



Alliance

(<https://www.aquaculturealliance.org>).



[ANIMAL HEALTH & WELFARE \(/ADVOCATE/CATEGORY/ANIMAL-HEALTH-WELFARE\)](/ADVOCATE/CATEGORY/ANIMAL-HEALTH-WELFARE)

Efecto del estrés previo al sacrificio en la calidad de los filetes de tilapia

Monday, 21 October 2019

By Dr. Elenice Souza dos Reis Goes , Dr. Marcio Douglas Goes , Dr. Pedro Luiz de Castro , Dr. Jorge Antônio Ferreira de Lara , Dr. Ana Carolina Pelaes Vital and Dr. Ricardo Pereira Ribeiro

Baja densidad, tiempos de depuración más largos recomendados para mejorar la calidad



Los resultados de este estudio sobre el efecto del estrés oxidativo en la calidad de los filetes de tilapia del Nilo recomiendan baja densidad y tiempos de depuración más largos para disminuir el estrés y mejorar la calidad de los filetes.

El estrés es una condición de alta demanda de energía aeróbica para suministrar los mecanismos de mantenimiento del cuerpo durante la activación para la adaptación y resistencia del cuerpo a condiciones estresantes. En la acuicultura, los peces están sujetos tanto a factores estresantes agudos, como el manejo, como a factores estresantes crónicos, incluidos los cambios ambientales (como la temperatura, la calidad del agua y la salinidad), las interacciones con otros peces y el estrés físico prolongado (como el transporte y el aumento de la densidad).

Cuando los peces están sometidos a estrés, la natación vigorosa aumenta la glucólisis anaeróbica, lo que conduce a la producción de ácido láctico y la consiguiente disminución del pH muscular, que se acompaña de un inicio más rápido de rigor mortis. La combinación de estrés y actividad física intensa en el pre-sacrificio puede aumentar el grado de desnaturalización de las proteínas y, por lo tanto, aumentar el acceso de las enzimas proteolíticas a los sustratos proteicos, lo que conduce a un ablandamiento muscular más rápido, lo que es perjudicial para el músculo de los peces.

Además de la desnaturalización y la proteólisis, las proteínas musculares también sufren daños oxidativos después del sacrificio y el posterior envejecimiento de la carne. La oxidación de proteínas es responsable de muchos cambios biológicos, como la fragmentación o agregación de proteínas y la disminución de la solubilidad de proteínas, lo que afecta la calidad de la carne. La oxidación también puede desempeñar un papel en el control de la actividad proteolítica de las enzimas y puede estar relacionada con la ternura de la carne.

Sin embargo, los factores antioxidantes endógenos, como las enzimas, controlan la oxidación en los tejidos musculares. Varias enzimas pueden neutralizar la oxidación de la carne. Un estudio reciente ha demostrado que las actividades de estas enzimas son significativamente menores en la carne de pollo pálida, blanda y exudativa (PSE), lo que hace que este tipo de carne sea más susceptible a la proteólisis y la oxidación de proteínas.

Por lo tanto, el estrés oxidativo puede ser un mecanismo celular importante en el proceso de ablandamiento de la carne. El metabolismo oxidativo también se ha citado como un factor de control potencial de las proteínas de choque térmico (HSP; una familia de proteínas producidas por las células en respuesta a la exposición a ambientes estresantes), especialmente porque protege las proteínas estructurales contra el estrés oxidativo y la proteólisis, que son esenciales para la sensibilidad. Las HSP pueden actuar como chaperonas moleculares, facilitando el

plegamiento de proteínas, evitando la agregación de proteínas o conduciendo proteínas plegadas de forma inadecuada en vías de degradación específicas, y los HSP también juegan un papel en el replegamiento de proteínas dañadas para la protección y reparación de células y tejidos. Una variedad de tensiones, incluido el estrés oxidativo, se han relacionado con una mayor expresión de HSP en el músculo esquelético.

Todavía se desconoce la relación entre el desequilibrio redox y la calidad de la carne en peces sometidos a estrés previo al sacrificio. Este artículo, adaptado y resumido de la [publicación original](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210742) (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210742>), evaluó el efecto del estrés oxidativo relacionado con la depuración sobre la calidad instrumental y sensorial de los filetes de tilapia del Nilo.

Configuración del estudio

Se obtuvieron animales experimentales de jaulas de cultivo en el río Corvo, municipio de Diamante do Norte, Paraná (PR), Brasil. La tilapia del Nilo de la variedad Tilamax (\pm 800 gramos) se transportó a la Estación de Acuicultura UEM / CODAPAR en el municipio de Maringá-PR, y se sembraron en tanques de concreto de 10 metros cúbicos con una densidad de 5 kg por metro cúbico. Los peces se mantuvieron en estos tanques durante 40 días para recuperarse del estrés relacionado con el transporte y para la adaptación de los animales a la estructura experimental.

