

Evaluación de la calidad de la carne de rana toro (*Lithobates catesbeianus*) almacenada en refrigeración (4°C) y congelación (-18°C)

R. Padilla-Cerezo¹, P. M. Castañeda-Rodríguez², J. M. Talamantes-Gómez³ y J.C. Ramírez-Orejel³.

1 Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México.

2 Comité Estatal de Sanidad e Inocuidad Acuícola de Jalisco. **3** Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. jorejel@unam.mx

RESUMEN

La carne de rana toro (*Lithobates catesbeianus*) se consume en México, no obstante, se carece de información científica en su calidad. El objetivo de este trabajo fue comparar y evaluar la calidad de la carne de rana toro; provenientes de granjas de producción de Jalisco y Morelos, almacenada en refrigeración (4°C) y congelación (-18°C) durante 26 y 100 días, respectivamente, mediante pruebas como color, pH, acidez, BVNT y TBARs, con la finalidad de conocer el grado de su conservación. Los resultados indicaron que, en las diferentes pruebas, las muestras en refrigeración presentaron una variación mínima ($p < 0.05$) en la primera semana y, mostraron valores mayores ($p < 0.05$) al final del almacenamiento, por lo que la carne de rana toro refrigerada (4°C) es apta para su consumo en los primeros cinco días. Por otro lado, en las diferentes pruebas, las muestras en congelación presentaron variación mínima durante todo el almacenamiento ($p < 0.05$) y los valores obtenidos estuvieron por debajo de los límites máximos reportados por estándares internacionales (BVNT=15mg N/100g; TBARs=0.7mg MDA/kg), por lo que, la congelación (-18°C) es un método de conservación recomendable durante 100 días para la carne de rana toro.

Palabras clave: Calidad, carne, rana toro

ABSTRACT

Bullfrog meat (*Lithobates catesbeianus*) is consumed in Mexico, however, scientific information on its quality is lacking. The objective of this work was to compare and evaluate the quality of bullfrog meat; from production farms in Jalisco and Morelos, stored in refrigeration (4°C) and freezing (-18°C) for 26 and 100 days, respectively, through tests such as color, pH, acidity, BVNT and TBARs, with the purpose to know the degree of its conservation. The results indicated that, in the different tests, the samples in refrigeration presented a minimum variation ($p < 0.05$) in the first week and showed higher values ($p < 0.05$) at the end of storage, so that bullfrog meat refrigerated (4°C) is suitable for consumption in the first five days. On the other hand, in the different tests, the frozen samples showed minimal variation during the entire storage ($p < 0.05$) and the values obtained are below the maximum limits reported by international standards (BVNT=15mg N/100g; TBARs=0.7mg MDA/kg), therefore, freezing (-18°C) is a recommended storage method for 100 days for bullfrog meat.

Keywords: Bullfrog, meat, quality

Área: Cárnicos

INTRODUCCIÓN

La rana toro (*Lithobates catesbeianus*) es un anfibio que se ha diseminado principalmente en Brasil, China, Indonesia, Taiwán, España, Francia y México. En la actualidad, se comercializan principalmente como ancas para el aprovechamiento de su carne destinada a consumo, sin embargo, a nivel internacional son pocos los estudios que describen los cambios fisicoquímicos en la calidad de la carne, cuyos estudios se reducen a Brasil y China. Por otra parte, en México desde la década de los 40's se establecieron granjas de producción para su aprovechamiento como alimento. A pesar de que, en el país se desarrolla una actividad tanto económica como científica en los campos de calidad en la canal y en la carne, se carece de información científica enfocada en la rana toro sobre aspectos en su calidad, como son los casos, de la carne almacenada en refrigeración (4°C) y congelación (-18°C).

