

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DEL TIEMPO DE DEPURACIÓN PREVIO AL SACRIFICIO SOBRE
PARÁMETROS DE CALIDAD EN TILAPIA ROJA (OREOCHROMIS SPP) EVISCERADA**

POR:

DIEGO GERARDO ALVARADO REYES

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

**EFFECTO DEL TIEMPO DE DEPURACIÓN PREVIO AL SACRIFICIO SOBRE
PARÁMETROS DE CALIDAD EN TILAPIA ROJA (OREOCHROMIS SPP)
EVISCERADA**

POR:

DIEGO GERARDO ALVARADO REYES

M.Sc. ARLIN LOBO

Asesor Principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado especialmente a mis padres por formarme y apoyarme en todas mis decisiones y ponerme en el buen camino, a toda mi familia en especial a Sharon Sevilla quien es mi libro de apoyo y a Roxana del Carmen como fuente de motivación, a Reyna Elizabeth que siempre me aconsejo en todo este proceso, a Yanery Sarai quien me motivo a estudiar, a Osiris Reyes quien me ayudo a llegar hasta aquí y al resto de personas que nunca pensaron que llegaría tan lejos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fortaleza necesaria para no rendirme.

En segundo lugar, a mis amigos y pareja Wendy Elizabeth que me apoyaron en las buenas y malas. Agradezco a Isaac Fernando quien estuvo presente en todo el proceso, a Onam Humberto por toda la ayuda que me proporciona. A Katy Marbely por las ideas. A Daniel Aleman por todas las recomendaciones y discusiones del proceso.

“Recordemos que la investigación es una tarea en equipo”. Por último, agradezco a mis asesores M. Sc. Arlin Daneri Lobo Medina, por apoyarme en todo el proceso, a la M. Sc. Zoila Esperanza Flores Hernandez y M. Sc. Debora Mejia Mendez.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.2. Objetivo General:.....	2
2.2. Objetivos Específicos:.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. Depuración de peces	3
3.2. Sabor a tierra en tilapia	4
3.3. Métodos para reducir el barro en tilapias	5
3.3.1 Sustancias oxidativas como reductores de sabor a tierra	5
3.3.2. Estrategia para la reducción de barro	6
3.4. Efecto de la grasa de tilapia en el sabor	7
3.5. Adsorción de GSM y MIB en la tilapia	8
3.6. Calidad del agua en cultivo de tilapia.....	8
3.6.1. Temperatura.....	9
3.6.2. Oxígeno.....	10
3.6.3. pH.....	10
3.6.4. Amoníaco	11
IV. MATERIALES Y METODOS	12
4.1. Metodología	12
4.1.1. Proceso de Cosecha de Tilapia	13
4.1.2. Medición de características fisicoquímicas.....	15
4.1.3. Evaluación de características sensoriales.....	15
4.1.4. Medición del rendimiento	16
4.2. Diseño Experimental.....	16
V. RESULTADOS	17

5.2. Análisis de Rendimiento.....	18
5.3. Análisis sensoriales	19
VI. CONCLUSIONES.....	21
VII. RECOMENDACIONES.....	22
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	23
IX. ANEXOS.....	27

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de calidad de agua	9
Tabla 2. Cuadro de tratamientos	16
Tabla 3. pH de ejemplares de tilapias	17
Tabla 4. Acidez de ejemplares de tilapias	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estanques de depuración con sistema de circulación de agua con peces	4
Figura 2. Fotografía de estanque de agua	7
Figura 3. Planta de procesamiento acuícola, Facultad de Ciencias Tecnológicas	12
Figura 4. Diagrama de flujo para tilapia depurada	13
Figura 5. Rendimiento de tilapia en diferentes horas de depuración	18
Figura 6. Intensidad de tierra	20
Figura 7. Intensidad de sabor simple	20
Figura 8. Intensidad de sabor dulce	20

Alvarado Reyes, Diego Gerardo (2023). Efecto del tiempo de depuración previo al sacrificio sobre parámetros de calidad en tilapia roja (*Oreochromis spp*) eviscerada. Trabajo profesional supervisado por tesis de grado ingeniería en tecnología alimentaria, facultad de ciencias tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras, C.A. pp.38

RESUMEN

La acuicultura ha sido un sector productor de alimentos en rápido crecimiento, actualmente representa más de la mitad del pescado utilizado para el consumo humano, sin embargo, en los estanques de tierra, los sabores no deseados con olores desagradables pueden acumularse en el agua circulante y en la carne del pescado, la presencia de sabores desagradable en la carne de pescado se percibe como un defecto de calidad. Con el propósito de reducir el sabor a tierra y olores no deseados, se tiene como objetivo evaluar el efecto del tiempo de depuración como reductor de sabores desagradables en tilapias evisceradas. La investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de Agricultura. Se utilizaron tilapias de la misma especie (*Oreochromis Spp*). Colocadas en depuración con tiempos diferentes (48 h, 36 h, 24 h), en 3 envases con la misma altura y cantidad de agua, se colocaron 5 tilapias por cada envase. Se realizaron pruebas sensoriales con consumidores no entrenados, se ejecutaron análisis fisicoquímicos y de rendimientos. El proceso de depuración más efectivo fue el de (36 horas), mientras que el de (48 horas) presento resultados de reducción de sabor a tierra, pero hubo un defecto de calidad en los filetes (filete pálido, simple, etc.). En los análisis de rendimientos estos indicaron una mayor pérdida de peso a las (24 horas) comparado con (36 horas) y (48 horas). Uno de los factores del porque hay más pérdida de peso a las 24 horas de depuración es debido a que entre más tiempo pasa en el proceso la tilapia más se estresa y comienzan a consumir agua como efecto de estrés. En cuanto a los resultados de análisis fisicoquímicos (pH, Acidez) el pH era de 6 y su acidez 0.6 a 0.7. El proceso más adecuado para reducir el sabor a tierra, olores a fango y no tener una gran pérdida de peso es el de 36 horas de depuración, teniendo en cuenta que el proceso no afecta parámetros fisicoquímicos.

Palabras claves: Depuración, rendimiento, tilapia, tiempo, estanque.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura ha sido un sector productor de alimentos en rápido crecimiento, actualmente representa más de la mitad del pescado utilizado para el consumo humano (FAO, 2016). Tradicionalmente, la contaminación del pescado provocada por el mal sabor se ha producido en estanques de aire libre, pero a menudo también se ha observado en los sistemas de recirculación (Schrader, 2005).