Después de este período, se realizó un experimento en un arreglo factorial 2×2 usando densidad (60 y 300 kg por metro cúbico) y tiempo de depuración (1 y 24 horas) como factores experimentales con un total de 4 tratamientos con 20 repeticiones por tratamiento (donde el pez era la unidad experimental).

Inicialmente, los animales fueron recolectados de los tanques de concreto con una red manual, y colocados en tanques de polietileno de 500 litros equipados con recirculación de agua y un sistema de aireación artificial, y se usó una caja por tratamiento. Los peces fueron sometidos a los siguientes tratamientos: 60 kg por metro cúbico durante 1 hora; 60 kg por metro cúbico durante 24 horas; 300 kg por metro cúbico durante 1 hora; y 300 kg por metro cúbico durante 24 horas. Tomamos muestras de 20 peces por tratamiento. De estos, cinco peces fueron utilizados para la recolección de sangre, músculos e hígado para el análisis de cortisol y la expresión génica, después de lo cual, estos animales fueron sacrificados y fileteados para análisis de calidad de carne. Se realizaron análisis de calidad instrumental de los filetes en 10 peces por tratamiento (incluidos los animales sometidos a muestras de sangre y tejidos). El análisis sensorial se realizó con los 10 peces restantes por tratamiento. Los filetes enteros sin piel se lavaron en agua clorada a 5 ppm, se envasaron al vacío y se transportaron en hielo al laboratorio para determinar la calidad de la carne.

Para información detallada sobre el diseño experimental; determinación de los niveles de cortisol; evaluación de la expresión génica, pH, color, sensibilidad y análisis de capacidad de retención de agua; análisis sensorial; y análisis estadísticos, consulte la publicación original.

Resultados y discusión

En los peces, la exposición aguda al estrés provoca una elevación rápida de los niveles de cortisol, que se restauran rápidamente a los niveles de reposo durante la recuperación del estrés. Nuestros resultados muestran que el aumento en la densidad de tilapia durante un corto período de tiempo aumentó los niveles de cortisol sérico independientemente de que la densidad sea alta o baja. Sin embargo, el mantenimiento de peces a baja densidad permitió la recuperación del estrés a lo largo del tiempo, lo que no ocurrió a alta densidad. En general, los niveles plasmáticos de cortisol aumentan rápidamente después de la exposición al estrés agudo, y las condiciones normales se restablecen en unas pocas horas.

El mantenimiento de la tilapia a alta densidad durante un largo período de tiempo aparentemente condujo a una condición de estrés crónico porque el nivel de cortisol en los peces a una densidad de 300 kg por metro cúbico durante 24 horas fue mayor que los demás. Las altas densidades de peces pueden afectar el rendimiento y el bienestar de los peces a través del estrés por hacinamiento y / o cambios en la calidad del agua. El estrés crónico generalmente implica cambiar el metabolismo energético para lidiar con el agente estresante, lo que afecta significativamente el sistema inmune del animal.