El objetivo de este trabajo fue comparar y evaluar la calidad de la carne de rana toro; provenientes de granjas de producción de Jalisco y Morelos, almacenada en refrigeración (4°C) y congelación (-18°C) durante 26 y 100 días, respectivamente, con muestreos cada cierto periodo, mediante pruebas como color, pH, acidez, BVNT y TBARs, con la finalidad de conocer el impacto de estas condiciones en su conservación.

Los resultados indicaron que, en la evaluación de la carne almacenada en refrigeración (4°C), las muestras de cada grupo (G2: J-Pc y G3: M-Fc) respecto con el tiempo (26 días), no hubo diferencia estadística ($p>0.05$) entre el día 1 al 26 para la prueba de cambio total de color; para la prueba de pH, presentó una disminución las primeras tres semanas y un incremento en la cuarta ($p<0.05$); para la prueba de acidez, se observó un aumento y disminución acorde al comportamiento del pH ($p<0.05$); para las pruebas de BVNT y TBARs, hubo un incremento continuo y acelerado conforme pasaron las semanas ($p<0.05$). Así mismo, existe diferencia estadística mínima entre grupos de acuerdo con cada fecha evaluada. Por lo que la carne de rana toro refrigerada (4°C) es apta para su consumo solamente en los primeros cinco días.

Por otro lado, en la evaluación de la carne almacenada en congelación (-18°C), las muestras de cada grupo (G1: J-Sc, G2: J-Pc, G3: M-Fc y G4: M-Fp) respecto con el tiempo (100 días), no hubo diferencia estadística ($p>0.05$) entre el día 1 al 100 para la prueba de cambio total de color; para la prueba de pH y acidez, se mantuvo en el rango de valores ($p<0.05$); para las pruebas de BVNT y TBARs, hubo un incremento ligero y continuo conforme pasaron las semanas ($p<0.05$) y los valores obtenidos estuvieron por debajo de los límites máximos (BVNT=15mg N/100g; TBARs=0.7mg MDA/kg). Así mismo, existe diferencia estadística mínima entre grupos de acuerdo con cada fecha evaluada. Por lo que, la congelación es un método de conservación recomendable durante 100 días para la carne de rana toro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos recolectas de ranas toro, en las cuales se obtuvieron y clasificaron en cuatro grupos: G1: J-Sc (Jalisco-Salttillo consumo) [peso inicial: 200g aprox.], G2: J-Pc (Jalisco-Purísima consumo) [peso inicial: 200g aprox.], G3: M-Fc (Morelos-Frog Style consumo) [peso inicial: 200g aprox.] y G4: M-Fp (Morelos-Frog Style pie de cría) [peso inicial: 300-500g aprox.]. En seguida, se llevó a cabo su insensibilización y matanza para la obtención de las canales de acuerdo con los procedimientos de la SADER y CODEX ALIMENTARIUS (SAGARPA, 2016; CXC-30-1983). Su empaque para su transporte se realizó en bolsas Ziploc® en enfriamiento (4°C). La carne de rana toro de la primera recolecta se destinó para las pruebas en congelación (-18°C), mientras que, la carne de la segunda recolecta se destinó para las pruebas en refrigeración (4°C). Bajo la misma clasificación, las muestras se homogenizaron, agruparon, y después se almacenaron en bolsas Ziploc®.

El desarrollo experimental de la carne de rana toro se dividió en cuatro etapas: 1) cambio de color total (ΔE) (color [usando el espectrofotómetro CM-600d AMSA [Braña & Ramírez, 2011]], 2) pH [Braña & Ramírez, 2011] y acidez [Ponce & Braña, 2013], 3) bases volátiles nitrogenadas totales (BVNT) [NMX-F-362-S-SCFI-2011] y 4) sustancias reactivas al ácido 2-tiobarbitúrico (TBARs) [Pérez & Ponce, 2013]. En la evaluación de la calidad de la carne de rana toro almacenada en refrigeración (4°C) se realizaron muestreos