En los sistemas acuícolas de recirculación (RAS), los sabores no deseados con olores desagradables pueden acumularse en el agua circulante y en la carne de pescado, la presencia de sabor desagradable en la carne de pescado se percibe como un defecto de calidad y a menudo, no es del agrado de los consumidores, lo que puede generar grandes pérdidas financieras en las ganancias de los productores (Helmer, 2020).

Los sabores desagradables normalmente se eliminan depurando el pescado en agua limpia. Desafortunadamente, esto a menudo toma de días a semanas y puede conducir incluso a pérdidas económicas significativas debido al retraso en la cosecha y el alto consumo de agua limpia, cabe destacar que el tiempo dependerá de la especie. Por consiguiente, el objetivo de la investigación es encontrar el tiempo adecuado de depuración de tilapia para reducir el sabor a tierra.

II. OBJETIVOS

2.2. Objetivo General:

- Evaluar el efecto del tiempo de depuración previo al sacrificio sobre parámetros de calidad en tilapia roja (*Oreochromis Spp*) eviscerada.

2.2. Objetivos Específicos:

- Identificar cuantas horas son necesarias para reducir el sabor a barro en tilapia roja con tiempos de 24, 36 y 48 horas de depuración.
- Medir las características fisicoquímicas (pH y acidez) de la tilapia.
- Evaluar las características sensoriales (sabor) de la tilapia eviscerada.
- Analizar el rendimiento (pérdida de peso) de la tilapia.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Depuración de peces

Este proceso tiene como objetivo eliminar posibles malos olores y sabores de la carne de pescado, que pudieran producir el rechazo del consumidor. Es recomendable obtener una muestra (3-5 ejemplares del cardumen próximo a cosechar) para detectar posibles olores y sabor a fango (esta condición es usualmente provocada por la ingesta de detritus del sedimento que incluye algas y materia orgánica de los estanques de tierra). El procedimiento consiste en cocinar las muestras y degustarlas (Balbuena, 2014).

Si el resultado de la prueba es positivo (sabor y olor “fangoso”) se recomienda depurar los peces a cosechar. Esta actividad consiste en mantener los peces vivos durante 24 horas en un estanque con agua limpia en circulación y sin suministro de alimento (Figura 1). Lo anterior permitirá el vaciado del tracto digestivo de los peces a ser faenados. Este procedimiento es fundamental para conseguir un producto de buena calidad, de buen sabor y olor especialmente en los peces que fueron terminados en cultivos integrados, como con cerdos, aves, patos y otros (Balbuena, 2014).

El productor que, para aumentar el alimento natural del estanque realiza durante la etapa de terminación el abonado, debe suspender dicha práctica por lo menos 20 días antes de la fecha planificada de la cosecha para el procesamiento, pues esto también contribuye a minimizar posibles sabores desagradables en la carne a comercializar (Balbuena, 2014).



Figura 1. Estanques de depuración con sistema de circulación de agua con peces.

3.2. Sabor a tierra en tilapia

El sabor a barro en los filetes de pescado criados en sistemas de recirculación en acuicultura es causado por los compuestos lipofílicos semivolátiles geosmina (GSM) y 2-metil isoborneol (MIB). Los compuestos son metabolitos secundarios de una amplia variedad de microorganismos, como actinomicetos, cianobacterias, proteobacterias y hongos (Milton, 2021).

El mal sabor ocurre cuando bacterias como estreptomicetos, mixobacterias y actinomicetos se acumulan en el agua, produciendo geosmina (GSM) y 2-metilisoborneol (MIB), que se absorben en las branquias de los peces y los tejidos ricos en lípidos y se acumulan en la carne del pez. “El mal sabor es un problema en RAS porque estos sistemas usan relativamente poca agua y tienen un alto potencial para el crecimiento de biopelículas y las bacterias que producen mal sabor se vuelven parte de esa biopelícula”, “Esas bacterias son absorbidas

rápidamente por el pez y el sabor es desagradable para los consumidores.” Sin estrategias creativas para mitigar el olor y el sabor desagradables (Helmer, 2020).

3.3. Métodos para reducir el barro en tilapias

3.3.1 Sustancias oxidativas como reductores de sabor a tierra

Milton (2021). Afirma que investigadores del Resources Institute Finland (LUKE) decidieron probar el efecto de tres oxidantes (peróxido de hidrógeno, ozono, ácido peracético) para conocer si la combinación podría resultar en una disminución significativa en las concentraciones de los compuestos que dan el sabor a tierra al pescado. Ellos realizaron la investigación en un sistema RAS de producción comercial de trucha arcoiris. Los peces fueron criados hasta alcanzar un peso promedio de 700 g.

Los investigadores concluyen que la combinación de químicos oxidativos en dosis suficientes parece reducir las concentraciones de compuestos que geosmina y MIB que le dan el sabor a tierra a los pescados criados en sistemas de recirculación en acuicultura. “El peróxido de hidrógeno especialmente parece tener un efecto en la reducción sobre los compuestos” reportan. Además, indican que se observa una mejora en la calidad del agua y una reducción en la formación de biopelículas (Milton, 2021).

“Ciertos microbios disminuyeron debido a la administración de los oxidantes, otros se incrementaron. En conclusión, los químicos oxidativos pueden ser agregados para controlar los sabores extraños en un RAS comercial y especialmente para asegurar la buena calidad del agua” destacan. Los investigadores resaltan que los químicos oxidativos no solucionan todo el problema, aún se requiere de la depuración (Milton, 2021).

3.3.2. Estrategia para la reducción de barro

Existen varios métodos para eliminar o disminuir la formación de GSM y MIB en RAS, incluida la ozonización (Powell, 2018), otros procesos de oxidación avanzada (AOP) (Rurangwa, 2015), alguicidas (Hathurusingha, 2014), adsorción, por ejemplo, con carbón activado (Burr, 2012), y zeolitas (Ghasemi, 2018).

Más Recientemente, los métodos basados en fotocátalisis, como el TiO_2 modificado con luz solar (Fotiou, 2015), y el fotocatalizador de trióxido de tungsteno modificado con paladio (Qiang, 2016), para degradar los compuestos de mal sabor parecen prometedores en el futuro. Sin embargo, la depuración con agua limpia es hasta ahora el único método eficaz disponible para eliminar los malos sabores.