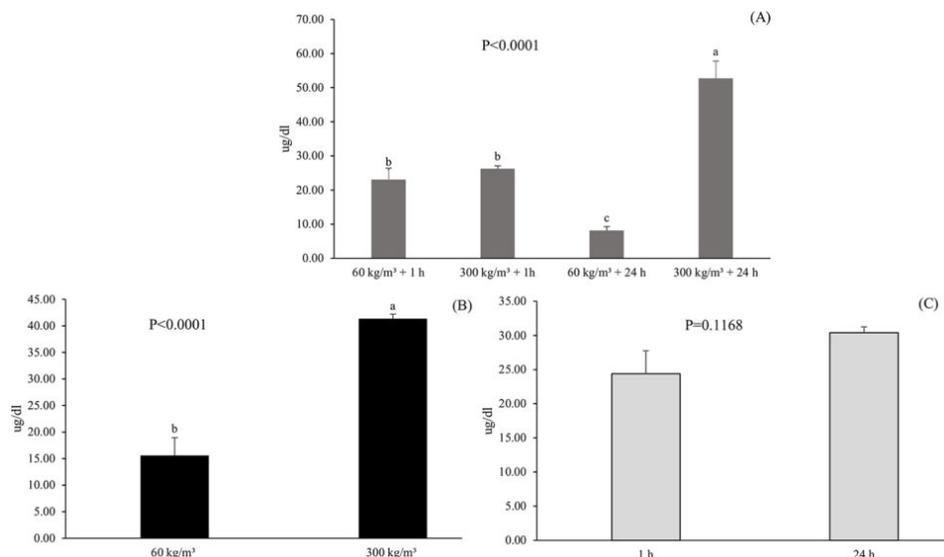


Fig. 1: Niveles de cortisol en suero de tilapia del Nilo a diferentes densidades (60 y 300 kg por metro cúbico) y tiempos de depuración (1 y 24 horas). Efectos de la densidad de interacción x tiempo de depuración (A) y los factores individuales (B y C). Las letras minúsculas indican una diferencia significativa.

Durante el estrés, los niveles elevados de cortisol en plasma movilizan las reservas de energía principalmente a través de acciones genómicas. En el presente estudio, la expresión de las enzimas catalasa (CAT) y glutatión peroxidasa (GPx) fue similar tanto en el hígado como en el músculo. Los peces sometidos a la menor densidad de población y al menor tiempo de depuración tuvieron los niveles más altos de expresión de CAT y GPx. La actividad de estas enzimas es un indicador importante de la activación del sistema de defensa antioxidante celular y la protección contra el estrés oxidativo.

El estrés oxidativo es el desequilibrio entre la producción y la degradación de las especies reactivas al oxígeno (ROS), como el anión superóxido, el peróxido de hidrógeno y los peróxidos lipídicos. La inactivación enzimática de ROS en el tejido muscular se realiza principalmente por las enzimas superóxido dismutasa (SOD), CAT y GPx. La disminución de la actividad enzimática puede estar relacionada con la alteración o reducción de la expresión y transcripción génica. En nuestro estudio, los animales más estresados (con una densidad de 300 kg por metro cúbico) presentaron una menor expresión de las enzimas CAT y GPx. El estrés oxidativo puede haber llevado a una disminución en la actividad de las enzimas antioxidantes.

El mayor estrés causado por la alta densidad resultó en una menor expresión de las enzimas CAT y GPx, que pueden haber generado más filetes tiernos. El estrés oxidativo se relacionó con el proceso de ablandamiento de la carne debido a una mayor proteólisis y oxidación de proteínas. La oxidación conduce a la fragmentación o agregación de proteínas y a una disminución de la solubilidad de las proteínas, lo que afecta la calidad de la carne. La oxidación de proteínas también puede desempeñar un papel en el control de la actividad proteolítica de las enzimas y puede estar relacionada con la ternura de la carne. La carne de pollo PSE tiene menor actividad de CAT, GPx y SOD que las carnes normales. Otros autores han informado que las enzimas involucradas en el estrés oxidativo, como la SOD o la peroxiredoxina 6 (PRDX6), están relacionadas negativamente con la sensibilidad.

Los cambios en la sensibilidad de la carne también pueden estar relacionados con la activación de las proteínas de choque térmico (HSP) en el músculo. En nuestro estudio, los animales sometidos a estrés de alta densidad (300 kg por metro cúbico) mostraron una mayor expresión de HSP70 y más filetes tiernos. En respuesta al estrés celular, como la hipertermia, el daño oxidativo, las lesiones físicas o los estresores químicos, la expresión de HSP aumenta dramáticamente. Los HSP retrasan la tasa de envejecimiento muscular y disminuyen la degradación de las proteínas miofibrilares.

Los estudios sobre carne de res han identificado HSP como biomarcadores de la ternura de la carne, y la actividad de HSP difiere entre carne tierna y dura. La menor actividad de HSP70 se asocia con una mayor ternura de la carne. En contraste, en nuestro estudio, los peces con mayor expresión de HSP70 (alta densidad = mayor estrés) produjeron filetes con una textura menos firme. Por lo tanto, la mayor expresión de HSP70 aparentemente no fue suficiente para retrasar la oxidación de proteínas, lo que demuestra que esto no es tan eficiente en el pescado como en la carne de res.

Otro mecanismo asociado con la disminución de la firmeza en los filetes puede ser la disminución del pH. Los peces sometidos a alta densidad (300 kg por metro cúbico) durante 1 hora produjeron filetes con menor pH y fuerza de corte. La natación vigorosa en condiciones de estrés conduce al uso intenso de los músculos blancos, lo que aumenta la glucólisis anaeróbica y la producción de ácido láctico, lo que conduce a una reducción del pH muscular. El sacrificio de peces almacenados a alta densidad (300 kg por metro cúbico) después de 1 hora puede haber resultado en un uso más rápido de glucógeno con una mayor tasa de respiración anaeróbica, lo que resulta en una mayor producción de ácido láctico y un pH más bajo de la carne. La disminución del pH post-mortem puede afectar negativamente la textura de los filetes ya que altera la solubilidad de las proteínas y aumenta la tasa de proteólisis y desnaturalización.