los días 1, 3, 5, 12, 19 y 26, mientras que, en congelación (-18°C), los días 1, 20, 40, 60, 80 y 100. Por último, para determinar las diferencias entre tratamientos se realizaron análisis de varianza (ANOVA) de un factor y después, una prueba de Tukey para diferencias de medias significativa; se utilizó el programa GraphPad Prism 8® con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (95% de confianza).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de color de los diferentes parámetros para los grupos G2: J-Pc y G3: M-Fc, de manera respectiva, fueron alrededor de: $L^*=68-71$ ($p<0.05$), $a^*=-0.80-(-0.90)$ ($p>0.05$), $b^*=8.00-9.40$ ($p>0.05$) y $L^*=61-68$ ($p<0.05$), $a^*=-0.50-(-1.30)$ ($p<0.05$), $b^*=4.50-9.00$ ($p<0.05$). Así mismo, los valores obtenidos concuerdan con los valores para carne de rana toro y productos derivados (surimi y albóndigas) ($L^*=54-58$, $60-66$, $a^*=1.9-3.0$ y $1.0-(-1.5)$, $b^*=0.01-3.0$ y $6.0-11.0$) (De Moura, 2000; Pereira, 2017; Hsu et al., 2011). De la misma manera, concuerdan con los valores para surimi de rana de toro almacenado (2°C) ($L^*=62-70$, $a^*=-1.5-1.5$ y $b^*=6-10$; $t=30$ días) (Pereira, 2017). Así mismo, los valores del cambio total de color (Figura 1) para el G2: J-Pc fueron alrededor de 2 a 5 ($p>0.05$) mientras que para el G3: J-Sc de 3 a 9 ($p<0.05$), de esta manera, el G3: J-Sc presentó mayor variación de color a partir de la segunda semana. Finalmente, ambos grupos mostraron un comportamiento similar sin diferencias estadísticas ($p<0.05$) durante el periodo de almacenamiento donde el G3: M-Fc tuvo valores mayores.

Los pH (Figura 2) de la primera semana para los G2: J-Pc y G3: M-Fc fueron alrededor de 6.10-6.20 ($p>0.05$) y de 6.15-6.30 ($p<0.05$), respectivamente. Así mismo, los valores obtenidos son similares a los reportados ($pH=5.90-6.60$) (Da Silva, 1988; De Oliveira et al., 2010). Además, están en el rango de la mayoría de los peces (6.2-6.6) y son superiores al de los animales de sangre caliente ($pH=5.3-5.5$) (De Oliveira et al., 2010). Por otro lado, en la segunda y tercera semana mostraron una disminución hasta valores cercanos a 5.70-5.90 ($p<0.05$) y, a partir de la cuarta semana se mostró un aumento hasta alrededor de 6.10 ($p>0.05$), el cual se debe a la acumulación de constituyentes básicos volátiles que resultan de la descomposición de las proteínas con el comienzo de la degradación (Büyükdeveci et al., 2019). De esta manera, el comportamiento de las primeras tres semanas no concuerda con los valores reportados para carne de rana toro y rana esculenta almacenada (2°C), donde el pH aumenta en función del tiempo ($pH=6.16-6.44$; $t=1-31$ días y $pH=6.6-7.1$; $t=1-10$ días) (De Oliveira et al., 2010; Büyükdeveci et al., 2019). Finalmente, ambos grupos mostraron un comportamiento similar con diferencias estadísticas ($p<0.05$) durante el almacenamiento.

Los valores de acidez (Figura 3) de la primera semana para los G2: J-Pc y G3: M-Fc fueron alrededor de 0.28-0.31 ($p<0.05$) y de 0.29-0.31% ($p<0.05$), respectivamente, los cuales concuerdan con valores reportados (0.25-0.45%) para carne de res y camello (Al-Bachir & Mehio, 2001; Al-Bachir & Zeinou, 2009). Por otro lado, en la segunda y tercera semana ambos grupos mostraron un aumento hasta valores cercanos a 0.40% ($p<0.05$) y, a partir de la cuarta semana se mostró una disminución ($p>0.05$). De esta manera, el comportamiento de las primeras tres semanas no concuerda en la evaluación de la acidez de la carne de res almacenada (2°C), en la cual la acidez disminuye en función del tiempo ($acidez=0.32-0.26\%$; $t=1-9$ días) (Al-Bachir & Mehio, 2001).