La depuración puede llevar de días a semanas, dependiendo, por ejemplo, de las concentraciones iniciales de GSM y MIB, la especie y el tamaño de los peces, pero requiere grandes volúmenes de agua (Burr, 2012). Además, los peces normalmente no se alimentan durante la depuración para garantizar la mejor calidad del agua y una depuración eficiente posible, lo que puede conducir a la pérdida de peso (Lindholm, 2019).

Helmer (2020). Afirma que Keith Wilda, copropietario de (Blue Stream Aquaculture) y miembro gerente de (of Great Falls Aquaculture), ambas empresas con sede en Massachusetts, EE. UU., señala que la purga de truchas toma solo 48 horas, mientras que la purga de barramundi toma al menos cinco días. El paso adicional vale la pena, según Wilda. También ha probado filtros de tambor y de lecho, ozono y luz ultravioleta y desinfección del agua en su RAS. Cada uno proporciona una ligera mejora en el sabor, pero la purga tiene el impacto positivo más notable.

Pero si bien la purga puede ser efectiva, requiere un mayor consumo de agua limpia, más tiempo en los tanques y cambios en la grasa visceral, la textura y la biomasa que pueden afectar el precio de mercado (y las ganancias) de los peces de cultivo. “Cada vez que se les quita el alimento a los peces, se pierde biomasa,” dijo Wilda. “No solo se pierde grasa visceral, se corre el riesgo de cambios de calidad en la textura del pescado, por lo que cuanto menor sea el tiempo de purga, mayor” (Helmer, 2020).

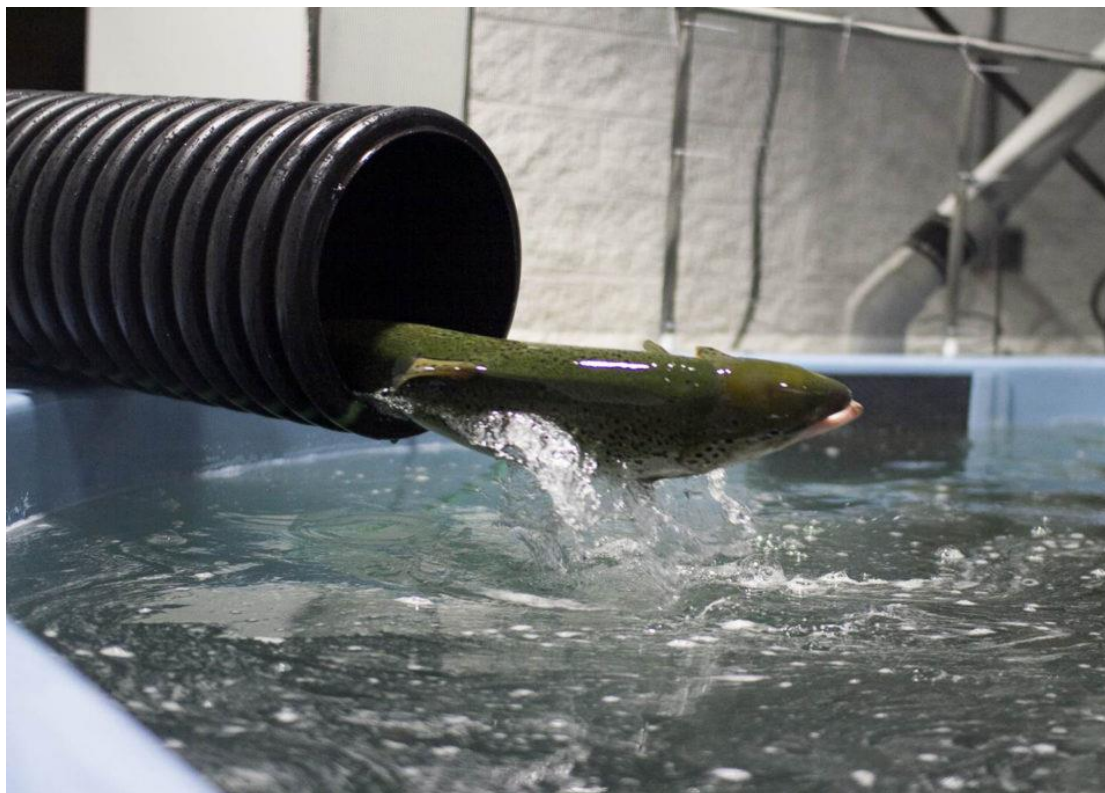


Figura 2. Fotografía de estanque de agua

Los sabores desagradables pueden ocurrir cuando las bacterias se acumulan en el agua, produciendo geosmina y 2-metilisoborneol, que se acumulan en la carne del pescado.

3.4. Efecto de la grasa de tilapia en el sabor

El contenido de grasa del pescado tiene un efecto sobre el sabor sensación y el umbral sensorial de GSM lipofílico y MIB (Zimba, 2015). Los umbrales sensoriales de GSM y MIB

(sabor fangoso y terroso) aumentan con el contenido de grasa del pescado (Drake, 2010), dejando una mayor concentración sin detectar a medida que aumenta el contenido de grasa.

Los valores de umbral se utilizan en los análisis sensoriales y generalmente se definen como la probabilidad de detección (Ridgway, 2010). De acuerdo con la definición, el 50% de la población detectará la contaminación a ese nivel. Sin embargo, las personas tienen diferentes habilidades para detectar sabores y olores y algunas personas pueden ser más sensibles (Helmer, 2020).

3.5. Adsorción de GSM y MIB en la tilapia

GSM y MIB son absorbidos por los peces a través de las branquias, la piel y el tracto gastrointestinal por tejidos ricos en lípidos, siendo las branquias la principal vía de absorción (Howgate, 2004). GSM y MIB se concentran en la carne del pescado hasta que se alcanza un estado de equilibrio entre la fase de agua y el pescado. Sus concentraciones en el agua y el tiempo de exposición son los principales factores que afectan a los que se encuentran en la carne del pescado (Helmer, 2020).

