

CONTENIDO MICROBIOLÓGICO DE UNA PASTA ALIMENTICIA ELABORADA CON EL CRUSTÁCEO *Cambarellus montezumae*

Martínez-Quiroz, Nely ^a, Cerón-Ortiz, Ana Nallely ^{a,b}, Montufar-Serrano, Estela ^a, Neria-Cruz, Gabriel ^a y Ángeles-Monroy, Miguel Ángel ^b.

^aIngeniería en Industrias Alimentarias, Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Mixquiahuala de Juárez, Hgo., C.P. 42700, aceron@itsoeh.edu.mx

^bAcuacultura, Centro de estudios Tecnológicos en Aguas Continentales, Tezontepec de Aldama, Hgo., C.P. 42760.

Recibido 31 de octubre de 2018; aceptado 08 de febrero de 2019

Palabras clave:
contaminación, transporte,
transformación

RESUMEN. La industrialización de especies acuáticas como materia prima de alta calidad nutrimental es relevante en la industria alimentaria. Sin embargo, la inocuidad en los procesos de obtención, traslado, transformación y elaboración del alimento debe de ser garantizada antes de ofertar el producto en el mercado. Ante esta área de oportunidad, la presente investigación evaluó el impacto de las condiciones de transporte y eliminación del intestino del crustáceo *C. montezumae* en el contenido microbiológico de una pasta alimenticia. Para lo cual, se realizó una caracterización física y morfológica de los crustáceos a utilizar, la obtención del derivado en polvo a través del secado al horno, la elaboración de la pasta alimenticia y la cuantificación microbiológica. En el proceso T_1 se consideró el transporte tradicional que incluye plantas y pequeños invertebrados localizados en el cuerpo de agua donde se cultivan *C. montezumae*. Además, no se eliminó el intestino del animal antes de su transformación al polvo. El transporte en el proceso T_2 se incluyó plantas artificiales y se evitaron los invertebrados; aunado a ello, se extrajo el tracto intestinal antes de la transformación. En el procesamiento de ambos tratamientos se aplicaron las buenas prácticas de manufactura, durante la transformación y elaboración de la pasta. Los resultados demostraron que el transporte y la eliminación del intestino son puntos críticos en el control de la calidad microbiológica del producto final. Los valores de los análisis microbiológicos indican que T_2 disminuye la carga microbiana en la pasta y lo mantiene en los valores recomendados por las Normas Oficiales Mexicanas y los parámetros de inocuidad microbiológica para consumo humano.

Key words:
pollution, transport,
transformation

ABSTRACT. The industrialization of aquatic species as raw material of high quality nutrimental is relevant in the food industry. However, the safety in the processes of obtaining, moving, processing and elaborating the food must be guaranteed before offering the product in the market. This research evaluated the impact of the conditions of transport and removal of the intestine of the crustacean *C. montezumae* in the microbiological content of a food paste. A physical and morphological characterization of the crustaceans to be used, the obtaining of the derivative in powder through the kiln drying, the elaboration of the food paste and the microbiological quantification were carried out. In the T_1 process, traditional transport was considered, including plants and small invertebrates located in the water body where *C. montezumae* is cultivated. In addition, the intestine of the animal was not removed prior to its transformation to dust. Transport in the T_2 process included artificial plants and invertebrates were avoided. In addition, the intestinal tract was extracted before the transformation. In the processing of both treatments, good manufacturing practices were applied, during the processing and processing of pasta. The results showed that the transport and the elimination of the intestine are critical points in the control of the microbiological quality of the final product. The values of the microbiological analyses indicate that T_2 decreases the microbial load in the pasta and maintains it in the values recommended by the official Mexican norms and the parameters of microbiological safety for human consumption.