Figuras. Evaluación de la calidad de la carne almacenada en refrigeración (4°C) en los días 1, 3, 5, 12, 19 y 26 (izquierda) y en congelación (-18°C) en los días 1, 20, 40, 60, 80 y 100 (derecha).

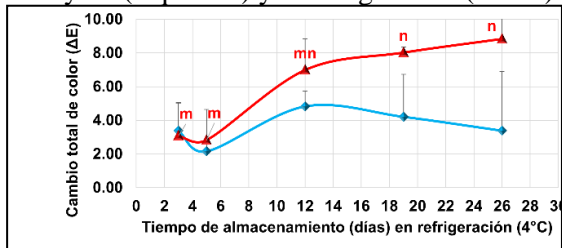


Figura 1. Cambio total de color (ΔE) respecto con el tiempo.

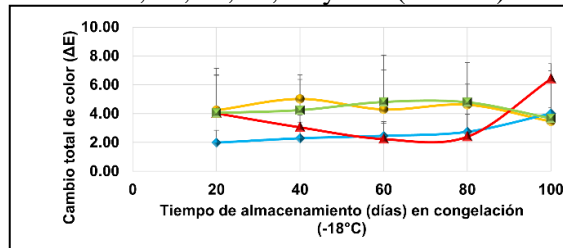


Figura 6. Cambio total de color (ΔE) respecto con el tiempo.

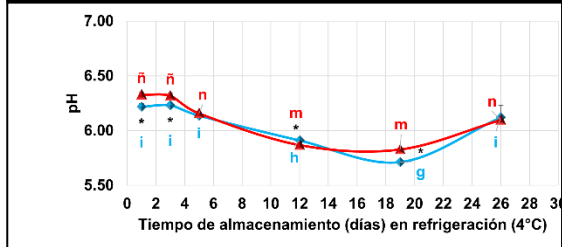


Figura 2. pH respecto con el tiempo.

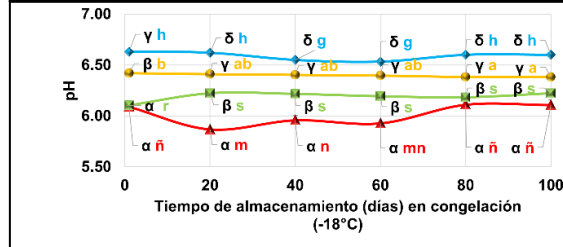


Figura 7. pH respecto con el tiempo.

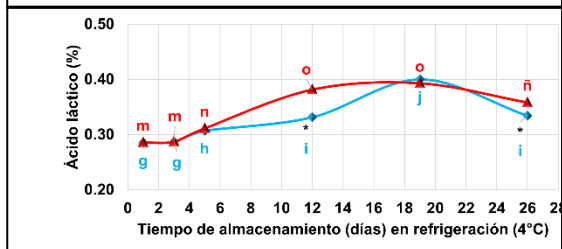


Figura 3. Ácido láctico (%) respecto con el tiempo.

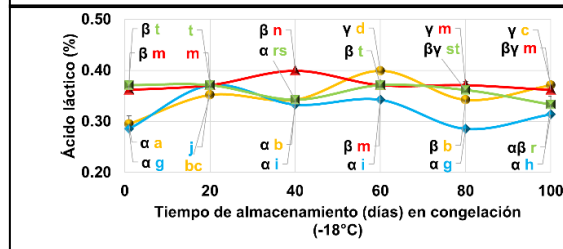


Figura 8. Ácido láctico (%) respecto con el tiempo.

