Orinoquia*, Universidad de los Llanos Villavicencio, Meta. Colombia 16 (1): 46-62.
61. Vásquez-Torres W, Yossa MI, Hernández G, G. M. (2010). Digestibilidad aparente de ingredientes de uso común en la fabricación de raciones balanceadas para tilapia roja híbrida (*Oreochromis sp.*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23, 207–216.

---

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

62. Watanabe, T., Kawada, T., & Iwai, K. (1987). Enhancement by Capsaicin of Energy Metabolism in Rats through Secretion of Catecholamine from Adrenal Medulla. *Agricultural and Biological Chemistry*, 51(1), 75–79.
63. Wu, T.T., Peters, A.A., Tan, P.T., Roberts-Thomson, S.J., Monteith, G.R., 2014. Consequences of activating the calcium-permeable ion channel TRPV1 in breast cancer cells with regulated TRPV1 expression. *Cell Calcium* 56, 59–67.
64. Yang, D., Luo, Z., Ma, S., Wong, W.T., Ma, L., Zhong, J., He, H., Zhao, Z., Cao, T., Yan, Z., Liu, D., Arendshorst, W.J., Huang, Y., Tepel, M., Zhu, Z., 2010. Activation of TRPV1 by dietary capsaicin improves endothelium-dependent vasorelaxation and prevents hypertension. *Cell Metab.* 4, 130–141.
65. You, Y., Uboh, C.E., Soma, L.R., Guan, F., Taylor, D., Li, X., Liu, Y., Chen, J., 2013. Validated UHPLC-MS/MS method for rapid analysis of capsaicin and dihydrocapsaicin in equine plasma for doping control. *J. Anal. Toxicol.* 37, 122–132.
66. Yoshioka, M., St-Pierre, S., Suzuki, M., Tremblay, A., 1998. Effects of red pepper added to high-fat and high-carbohydrate meals on energy metabolism and substrate utilization in Japanese women. *Br. J. Nutr.* 80, 503–510.
67. Zheng, J., Zheng, S., Feng, Q., Zhang, Q., Xiao, X., 2017. Dietary capsaicin and its antiobesity potency: from mechanism to clinical implications. *Biosci. Rep.* 37
68. Zsiborás, C., Mátics, R., Hegyi, P., Balaskó, M., Pétervári, E., Szabó, I., Sarlós, P., Mikó, A., Tenk, J., Rostás, I., Pécsi, D., Garami, A., Rumbus, Z., Huszár, O., Solymár, M., 2018. Capsaicin and capsiate could be appropriate agents for treatment of obesity: a metaanalysis of human studies. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 58, 1419–1427.