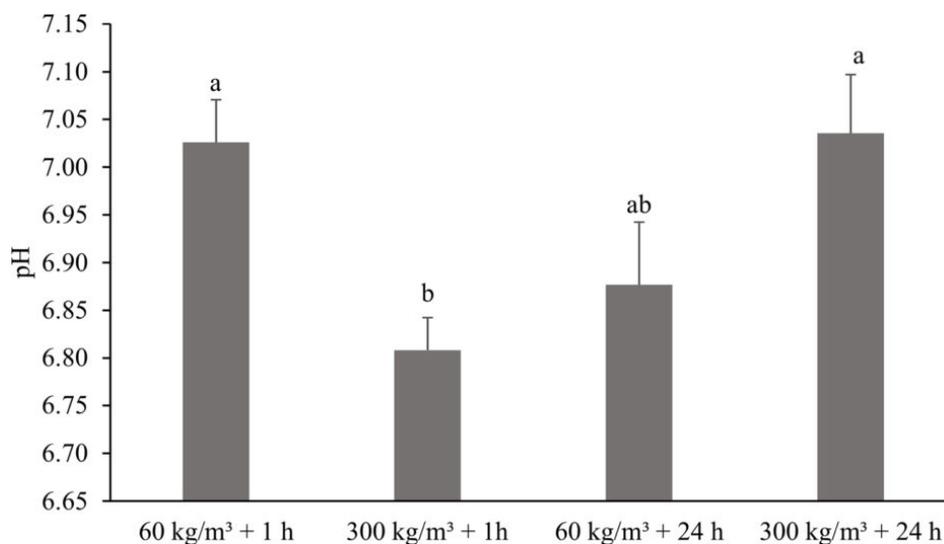


Fig. 2: valores de pH de los filetes de tilapia del Nilo a diferentes densidades (60 y 300 kg por metro cúbico) y tiempos de depuración (1 y 24 horas). Las letras minúsculas indican una diferencia significativa. Las barras verticales indican un error estándar de la media.

La alta densidad (300 kg por metro cúbico) durante 24 horas resultó en un pH más alto, que puede estar relacionado con el agotamiento de las reservas de glucógeno. La intensa actividad durante un largo período de tiempo antes del sacrificio hace que los peces sufran un gran desgaste y puedan agotar completamente el glucógeno. El alto consumo de glucógeno por estrés y la eliminación simultánea de ácido láctico por el sistema circulatorio en el animal vivo lo dejaría sin reserva de glucógeno, de modo que, después de la muerte, el rigor mortis continuaría sin la producción de ácido láctico, con el pH restante alto, lo que resulta en la ausencia de la fase previa al rigor y un rigor completo sin disminuir el pH, llamado rigor mortis alcalino.

El estrés de alta densidad también condujo a la producción de filetes con mayor ligereza y menor enrojecimiento. Los filetes de pescado más estresados pueden desarrollarse con mayor brillo y cambios de color. Esto puede estar relacionado con un cambio en el pH causado por el estrés, que induce una desnaturalización más rápida de la proteína y, por lo tanto, un cambio en el patrón de reflexión de la luz en el músculo, un efecto establecido bastante temprano en el proceso de rigor. Estas hipótesis fueron corroboradas en el presente estudio, que evidencia la relación entre el estrés derivado de una mayor densidad y el desarrollo de cambios en el color del filete. Otros estudios con peces también han informado un aumento en la ligereza después de la exposición al estrés agudo previo al sacrificio.

Los cambios en la calidad de los filetes de pescado sometidos a estrés de alta densidad resultaron en pérdidas en la aceptación sensorial de los filetes porque la tilapia a la densidad de 300 kg por metro cúbico presentaba filetes con una aceptabilidad menos general. En el análisis de correlación, la aceptabilidad estuvo más relacionada con la jugosidad de los filetes. Un estudio anterior demostró que la tilapia menos estresada produce carne con mayor capacidad de retención de agua (WHC), menor pérdida de agua por presión y mayor jugosidad. En el presente estudio, la menor aceptación puede estar relacionada con los cambios observados en la calidad instrumental (mayor sensibilidad, mayor ligereza y menor enrojecimiento). En el pescado, la mejor calidad es una carne firme y cohesiva con buena capacidad de retención de agua. Por lo tanto, la ternura excesiva del filete es altamente indeseable ya que puede tener un gran impacto en la aceptación del consumidor.