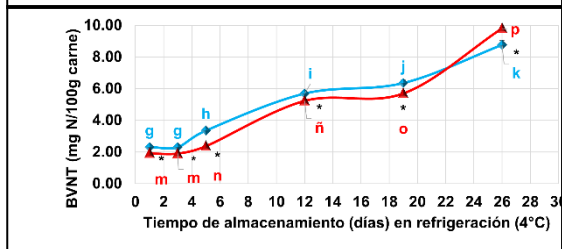


Figura 4. BVNT (mg N/100g carne) respecto con el tiempo.

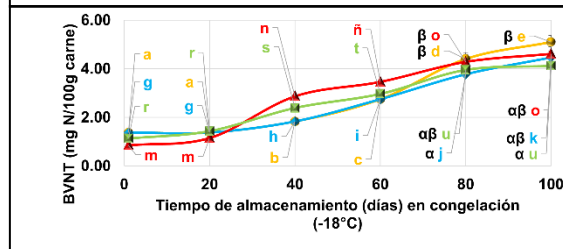


Figura 9. BVNT (mg N/100g carne) respecto con el tiempo.

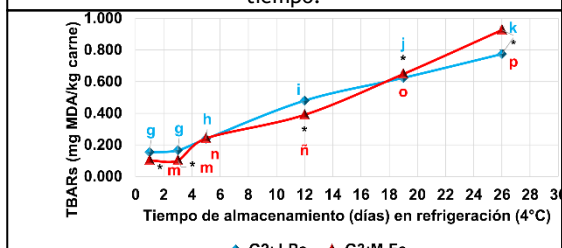


Figura 5. TBARs (mg MDA/kg carne) respecto con el tiempo.

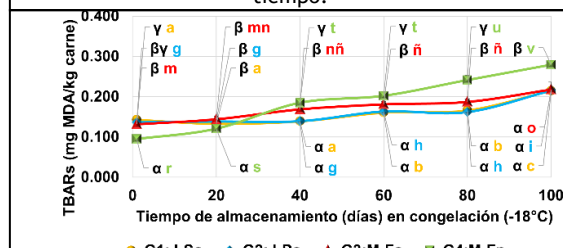


Figura 10. TBARs (mg MDA/kg carne) respecto con el tiempo.

Las medias en la misma columna (G1-G4) con letras distintas son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). Las medias en la misma fila (G1, G2, G3, G4) con letras distintas son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). Los valores de BVNT (Figura 4) de la primera semana para los G2: J-Pc y G3: M-Fc fueron alrededor de 2.30-3.40 ($p < 0.05$) y de 1.90-2.40mg N/100g ($p < 0.05$), respectivamente, los cuales están en el rango de los valores reportados (8-10 y 2-4mg N/100g) para carne de rana toro y surimi de carne de rana toro (De Oliveira et al., 2010; Büyükdeveci et al., 2019; Pereira, 2017). Por otro lado, a lo largo de las cuatro semanas ambos grupos mostraron un aumento hasta valores alrededor de 8.5-10mg N/100g ($p < 0.05$). De esta manera, el comportamiento concuerda en la evaluación de las BVNT de la carne y surimi de rana toro almacenada (2°C), en la cual aumenta en función del tiempo (BVNT=10.0-40.0; 1-21 días y BVNT=2.0-9.0mg N/100g; t=1-30 días) (De Oliveira et al., 2010; Pereira, 2017). El aumento de estos valores se debe a las aminas biogénicas derivadas de las reacciones de descarboxilación de aminoácidos, estos compuestos (putrescina, cadaverina, histamina, tiramina, entre otros) son tóxicos y provocan cambios considerables de color y sabor que afectan la aceptabilidad de la carne (Ponce et al., 2013; Bekhit et al., 2021). A su vez, el límite máximo permitido por los estándares nacionales de China para carne de cerdo, cordero y res fresco y congelado es de $< 15\text{mg N/100g}$ (GB/T 9956.2-2008, GB/T 9961-2008, GB/T 9960-2008), mientras que, para la FAO es: fresco: $< 20\text{mg}$ y viejo: 30mg N/100g y, para el caso del pescado es de 25mg para alta calidad y 35mg como límite de aceptabilidad (Bekhit et al., 2021). Finalmente, ambos grupos mostraron el mismo comportamiento ascendente con diferencias estadísticas ($p < 0.05$) durante el almacenamiento.