INTRODUCCIÓN

Las pastas alimenticias se elaboran con sémola, harina, una combinación de ambas, agua y pueden agregarse otros ingredientes¹. La clasificación de las mismas obedece al ingrediente opcional adicionado en su formulación; por ejemplo, las pastas que contienen verduras, pescado, así como, hierbas se

clasifican como pastas alimenticias especiales². La molécula orgánica en mayor cantidad en una pasta alimenticia simple son los carbohidratos (75%), constituidos por el almidón, polisacárido de lenta digestión y fuente de energía fácilmente aprovechable. Aunque al adicionar nuevos ingredientes a la formulación se impacta

positivamente en la cantidad y calidad de nutrimentos en función de las materias primas incorporadas³. Sin embargo, los nuevos ingredientes también pueden ser vectores de contaminación microbiana, un aspecto relevante en la industria alimentaria toda vez que afecta la salud del consumidor y en casos extremos origina su muerte⁴. Los organismos a determinar dependen del tipo de alimento; pero en general, los grupos microbianos son las bacterias mesófilas aerobias, organismos coliformes (totales y fecales) como *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras⁵. Aunque, en las pastas que contienen derivados cárnicos se recomendaría valorar también el contenido de *Salmonella* debido a la facilidad de esta bacteria de crecer en el tejido muscular animal. El posible origen de la fuente de contaminación debe detectarse a lo largo del proceso de elaboración de producto, y considerar diferentes puntos críticos desde la captura hasta el empaquetado del alimento terminado⁶. Más aún si el ingrediente adicional de la pasta es de origen acuático, debido a que en las zonas de producción o captura existen organismos invertebrados que pueden fungir como vectores de contaminación. Aunado a lo anterior, el contenido interno de microorganismos en el organismo también es una fuente de contaminación no considerada en la elaboración del producto⁷.

Al respecto, los dos puntos antes referidos pueden identificarse cuando se usa al acocil de río *C. montezumae* como ingrediente proteico alterno en la elaboración de una pasta alimenticia. Lo cual hace necesario evaluar el impacto del método de procesamiento en el contenido microbiológico de una pasta alimenticia elaborada con este crustáceo para determinar si cumple con los requisitos microbiológicos establecidos en la norma mexicana referente a pastas alimenticias o fideos en seco⁸.

METODOLOGÍA

El diseño experimental evaluó el impacto de las condiciones de transporte y eliminación del intestino del crustáceo (variables consideradas en el método de transformación) en el contenido microbiológico (variable dependiente) de una pasta alimenticia. Los microorganismos cuantificados en la pasta fueron mesófilos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras. Los métodos de procesamiento se identificaron con T₁ (sin considerar la eliminación del tracto digestivo y uso de plantas naturales) y T₂ (eliminación del tracto digestivo y uso de plantas artificiales). Los resultados se analizaron a través de

estadística descriptiva utilizando la tendencia en el crecimiento de las colonias de los microorganismos.

Los organismos de la especie *C. montezumae* se obtuvieron de los cultivos de engorda de la Unidad de Producción Acuícola del Centro de Estudios en Aguas Continentales (CETAC 02). Los cuales se mantuvieron en un sistema abierto bajo el esquema de un cultivo semi-intensivos con alimentación natural y alimento balanceado (Camaronina 35 de la marca Purina). La longitud corporal de captura se estableció entre los 2.8 y 4 cm desde el rostrum hasta el telson, se utilizaron tanto hembras como machos sin daños en su estructura corporal y en ausencia de muda. Posterior a la captura de los organismos se procedió al transporte de los mismos hacia el lugar de procesamiento. En el tratamiento T₁, los organismos se colocaron en una hielera de plástico marca Coleman con 10 L de agua provenientes de las piletas de cultivo, plantas riparias naturales y plata ionizada al 0.03 %. En el tratamiento T₂, los organismos se trasladaron en una hielera con 10 L de agua purificada, plantas artificiales previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio y la solución de plata ionizada al 0.03 %. En ambos tratamientos los organismos se trasladaron vivos hasta el lugar de procesamiento y se mantuvieron con aireación continua (bomba de acuario de la marca Aquajet 101) hasta la valoración del grado de calidad como materia prima. La selección se realizó mediante la deducción de puntos de acuerdo al grado de primera calidad (90 a 100 puntos) conforme al aspecto general, caparazón, estado de articulaciones, olor de las masas musculares, color de la carne y textura de *C. montezumae* que refiere la norma correspondiente⁹.