Density (kg m ⁻³)	Time (h)	Color	Texture	Juiciness	Overall Acceptability
60	1	7.13±0.14	7.54±0.12	7.35±0.14	7.29±0.13
	24	7.24±0.14	7.58±0.11	7.55±0.13	7.57±0.11
300	1	7.02±0.14	7.37±0.13	7.23±0.15	7.25±0.13
	24	6.97±0.15	7.40±0.16	7.27±0.16	7.27±0.14
Density (kg m ⁻³)					
60		7.18±0.10	7.56±0.08	7.45±0.09	7.43±0.09 a
300		6.99±0.10	7.38±0.10	7.25±0.11	7.26±0.09 b
Time (h)					
1		7.07±0.10	7.45±0.09	7.29±0.10	7.27±0.09
24		7.10±0.10	7.49±0.10	7.41±0.10	7.42±0.09
Effects					
Density vs. time		0.433	0.965	0.595	0.191
Density		0.070	0.094	0.064	0.035
Time		0.797	0.761	0.355	0.137
Correlation matrix					
	Color	Texture	Juiciness	Overall Acceptability	
Color	1	0.912	0.934	0.863	
Texture		1	0.879	0.714	
Juiciness			1	0.960	
Overall Acceptability				1	

Tabla 1. Perfil sensorial y matriz de correlación entre los atributos de los filetes de tilapia del Nilo a diferentes densidades (60 y 300 kg por metro cúbico) y tiempos de depuración (1 y 24 horas). Escala hedónica entre 1 (no me gustó extremadamente) y 9 (me gustó extremadamente). Los datos se expresan como la media ± error estándar de la media.

Cabe señalar que los filetes de pescado sometidos a menor densidad (60 kg por metro cúbico) se asociaron más con los atributos sensoriales evaluados, mientras que los filetes de pescado más estresado (300 kg por metro cúbico) se relacionaron inversamente con los atributos analizados como se demostró por la PCA. Asimismo, un estudio previo con bacalao también demostró que los peces menos estresados obtienen puntajes más altos en los atributos de aceptación general, textura y jugosidad.

Por lo tanto, la alta densidad generó estrés oxidativo, disminuyó la expresión de enzimas antioxidantes (CAT y GPx) y aumentó la expresión de HSP70 en tilapia. Estos cambios afectaron negativamente la calidad de los filetes, que presentaron una textura menos firme, mayor ligereza, menos enrojecimiento y menor aceptabilidad sensorial. Hasta donde sabemos, estos son los primeros datos sobre el vínculo entre el desequilibrio redox y los cambios perjudiciales en la calidad de la carne de pescado. Estos resultados indican que el estrés debe controlarse en el período previo al sacrificio de los peces, con el objetivo de mejorar la calidad de la carne y la vida de los animales. Aunque el mantenimiento del pescado a alta densidad es factible, puede causar daño sensorial a la calidad de los filetes de pescado.

Perspectivas

La alta densidad de población de peces (300 kg por metro cúbico) durante el pre-sacrificio de tilapia causa una menor expresión de las enzimas CAT y GPx, pero una mayor expresión de HSP70, lo que resulta en la producción de filetes con mayor ternura, mayor ligereza, menor enrojecimiento y menor aceptación sensorial. Según nuestros resultados, se recomiendan baja densidad y tiempos de depuración más largos para disminuir el estrés y mejorar la calidad de los filetes de tilapia.

Authors



DR. ELENICE SOUZA DOS REIS GOES

School of Agrarian Sciences
Federal University of Grande Dourados
Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil

elenicesreis@yahoo.com.br (<mailto:elenicesreis@yahoo.com.br>).



DR. MARCIO DOUGLAS GOES

Animal Science Post-Graduate Program
State University of Western Paraná
Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brazil



DR. PEDRO LUIZ DE CASTRO

Animal Science Post-Graduate Program
State University of Maringá, Maringá, Paraná, Brazil



DR. JORGE ANTÔNIO FERREIRA DE LARA

Brazilian Agricultural Research Corporation
EMBRAPA Pantanal
Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brazil



DR. ANA CAROLINA PELAES VITAL

Food Science Post-Graduate Program
State University of Maringá
Maringá, Paraná, Brazil



DR. RICARDO PEREIRA RIBEIRO

Department of Animal Science
State University of Maringá
Maringá, Paraná, Brazil

Copyright © 2016–2019 Global Aquaculture Alliance

All rights reserved.