Los valores de TBARs (Figura 5) de la primera semana para los G2: J-Pc y G3: M-Fc fueron alrededor de 0.150-0.240 ($p < 0.05$) y de 0.100-0.240mg MDA/kg carne ($p < 0.05$), respectivamente, los cuales están en el rango de valores reportados (0.400 y 0.050-0.100mg MDA/kg carne) para carne de rana esculenta y surimi de rana toro (Büyükdeveci et al., 2019; Pereira, 2017). Por otro lado, a lo largo de las cuatro semanas ambos grupos mostraron un aumento hasta valores alrededor de 0.750-0.950mg N/100g ($p < 0.05$). De esta manera, el comportamiento concuerda en la evaluación de TBARs de la carne de rana esculenta y surimi de rana toro almacenada (2°C), en la cual aumenta en función del tiempo (TBARs=0.400-0.600; t=1-21 días y TBARs=0.050-0.150mg N/100g; t=1-30 días) (de Oliveira et al., 2010; Pereira, 2017). Este aumento de TBARs se debe a las reacciones de oxidación produciendo hidroperóxidos y a su vez, cetonas, ácidos y aldehídos como el malonaldehído (1,3-propanodial, MDA), estos producen aromas rancios y sabores indeseables (Ponce et al., 2013; Domínguez et al., 2019). Así mismo, el límite máximo permitido es de 0.7mg MDA/kg (Pérez & Ponce, 2013). Por último, ambos grupos mostraron el mismo comportamiento ascendente con diferencias estadísticas ($p < 0.05$) durante el almacenamiento.

Los resultados de color en congelación (-18°C) durante el almacenamiento para los diferentes parámetros de los grupos G1: J-Sc, G2: J-Pc, G3: M-Fc y G4: M-Fp, fueron alrededor de: $L^* = 60-65$ ($p < 0.05$), $a^* = -0.40$ –(-1.40) ($p < 0.05$), $b^* = 4-12$ ($p < 0.05$). Así mismo, los valores del cambio total de color (Figura 6) para todos los grupos fueron alrededor de 2 a 6 unidades sin diferencia estadística ($p > 0.05$) entre grupos y, para cada grupo.

El rango de valores de pH (Figura 7) para todos los grupos durante el almacenamiento fue alrededor de 5.90-6.60 ($p < 0.05$), así mismo, este comportamiento concuerda con la evaluación de pH en la carne de rana toro almacenada (-18°C), en el cual se mantienen en el mismo rango en función del tiempo ($\text{pH} = 6.28-6.46$; t=1-124 días) (Da Silva, 1988). Mientras que, los valores de acidez (Figura 8) fueron alrededor de 0.30-0.40%. De esta manera, tanto para los valores de pH como los de acidez se encontró diferencia estadística mínima ($p < 0.05$) entre grupos y, para cada grupo a lo largo del almacenamiento.

Los valores de BVNT (Figura 9) para todos los grupos durante el almacenamiento fueron alrededor de 1.00-5.00mg N/100g carne ($p < 0.05$) con diferencia estadística entre grupos y, para cada grupo, donde los valores obtenidos se encuentran por debajo de los límites máximos reportados (15, 25 y 35mg N/100g). Además, la acumulación de BVNT durante el almacenamiento (-18°C) es indicativo de la continuidad de las actividades proteolíticas y la disponibilidad de fracciones en el agua no congelada a temperaturas bajo cero $> -22^{\circ}\text{C}$ donde aún ocurren reacciones enzimáticas (Medic et al., 2018).