3.6. Calidad del agua en cultivo de tilapia

La tilapia (*Oreochromis* spp.) es un pez resistente a enfermedades, se reproduce con facilidad, consume una gran variedad de alimentos, tolera aguas con variabilidad de pH y bajas concentraciones de oxígeno. Comúnmente es cultivado en estanques y jaulas. El desarrollo de los peces depende en gran parte de la calidad del agua; por lo que, para lograr una buena producción, es importante que las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua se mantengan dentro de los parámetros óptimos para la especie a cultivar (Intagri, 2023 (S.F)).

Parámetros fisicoquímicos del agua y se destaca su influencia en el desarrollo de la tilapia:

- Temperatura
- Oxígeno
- pH
- Transparencia
- Amoníaco

Tabla 1. Parámetros de calidad de agua

Parámetro productivo	Intervalo productivo ideal	Referencia
Temperatura (°C)	25 - 30	Pereira y Silva (2009)
Transparencia (cm)	20 - 30	Da Silva (2015)
Potencial de hidrógeno (pH)	6,5 - 8,0	Borges (2009)
Oxígeno Disuelto (OD mg/L)	4,0 - 8,0	Kubitza (2017)
Amoníaco total (NH_4^+ y NH_3 mg/L)	Hasta 0,15	Kubitza (2017)

El uso de agua de mala calidad conduce a la reducción del crecimiento de los peces y prolonga el ciclo productivo, promueve la reducción de la resistencia a enfermedades que pueden conducir a la muerte, mala calidad del producto obtenido, baja producción y bajo rendimiento económico que hace inviables los proyectos productivos (Lajas, 2021).

3.6.1. Temperatura

La temperatura es un parámetro que se debe verificar en cualquier cuerpo de agua donde queramos desarrollar el cultivo de peces. El rango óptimo de temperatura es de 28-32°C. Cuando la temperatura disminuye a los 15°C los peces dejan de comer y cuando desciende a menos de 12°C los peces no sobreviven mucho tiempo. Durante los meses fríos los peces dejan de crecer y el consumo de alimento disminuye, cuando se presentan cambios repentinos

de 5°C en la temperatura del agua, el pez se estresa y algunas veces muere. Cuando la temperatura es mayor a 30°C los peces consumen más oxígeno.

La tilapia es en general, altamente tolerante a las altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno y altos niveles de amoníaco; resistiendo, además, las altas salinidades (hasta 20 ppt). Sin embargo, tienen poca tolerancia a las bajas temperaturas, convirtiéndose en un serio problema en la instalación de sus cultivos en regiones de clima templado. Las temperaturas letales se ubican entre los 10-11 °C (Productor, 2017).

3.6.2. Oxígeno

Uno de los gases fundamentales para los peces en el agua es el Oxígeno. El oxígeno disuelto en un cuerpo de agua es indispensable para la sobre vivencia de los organismos que ahí se desarrollan. La concentración normal de oxígeno para una correcta producción, es la de 5 ppm (2-3 mg/l), ya que el metabolismo y el crecimiento disminuyen cuando los niveles son bajos o se mantienen por períodos prolongados.

La tilapia tiene la habilidad de extraer el oxígeno disuelto, por ello no se recomienda mantener una alta producción de plantas acuáticas superficiales en los mismos estanques, ya que ellas impiden la entrada de oxígeno de la atmósfera, por efecto de los vientos. Para aguas cálidas deberá tenerse alrededor de 5 ppm, la elevada concentración de plancton trae como consecuencia por la noche bajas concentraciones de oxígeno disuelto (2ppm) haciéndose más crítico al amanecer (1pp) lo que puede ocasionar la muerte de los peces (Productor, 2017).

3.6.3. pH

La tilapia crece mejor en aguas de pH neutro o levemente alcalino. Su crecimiento se reduce en aguas ácidas y toleran hasta un pH de 5. El alto valor de pH, de 10 durante las tardes, no las afecta y el límite, aparentemente, es el de pH 11, ya que, a alto pH, el amonio se

transforma en amoníaco tóxico. Este fenómeno puede manifestarse con pH situados también a valores de 8, 9 y 10 (Productor, 2017).

3.6.4. Amoníaco

El amoníaco es más tóxico a altas temperaturas (más a 32, que a 24°C, por ejemplo). La disminución del oxígeno disuelto también aumenta la toxicidad del amoníaco, disminuyendo el apetito y el crecimiento en los peces, a concentraciones tan bajas como 0,08 mg/l. En cuanto a los niveles de depredación especialmente por pájaros) las líneas de tilapias rojas y blancas son las más susceptibles a sus ataques.

La calidad de agua es determinante para el desarrollo de los peces. La calidad del agua está establecida por sus propiedades fisicoquímicas. Contar con un suministro y reciclaje del agua, mantiene los parámetros de oxígeno disuelto en el agua evitando su descomposición en los confinamientos de los peces (Productor, 2017).

IV. MATERIALES Y METODOS

En trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Procesamiento Acuícola (figura 3) ubicada en la Universidad Nacional de Agricultura, calle hacia culmi, barrio El Espino, Catacamas, Olancho.

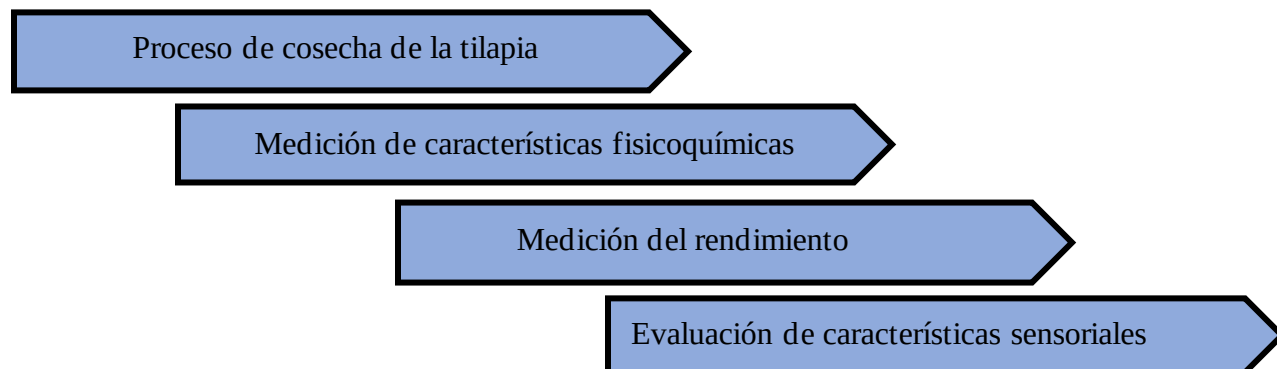


Figura 3. Planta de procesamiento acuícola, Facultad de Ciencias Tecnológicas.