El sacrificio de los crustáceos independientemente del tratamiento, se realizó con una punción en la parte superior del cefalotórax mediante el uso de una jeringa estéril; pero a los organismos del tratamiento T₂ se le retiró el tracto digestivo posterior a una incisión en la parte dorsal y la eliminación del mismo mediante una pinza estéril. Posteriormente, los organismos de ambos tratamientos fueron lavados con abundante agua fría purificada y desinfectados a través de la inmersión en una solución preparada con plata ionizada al 0.03% durante 20 min. Los organismos se extrajeron de la solución y el agua en exceso se eliminó con una toalla de papel absorbente. El peso húmedo se obtuvo en una balanza analítica de la marca precisa XT220 y en seguida se colocaron en un horno de la marca

BIOFASE GT-125B hasta la obtención del peso seco¹⁰. El producto seco se trituró de forma circular y continua para obtener un polvo fino de tamaño de partícula inferior a los 0.125 mm. El polvo se almacenó al vacío en bolsas plásticas que fueron guardadas en ausencia de luz y humedad hasta su utilización en la elaboración de la pasta.

La pasta alimenticia se elaboró a base de sémola de trigo, agua y la adición de un concentrado en polvo de *C. montezumae* a una proporción del 20 %. Primeramente, se integró la materia prima sólida y después se agregó el agua potable hasta obtener una masa maleable y suave. La cual se dejó reposar 10 min antes del laminado en forma de tallarín en una máquina laminadora de la marca ATLAS 150 Wellness. El producto se secó a una temperatura de 60°C/8 h en un horno de la marca BIOFASE GT-125B y antes de su envasado se dejó enfriar a temperatura ambiente. Las pruebas microbiológicas se realizaron bajo las Normas Mexicanas mohos y levaduras¹¹, mesófilos aeróbicos¹² y coliformes fecales¹³.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los organismos en su totalidad cumplieron con las características físicas establecidas al inicio del estudio. Los valores promedio de longitud por organismo fueron de 2.95 ± 0.11 cm y un peso de 0.56 ± 0.71 g; en su mayoría hembras, no se encontraron organismos enfermos, todos tenían sus extremidades completas y no se encontraron en estado de muda. Lo anterior es relevante en la industria alimentaria toda vez que el mantener un estándar en las características de la materia prima incrementa la calidad del producto y permite cumplir con la normatividad nacional o internacional para su consumo humano¹⁴. Por ello, es relevante considerar todos los pasos del proceso, desde su forma de cultivo hasta el proceso de transformación¹⁵. Al respecto, se confirmó que las instalaciones de cultivo son una fuente de contaminación cruzada, ya que se identificaron materias extrañas como invertebrados menores, huevos de insectos y algunos arácnidos. Al mismo tiempo, la degradación de materia orgánica procedente de las plantas naturales, alimento remanente y organismos muertos también son fuentes de contaminación microbiana en el estanque. Lo anterior tiene un efecto en el primer método, donde en el transporte se utiliza agua de los estanques y plantas riparias, sustrato que sirve de escondrijo a la fauna de acompañamiento

consistente en invertebrados menores y vector de contaminación cruzada. Lo anterior se elimina bajo los cambios establecidos en el tratamiento T₂, cuyo uso de agua purificada y plantas artificiales previamente desinfectadas elimina este tipo de contaminación, incluyendo el microorganismo que puede estar presente en el agua de cultivo y la fauna de acompañamiento. Resultados similares se aprecian en aves de corral, en donde la contaminación puede presentarse por un manejo y almacenamiento inadecuado del producto¹⁶. Lo anterior es aplicable al cultivo de crustáceos y su transformación en alimentos procesados, toda vez que la productividad primaria animal conlleva aspectos similares de inocuidad en área de cultivo y almacenaje de acuerdo a los diferentes manuales de buenas prácticas de producción que publica SAGARPA-SENASICA^{17, 18, 19}. Además, resalta la necesidad de seguir las tres reglas básicas de la seguridad alimentaria (temperatura, limpieza y separación de los organismos)²⁰.