Por último, los valores de TBARs (Figura 10) para todos los grupos a lo largo del almacenamiento fueron alrededor de 0.100-0.240mg MDA/kg carne ($p < 0.05$) con diferencia estadística entre grupos y, para cada grupo. De esta manera, los valores obtenidos durante el almacenamiento se encuentran por debajo del límite máximo reportado (0.7mg MDA/kg). Así mismo, la congelación y posterior descongelación del tejido muscular provoca una acumulación acelerada de TBARs debido al daño de las membranas celulares por los cristales de hielo (Domínguez et al., 2019).

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Bachir, M., & Mehio, A. (2001). Irradiated luncheon meat: microbiological, chemical and sensory characteristics during storage. *Food Chemistry*, 75(2), 169-175.
- Al-Bachir, M., & Zeinou, R. (2009). Effect of gamma irradiation on microbial load and quality characteristics of minced camel meat. *Meat Science*, 82(1), 119-124.
- Bekhit, A., Holman, B., Giteru, S., & Hopkins, D. (2021). Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 280-302.
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M., . . . Ríos, F. (2011). *Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne*. México: SAGARPA.
- Büyükdeveci, M., Boga, E., & Ozyurt, G. (2019). Gamma-irradiation induced effects on biogenic amine formation and quality of frog legs (*Rana esculenta*) during storage. *LWT*, 99, 379-386.
- Da Silva, A. (1988). *Avaliacao composicional de diferentes especies de ras e efeitos do armazenamento a -18°C sobre fracsas proteicas e lipidicas do musculo de ra touro (Rana catesbeiana)*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas.
- De Moura, O. (2000). *Efeito de métodos de insensibilizacao e sangria sobre características de qualidade da carne de ra-touro e perfil das indústrias de abate*. Minas Gerais: Universidade Federal de Vicosa.
- De Oliveira, F., Mesquita, E., Miranda, Z., Rodrigues, E., de Jesus, E., & Teixeira, D. (2010). Evaluation of total volatile bases and pH of irradiated and cooled giant bullfrog (*Lithobates catesbeianus*) meat. *Revista Higiene Alimentar*, 24(190/191), 149-155.
- CXC-30-1983. Código de Prácticas de Higiene para la Elaboración de Ancas de Rana. CAC/RCP 30-1983.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F., Zhang, W., & Lorenzo, J. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 8(10), 429.
- Hsu, K.-C., Liu, D.-C., Ockerman, H., & Tan, F.-J. (2011). Potential uses of mechanically deboned bullfrog (*Rana catesbeiana*) meat to partially replace lean pork to produce emulsified meatballs. *Journal of Food Quality*, 34, 245-251.
- Medić, H., Kušec, I., Pleadin, J., Kozadžinski, L., Njari, B., Hengl, B., & Kušec, G. (2018). The impact of frozen storage duration on physical, chemical and microbiological properties of pork. *Meat Science*, 140, 119-127.
- NMX-F-362-S-SCFI-2011. Productos de la pesca-determinación de bases volátiles totales método de prueba.

Pereira, S. (2017). Aproveitamento do dorso mecanicamente separado da ra-touro (*Lithobates catesbeiana*) na elaboracao de surimi. Joao Pessoa: Universidade Federal da Paraíba.

Pérez, M. & Ponce, E. (2013). *Manual de buenas prácticas de laboratorio*. México: UAM.

Ponce, E., Braña, D., López, L., & Delgado, E. (2013). *Evaluación de la frescura de la carne*. México: SAGARPA.

SAGARPA. (2016). *Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Rana Toro*. México: SAGARPA-SENASICA.