- **Materia prima:** Las tilapias que se utilizaron, fueron obtenidas de la sección de peces de la Universidad Nacional de Agricultura, el resto de materias primas como; aceite de oliva, sal, harina, se adquirieron en los supermercados de Catacamas.

4.1. Metodología

El proceso de investigación se llevó a cabo mediante fases, donde se abordarán diferentes actividades.



4.1.1. Proceso de Cosecha de Tilapia

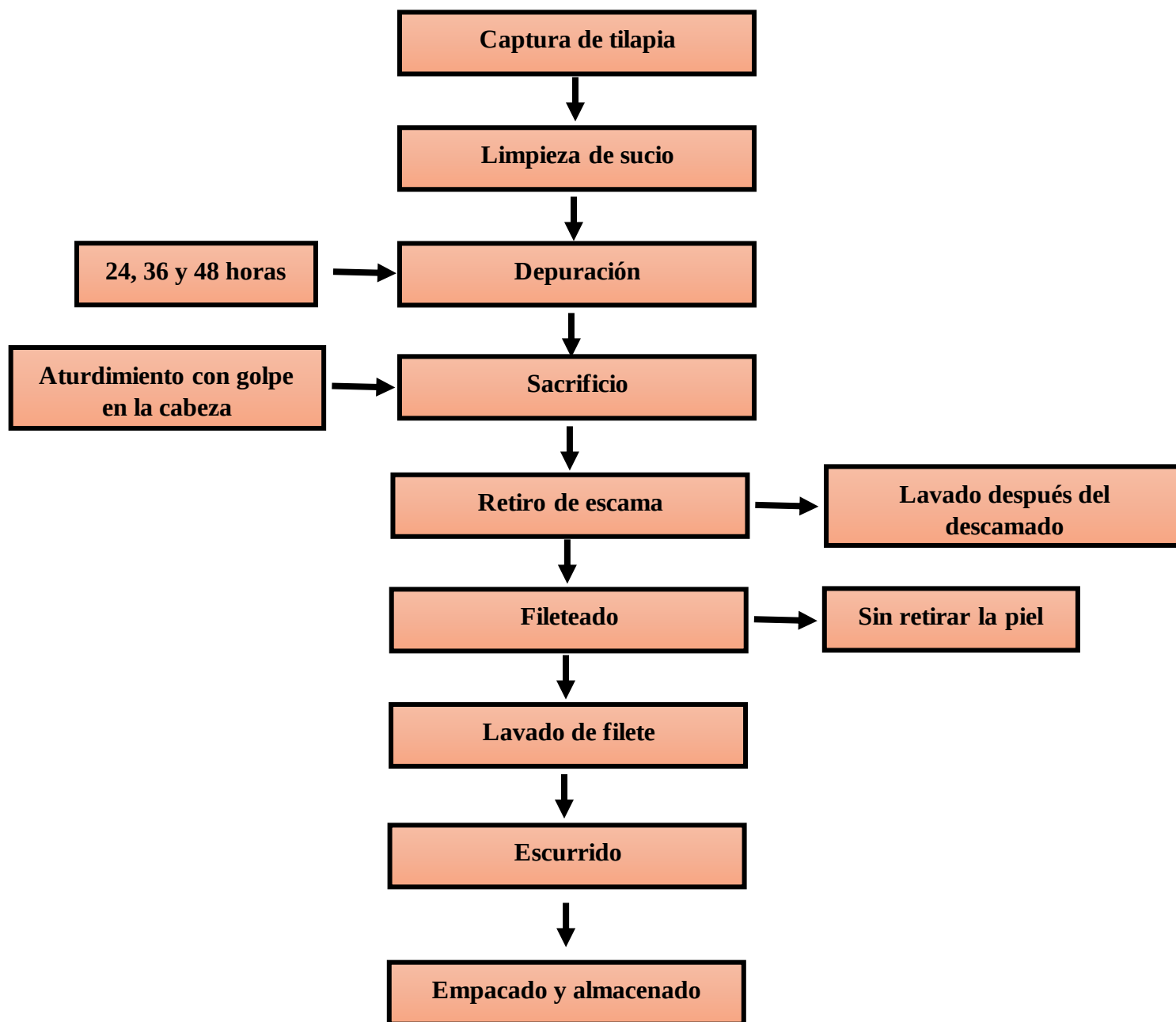


Figura 4. Diagrama de flujo para tilapia depurada

Descripción del proceso

Captura de tilapia: La captura de ejemplares de tilapia, se realizó en jornadas de la mañana para evitar un estrés en las tilapias y se utilizó la tarraya para capturar las tilapias, colocándolas en baldes con agua, también se utilizó una balanza analítica para medir el peso de cada tilapia antes y después de la depuración. Se capturaron 5 tilapias por cada tratamiento.

Limpieza de sucio: Cuando las tilapias están recién capturadas traen el sucio de la pecera de tierra y en ocasiones hasta fragmentos de grama, por lo tanto, se lavaron con agua limpia antes de ponerlo en tratamientos.

Depuración: Una vez realizada la captura se procede a incorporar las tilapias en un tanque de agua potable donde estarán en diferentes tiempos de horas según sea su tratamiento, para mantener el oxígeno constante se utilizó un grifo abierto. En cada tratamiento se le quito el alimento. Se adicionaron 5 tilapias en cada recipiente y se hicieron cambios de agua cada 5h.

Sacrificio: Se aplico el aturdimiento con un golpe en la cabeza y seguidamente se degollaron, después se dejaron desangrando por 30 segundos para ser lavados nuevamente para retirar la sangre.

Retiro de escama: Una vez las tilapias ya estén degolladas se procede al retiro de escamas, y nuevamente se vuelve a lavar con agua la tilapia y los equipos utilizados.

Fileteado: En esta etapa del proceso se realizó el fileteado, pero sin retirar la piel, debido a que esto ayudo a mantener unido el filete a la hora de freírlo.

Lavado y Escurrido: Se lavaron los filetes con agua purificada y escurirlo.