En ambos tratamientos el 100 % de los organismos llegaron vivos, disminuyendo con ello la proliferación de microorganismos debido a la descomposición de la materia prima. Una fuente de contaminación potencial debido a las tasas de crecimiento que registran las bacterias tras la muerte del animal²¹. Caso específico del estudio por la existencia de bacterias en el ambiente debido al sistema de cultivo. Aunado a lo anterior, la cantidad de agua libre en el tejido cárnico de *C. montezumae* (66 %) refieren una propensión de desarrollo de microorganismos si este no es mantenido en condiciones de refrigeración posterior a su muerte. Por ello, al eliminar el agua del tejido se disminuye el crecimiento microbiano y se incrementa la vida de anaquel del producto²². Actividad realizada en el presente estudio al eliminar el agua libre mediante la deshidratación térmica. A pesar de esto, la exposición de los organismos a 80 °C en el horno, no evitó que el polvo obtenido con organismos del tratamiento T₁ registrara un conteo de microorganismos de acuerdo a lo recomendado en las normas mexicanas^{11, 12, 13}. Resultados contrarios a los obtenidos con T₂, cuya modificación en el transporte y la eliminación del tracto digestivo fueron suficientes para reducir la contaminación cruzada y mantener el número de microorganismos de acuerdo a la normativa. Además, la diferencia de microorganismos en los dos derivados impactó también el contenido microbiológico del producto final. La pasta elaborada con el polvo obtenido en el

tratamiento T₁ mostró un número de organismos mesofílicos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras por encima de las normas oficiales mexicanas correspondientes a diferencia de la pasta elaborada con el polvo obtenido a partir de T₂ (Tabla 1). Lo cual sustenta la importancia de las condiciones de transporte y la eliminación del contenido del tracto digestivo del animal, que su mayoría está constituido por materia fecal donde se alojan algunas bacterias²³.

CONCLUSIONES

La caracterización de la materia prima es importante para la obtención del derivado en polvo, debido a que influye en las características físicas y nutrimentales del producto. El proceso utilizado como parte del tratamiento T₂ disminuyó el contenido de microorganismos en la pasta alimenticia, y los ubica por debajo de los requeridos en las normas mexicanas correspondientes. La extracción del intestino de *C. montezumae* antes de su secado al horno redujo la fuente natural de microorganismos localizados en el tracto digestivo, ya que es origen de una contaminación cruzada.

Tabla 1. Resultados de la cuantificación del contenido de microorganismos presentes en la pasta elaborada con el derivado en polvo de *C. montezumae* de acuerdo al tratamiento T₁ y T₂.

Microorganismo	Norma	Pasta con sémola en T ₁	Pasta con sémola en T ₂
Mesofílicos aerobios	NOM-092-SSA1-1994 Límite Máximo 10 000 UFC/g	Por arriba > 10000 UFC/g	Dentro de los límites 10 000 UFC/g
Coliformes totales	NOM-113-SSA1-1994 Límite máximo ≤ 30 UFC/g	Por arriba > 10000 UFC/g	Dentro de los límites 10 000 UFC/g
Hongos y levaduras	NOM-111-SSA1-1994 Límite Máximo 300 UFC/	Dentro de los límites 300 UFC/g	Dentro de los límites > 300 UFC/g

AGRADECIMIENTOS Y/O RECONOCIMIENTOS

Lo autores del estudio agradecen al ITSOEH y al CETAC 02 por el apoyo económico y de infraestructura proporcionados.