Empacado y almacenado: Empacaron en bolsas plásticas (no mayor a 10 lb) y congelaron a -18 °C.

4.1.2. Medición de características fisicoquímicas

Los análisis químicos se realizaron a la tilapia depurada en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Agricultura:

Acidez titulable: La medición se realizó por volumetría utilizando hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 N y fenolftaleína, empleando 10 gramos de muestra homogenizada en 200 ml de agua destilada y se aforo con 50 ml más de agua destilada. Una vez bien homogenizado y mezclado se tamizo en un Baker de 250 ml y se tomaron 25 ml de muestra y se agregaron 3 gotas de indicador y seguidamente se agregó el hidróxido de sodio hasta notar el primer cambio de coloración. Se utilizó una trituradora para triturar la tilapia y poder homogenizarla.

pH: Se midió mediante una cinta de pH, empleando 5 gramos de muestra homogenizada en 45 ml de agua destilada en un Baker de 50 ml, después de estar homogenizado se introdujeron las cintas medidoras por 10 minutos hasta notar los cambios de color en las citas. La muestra se trituro para poder homogenizarla con agua destilada.

4.1.3. Evaluación de características sensoriales

Las muestras de carne de tilapia fueron evaluadas de manera frita por consumidores no entrenado tomados al azar con edades de 18-40 años, los atributos estudiados eran: sabor (Dulce, Tierra, Simple). Se utilizó una prueba de análisis descriptiva (perfil de sabor) empleando el método independiente para explicarle al consumidor cual es el objetivo de la investigación. Los tratamientos aplicados (0, 24, 36 y 48 horas) se ajustaron de modo que se puedan evaluar todas las muestras el mismo día. Se realizará 3 veces cada tratamiento. Se utilizaron 30 consumidores por cada repetición. Se utilizaron 4 códigos para representar cada muestra (304, 215, 403, 320). Se aplicó una escala de intensidad de sabores (No presenta, Ligera, Moderada, Intensa) formato de prueba sensorial (Anexo 1).

4.1.4. Medición del rendimiento

En cada tratamiento de depuración se les quito el alimento referente a las horas de cada proceso, se tomaron el peso en gramos 2 veces (antes de depurar, después de depurar) con el objetivo de medir cual es la pérdida de peso y ver cuáles fueron las horas más efectivas para depurar tilapias.

4.2. Diseño Experimental

Se utilizo un diseño completamente aleatorizado, el factor de estudio es el tiempo y los niveles son 0, 24, 36 y 48 horas. Implementando la prueba de análisis de varianza y la prueba Tukey, los datos (Tabla 2) fueron evaluados por el programa estadístico Infostat, con un nivel de significancia de 5%.

Tabla 2. Cuadro de tratamientos

Tratamiento	Depuración
	Tiempo (h)
T1	0
T2	24
T3	36
T4	48

V. RESULTADOS

5.1. Análisis Fisicoquímicos

Tabla 3. pH de ejemplares de tilapias

Tratamiento	pH
48 h	6 ± 0^a
36 h	6.33 ± 0.58^a
24 h	6 ± 0^a
0 h	5.67 ± 0.58^a

Medias con una letra en común no son significativamente diferente

La tabla 3. Representa el pH de 4 tratamientos de depuración. Los valores de pH fueron tomados en diferentes ocasiones en 3 repeticiones. Según los datos paramétricos obtenidos en el laboratorio de química en la Universidad Nacional de Agricultura, analizados por el programa Infostat no hay diferencia significativa entre los 4 tratamientos. Sin importar las horas de depuración no afecta significativamente el pH.

Tabla 4. Acidez de ejemplares de tilapias

Tratamiento	Acidez
48 h	0.07 ± 0.02^a
36 h	0.06 ± 0.02^a
24 h	0.07 ± 0.01^a
0 h	0.06 ± 0.03^a

Medias con una letra en común no son significativamente diferente

La tabla 4. Representa la acidez de los diferentes tratamientos donde no hubo diferencia significativamente según datos analizado por el programa infostat, por lo tanto, la depuración no afecta en la acidez.

5.2. Análisis de Rendimiento

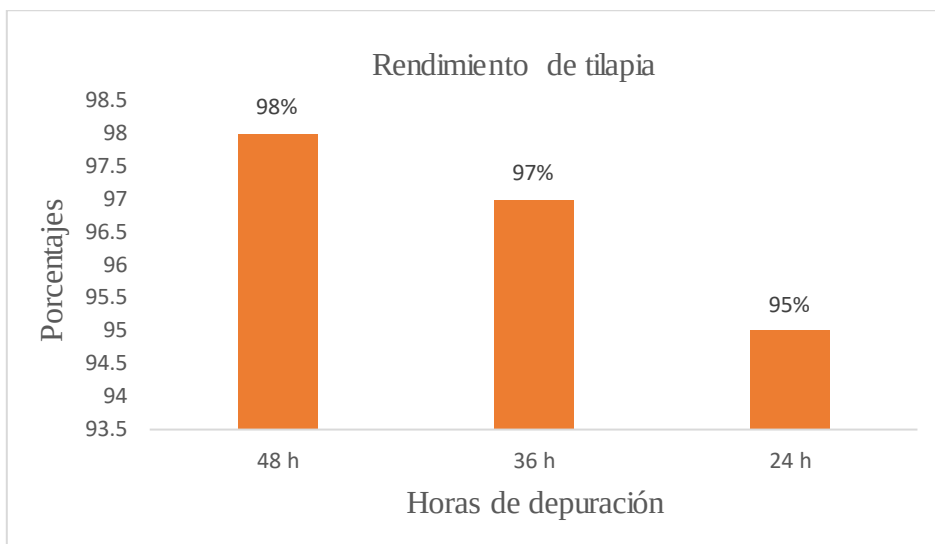


Figura 5. Rendimiento de tilapia en diferentes horas de depuración

En la figura 5 muestra el rendimiento de las tilapias sometidas a diferentes horas de depuración. A las tilapias que se les aplicó 48 horas de depuración presentaron un rendimiento del 98% por tanto solo perdieron el 2% de su peso total. Para los ejemplares que se les aplicó 36 horas, su rendimiento fue de 97% teniendo solamente un 3% de pérdida de peso. Las tilapias de 24 horas salieron con un rendimiento del 95%, aumentando su pérdida de peso de hasta un 5%.

En el tratamiento de 24 horas fue donde se perdió más peso. Esta anomalía es provocada por un efecto de estrés, a las 24 horas de estar en un ambiente más pequeño, desconocido y sin alimentación se provoca un estrés de ansiedad y comienzan atacarse mutuamente y tratan de alimentarse de lo que encuentren y tomar agua de la superficie.

5.3. Análisis sensoriales



Figura 6. Intensidad de sabor a tierra

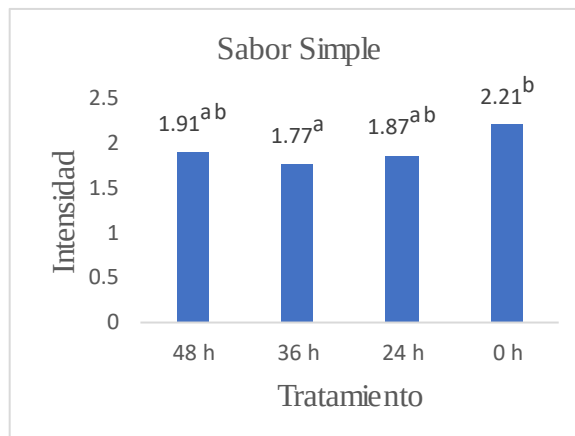


Figura 7. Intensidad de sabor simple

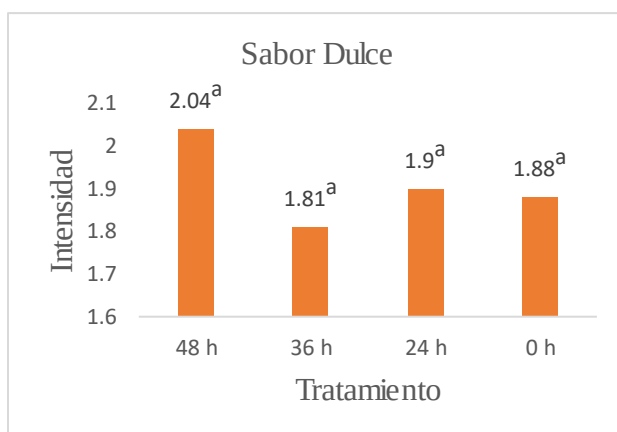


Figura 8. Intensidad de sabor Dulce

En la figura 6 muestra que el tratamiento de 36 horas de depuración no presenta sabor a tierra (escala de intensidad anexo 1) según consumidores no entrenados. Enfocando en las diferencias significativas solo el tratamiento (0 horas de depuración) es el que tuvo diferencia significativamente con el resto de los tratamientos (48 h, 36 h, 24 h).

En la figura 7 el tratamiento de 36 h, fue el que presentó sabor dulce ligeramente según los consumidores no entrenados, sin embargo, los datos analizados por el programa infostat afirma que hay diferencia significativa entre las 4 muestras. En la figura 8 muestra como el tratamiento (36 h) es el que presentó sabor dulce ligeramente, sin embargo, no se presentó diferencia significativa. Todo indica que el tratamiento (36 h) es la mejor opción para depurar tilapias.

John Davidson un investigador de la acuicultura. Implemento de la depuración en Salmon Atlantico. Afirma que las concentraciones más bajas de mal sabor en los filetes de salmón del Atlántico generalmente se lograron después de 10 días de depuración para todos los tratamientos. Estos hallazgos son consistentes con los de "GS Burr (2012)", quienes concluyeron que 10 a 15 días de depuración eran óptimos para el salmón del Atlántico cultivado en RAS. Los resultados del estudio indican cierta posibilidad de reducir el período de depuración (<10 días) cuando se utilizan procedimientos de depuración optimizados.

Las concentraciones de geosmina parecieron acercarse a un umbral potencialmente más bajo alcanzable para el día 6. Bajo estas circunstancias, un período de depuración óptimo podría haber sido tan solo 6 días para la geosmina, Sin embargo, según los resultados del estudio, es difícil recomendar un período de tiempo definitivo para la depuración o determinar exactamente cuántos días se podría reducir el período de depuración cuando se utilizan técnicas optimizadas (Davidson, 2014).

VI. CONCLUSIONES

- Las horas necesarias para reducir el sabor a tierra comienzan desde las 36 horas, cuando sobre pasan esas horas es más efectivo, pero, sin embargo, se pierden otras propiedades del sabor y la calidad de las tilapias se degrada. Esto también puede ser variable referente a la especie, en este caso para la especie (*Oreochromis Spp*) la efectividad comienza a las 36 horas de depuración.
- Las características fisicoquímicas no tuvieron efecto referente a las horas de depuración, todos los tratamientos tenían pH de 6 a excepción del tratamiento de 0 horas que tenía un pH de 5.67.
- En las evaluaciones sensoriales no todos los participantes tenían la capacidad de lograr percibir el sabor a tierra, y también resulto difícil encontrar muchos participantes que percibieran el sabor a tierra. La mayoría preferían la muestra que tenía 36 horas y la de 0 horas de depuración, sin embargo, aquí afectan parámetros de costumbre, todos los participantes están acostumbrados a consumir tilapias de peceras de tierra sin percibir el sabor a tierra.
- En cuestiones de rendimientos analizando la pérdida de peso desde el tratamiento de 24 horas hasta 48 horas. Cuando inician las 24 horas es cuando se pierde la mayoría de peso debido a que son las primeras horas sin alimentación, aquí se aplica la terminología de limpieza del intestino, cuando llegan a las 36 horas ya es mínimo la pérdida de peso, debido a el estrés las tilapias comienzan a consumir agua o lo que sea que puedan masticar, debido a esta razón, el tratamiento más efectivo es el de 36 horas para reducir el sabor y no tener mucha pérdida de peso.