REFERENCIAS

- Casp, A.L. (2003). Procesos de Conservación de Alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 306 pág.
- Callejo, G.M.J. 2002. Industrias de cereales y derivados. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 191-208.
- Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P. M., Del Nobile, M. A. (2007). Effect of carboxymethylcellulose and pregelatinized corn starch on the quality of amaranthus spaghetti. In: *Journal of Food Engineering*. 83, 492-500.
- Dragonetti, J. P. (2011). Evaluación de la frescura en peces de agua dulce. Boletín del Instituto de Investigaciones Pesqueras.
- Tirado, J., Paredes, D., Velázquez, G., Torres, J.A. (2005). Crecimiento microbiano en productos cárnicos refrigerados. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* 5(1), 66-76.
- Pulido, A., Iregui, C., Figueroa, J., Klesius, P. (2004). Estreptococosis en Tilapias (*Oreochromis spp.*) cultivadas en Colombia. *Revista AquaTIC*, 20, 97-106.
- Cerón-Ortiz, A. N., Moctezuma-Reséndiz, O., Ángeles-Monroy, M. Á., Montufar-Serrano, E., León-Escamilla, J. A. (2015). Efecto interactivo del alimento y la calidad de agua en el crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de acocil de río *Cambarellus montezumae*. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(1),131-142.
- NMX-F-023-S-1980, Pasta de harina de trigo y/o semolina para sopa y sus variedades. Normas mexicanas. Dirección general de normas. (Esta norma cancela la NMX-F-023-S-1979). Diario Oficial de la Federación a 9 de julio de 1980
- NMX-FF-042-2001. Productos de la pesca. Crustáceos comestibles frescos refrigerados. Especificaciones. (cancela a la NMX-FF-042-1982). Fish products. Refrigerated fresh edible crustaceous. Specifications. Normas mexicanas. Dirección general de normas. Diario Oficial de la Federación el 9 de agosto de 1999.
- Sorokin, C. (1973). Dry weight, packed cell volume and optical density. 321-343. En: Stein, J.R. (ed.): Handbook of physiological methods. Culture methods and growth measurement. Cambridge University Press, Cambridge.
- Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos. Diario Oficial de la Federación a 10 de mayo de 1995.
- Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, bienes y servicios. método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Diario Oficial de la Federación a 10 de noviembre de 1995.

13. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Diario Oficial de la Federación a 10 de mayo de 1995.
14. Toledo, L., García-Urdaneta, A. (2008). Comparación de la calidad microbiológica de hamburguesa de pollo elaborada en forma artesanal e industrial. *Revista Científica FCV-LUZ*, 18(5), 624-630
15. MERCOSUR/GMC/RES N° 80/96. (1996). Reglamento técnico del MERCOSUR sobre las condiciones higiénico-sanitarias y de buenas prácticas de fabricación para establecimientos elaboradores/industrializadores de alimentos. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/10zq65tCQdT4x6mBOMKzQy01XZWCtTY4M/view>, consultado el 25 octubre del 2018.
16. Uribe, C., Suárez, M. (2006). Salmonelosis no tifoidea y su transmisión a través de alimentos de origen aviar. *Colombia Médica*, 37 (2), 151-158.
17. SAGARPA-SENASICA. (2015). Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo. Disponible en: http://www.puntofocal.gov.ar/doc/r_gmc_80-96.pdf, consultado el 20 de octubre del 2018.
18. SAGARPA- SENASICA. (2016). Manual de buenas prácticas de producción acuícola de rana toro. Disponible en:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/161599/Manual_BPA_Produccion_de_Rana_28-JULIO-2016.pdf, consultado el 20 de octubre del 2018.
19. SAGARPA- SENASICA. (2003). Manual de buenas prácticas de producción acuícola de camarón para la inocuidad alimentaria. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/167789/4_Manual_Camar_n.pdf, consultado el 20 de octubre del 2018.
20. García-Fajardo, I. (2008). Alimentos seguros guía básica sobre seguridad alimentaria. Ediciones Díaz de Santos. España. 151 p.
21. Onega, P.M.E. (2004). Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Nutrición y Bromatología III. Tesis Doctoral. Facultad De Veterinaria. 473p. Disponible en <http://eprints.ucm.es/5138/>, consultado el 26 de octubre del 2018.
22. Fennema, O. R. (2000). Química de los alimentos. Ed: Acribia Zaragoza, España. 1258 p
23. Larenas, J., Zamorano, E. & Smith, P. (2005). Detección de *Piscirickettsia salmonis* en heces de alevines de salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) infectados por transmisión vertical. *Monografías Electrónicas de Patología Veterinaria*, 2(1), 59-67.