VII. RECOMENDACIONES

- Es necesario aplicar 36 horas de depuración para reducir el sabor y tener un producto de calidad. No retirar el oxígeno cuando se esté aplicando el tratamiento y realizar cambios de agua constantemente cada 5 horas, máximo de tilapias a colocar en un estanque de 0.125 m³ y 150 litros de agua son 5.
- Se recomienda utilizar jueces entrenados para evaluar las pruebas sensoriales o al menos personas que tengan la capacidad de percibir el sabor a barro. A la hora de freírlos se puede empanizar, pero sin usar ningún tipo de condimento y buscar un aceite sin saborizantes.
- Recomiendo para las siguientes investigaciones en depuración de tilapias, enfocarse en horas de 24 a 36 horas de depuración, específicamente en rangos de 24, 28 y 32 horas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Balbuena, E. D. (2014). Manual basico sobre procesamiento e inocuidad de productos de la acuicultura. Paraguay. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3835s/i3835s.pdf>
- Burr, G. (2012). Impacto de la depuración de sabores extraños a tierra y moho en la calidad del filete de salmón del Atlántico, *Salmo salar* , cultivado en un sistema acuícola de recirculación. *elsevier*, 50, págs. 28-36. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2012.03.002>
- Davidson, J. (2014). Evaluación de procedimientos de depuración para mitigar los compuestos de mal sabor geosmina y 2-metilisoborneol del salmón del Atlántico *Salmo salar* elevado al tamaño comercial en sistemas de recirculación de acuicultura. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860914000545?via%3Dihub#bib0025>
- Drake, S. (2010). El efecto del tiempo de purga sobre las propiedades sensoriales de la llamada acuicultiva (*Paralichthys lethostigma*). págs. 246-259. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2009.00255.x>
- FAO. (2016). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i5555s/i5555s.pdf>
- Fotiou, T. (2015). Evaluación de la actividad fotocatalítica de catalizadores a base de TiO₂ para la degradación y mineralización de toxinas cianobacterianas y compuestos antiolores del agua bajo luz UV-A, solar y visible. *elsevier*, 261, págs. 17-26. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.03.095>

- Ghasemi, Z. (2018). Aplicación de zeolitas en la industria acuícola: una revisión. *Biblioteca en línea Wiley*, 10(1), págs. 75-95. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/raq.12148>
- Hathurusingha, P. (2014). Un modelo predictivo para la acumulación de olores gustativos en peces de criadero de sistemas de recirculación de acuicultura (RAS), demostrado con geosmina (GSM) y 2-metilisoborneol (MIB). *elsevier*, 340, págs. 242-249. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.009>
- Helmer, J. (2020). Los esfuerzos para abordar los sabores desagradables en peces de RAS están fuera de serie. Obtenido de <https://www.globalseafood.org/advocate/los-esfuerzos-para-abordar-los-sabores-desagradables-en-peces-de-ras-estan-fuera-de-serie/>
- Howgate, P. (2004). Contaminación de peces de cultivo por geosmina y 2-metil-iso-borneol: una revisión de los aspectos sensoriales y de absorción/depuración. *elsevier*, 234(1). Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.09.032>
- Intagri, E. E. (2023 (S.F)). Requerimientos del Cultivo de Tilapia: Calidad del Agua. *intagri*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/requerimientos-del-cultivo-de-tilapia#:~:text=El%20crecimiento%20de%20tilapia%20se,son%20de%206.5%20a%209.>
- Lajas, J. d. (2021). Evaluación de los principales parámetros físicos y químicos de la calidad del agua para la producción de tilapia. *Scielo*, 30(4). Recuperado el abril de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542021000400002&lang=es
- Lindholm, L. (2019). Depuración de sabores desagradables inducidos por geosmina y 2-metilisoborneol en sistemas acuícolas de recirculación (RAS) cultivados *Pescado blanco europeo Coregonus lavaretus*. *journal of Food Science and Technology*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-019-03910-7>

- Milthon. (2021). ¿Cómo disminuir el sabor a tierra en el pescado criado en sistemas de recirculación? (aquahoy, Editor) Recuperado el 22 de Abril de 2023, de [https://aquahoy.com/disminuir-sabor-tierra-pescado-criado-sistemas-recirculacion/?amp=1#:~:text=El%20sabor%20a%20barro%20en,-metil%20isoborneol%20\(MIB\).](https://aquahoy.com/disminuir-sabor-tierra-pescado-criado-sistemas-recirculacion/?amp=1#:~:text=El%20sabor%20a%20barro%20en,-metil%20isoborneol%20(MIB).)
- Powell, A. (2018). Aplicación directa de ozono en sistemas acuícolas. Biblioteca en línea Wiley, 10(2), págs. Aquacult 10:424–438. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12169>
- Productor, R. e. (2017). Calidad del agua para la tilapia en estanques rústicos. El productor. Obtenido de <https://elproductor.com/2017/08/calidad-del-agua-para-la-tilapia-en-estanques-rusticos/#>
- Qiang, X. (2016). Degradación fotocatalítica de geosmina por catalizador WO 3 modificado con nanopartículas de Pd bajo luz solar simulada. ELSEVIER, 283, págs. 614-621. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.08.016>
- Ridgway, K. (2010). Análisis de alimentos contaminados y sabores extraños: una revisión. Aditivos alimentarios y contaminantes, 27(2). Obtenido de <https://doi.org/10.1080/19440040903296840>
- Rurangwa, E. (2015). Microorganismos en sistemas acuícolas de recirculación y su gestión. Biblioteca en línea Wiley, págs. Rev Aquacult 7:117–130. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12057>
- Schrader, K. (2005). Cyanobacteria and earthy/musty compounds found in commercial catfish (*Ictalurus punctatus*) ponds in the Mississippi Delta and Mississippi–Alabama Blackland Prairie. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135405002162?via%3Dihub>
- Zimba, P. (2015). Enfoques estadísticos para optimizar la detección de MIB mal sabor en bagre de canal criado en acuicultura. Journal of Aquaculture. Obtenido de <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/statistical-approaches-to->

optimize-detection-of-mib-offflavor-in-aquaculture-raised-channel-catfish-2155-9546-6-319.pdf

IX. ANEXOS

Formato de evaluación sensorial

Nombre: _____

Fecha: _____

Evaluación sensorial de tilapia

Prueba de análisis descriptivo

INSTRUCCIONES:

Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar. Analice en cuanto a la intensidad de características de sabor que describen al producto, Pruebe cada una de las muestras codificadas teniendo en cuenta el orden de aparición de las mismas.

ESCALA DE INTENSIDAD

No presenta	1
Ligera	2
Moderada	3
Intensa	4

Código	Sabor		
	Tierra	Dulce	Simple

RECOMENDACIONES:

Anexos del proceso

