

Determinación de las características físico-químicas de los residuos del exoesqueleto del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) de la parroquia Puerto Bolívar, ciudad de Machala, Ecuador

Determination of the physicochemical characteristics of the waste from the exoskeleton of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) from the Puerto Bolívar Parish, City of Machala, Ecuador

Emily Fernanda Arias Camacho¹, Justin Giovanni Medina Ordóñez², Allison Anabelle Ontaneda Buitron³, Jonathan Jair Paccha Paccha⁴, Jean Pierre Rogel Ulloa⁵ y Ofelia Alexandra Granda Morocho⁶

¹<https://orcid.org/0009-0003-1803-4428>. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador, earias8@utmachala.edu.ec

²<https://orcid.org/0009-0003-3588-4483>. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador, jmedina15@utmachala.edu.ec

³<https://orcid.org/0009-0004-2473-3695>. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador, aontaneda4@utmachala.edu.ec

⁴<https://orcid.org/0009-0006-5697-6151>. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador, jpaccha3@utmachala.edu.ec

⁵<https://orcid.org/0009-0005-9557-5302>. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador, jrogel12@utmachala.edu.ec

⁶<https://orcid.org/0000-0001-8850-8180>. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador, ogranda@utmachala.edu.ec

Fecha de recepción: 26/08/2024

Fecha de aceptación del artículo: 08/03/2025



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 4.0 internacional.

DOI: [https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2%20\(junio-diciembre\).12079](https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2%20(junio-diciembre).12079)

Como citar: Arias Camacho, E. F., Medina Ordóñez, J. G., Ontaneda Buitron, A. A., Paccha Paccha, J. J., Rogel Ulloa, J. P. & Granda Morocho, O. A. (2025). Determinación de las características físico-químicas de los residuos del exoesqueleto del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) de la parroquia Puerto Bolívar, ciudad de Machala, Ecuador. Avances Investigación en Ingeniería, 21(2 (junio-diciembre)). [https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2\(junio-diciembre\).12079](https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2(junio-diciembre).12079)

Resumen

Los residuos producidos durante el procesamiento del camarón constituyen un desafío ambiental, pero también representan una oportunidad como fuente de proteínas. El estudio se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud de la Universidad Técnica de Machala, mientras que la caracterización físico-química se hizo en el laboratorio Multianalityca S.A., analizando el exoesqueleto de camarón de la parroquia Puerto Bolívar, en Machala, Ecuador. Se llevaron a cabo análisis de proteína (AOAC 2001.11/volumetría, Kjeldahl), humedad (AOAC 925.10/gravimetría, horno de aire) y cenizas (AOAC 923.03/gravimetría, directo) con dos repeticiones, cuyos resultados mostraron que los porcentajes de proteína, humedad y cenizas se encontraban dentro de los límites establecidos por la norma. El contenido de proteína fue de 47,68 % ($\pm 0,912\%$), la humedad de 13,12 % ($\pm 1,124\%$) y el de cenizas alcanzó 22,34 % ($\pm 0,113\%$), cumpliendo con las normas NTE INEN 465:1980, NTE INEN-ISO 6496 y NTE INEN 467:1980, respectivamente. Este estudio ofrece información valiosa sobre las características físico-químicas de los residuos del exoesqueleto de camarón, lo que abre la puerta a su utilización en diversas aplicaciones, como en los sectores alimentario, agrícola y en la remediación de aguas.

Palabras clave: Camarón, exoesqueleto, físico, residuos, químicas.

Abstract

The waste produced during shrimp processing poses an environmental challenge, but it also represents an opportunity to be utilized as a source of protein. The treatment of these residues was carried out in the laboratories of the Faculty of Chemical and Health Sciences at the Universidad Técnica de Machala, while the physicochemical characterization was conducted at the Multianalityca S.A. laboratory, analyzing the shrimp exoskeleton from the Puerto Bolívar Parish in Machala, Ecuador. Protein (AOAC 2001.11/Volumetry, Kjeldahl), moisture (AOAC 925.10/Gravimetry, Air Oven), and ash (AOAC 923.03/Gravimetry, direct) analyses were performed in duplicate, and the results showed that the percentages of protein, moisture, and ash were within the limits established by the relevant regulations. The protein content was 47.68% ($\pm 0.912\%$), moisture was 13.12% ($\pm 1.124\%$), and the ash percentage reached 22.34% ($\pm 0.113\%$), complying with the NTE INEN 465:1980, NTE INEN-ISO 6496, and NTE INEN 467:1980 standards, respectively. This study provides valuable information about the physicochemical characteristics of shrimp exoskeleton waste, opening the door for its use in various applications, such as in the food, agricultural, and water remediation sectors.

Keywords: Shrimp, exoskeleton, physical, waste, chemical.

1. Introducción

Ecuador es un país privilegiado por su estratégica posición geográfica, sus condiciones climáticas favorables y su gran potencial para la actividad pesquera y acuícola.

El sector camaronero ha experimentado un aumento debido a las exigencias del mercado mundial y la alta demanda, ya que es una buena fuente de proteínas, lo cual lo hace muy apetecible. Este incremento en la producción ha generado gran cantidad de desechos, que adquieren plantas procesadoras de productos alimenticios por sus componentes nutricionales y funcionales [1].

Estos residuos también representan un problema ambiental y, al mismo tiempo, una oportunidad para su aprovechamiento como fuente de proteínas. Se pueden utilizar para diversos fines, como alimentación animal, acuicultura y fertilizantes.

Entre la amplia diversidad de crustáceos, el camarón sobresale como el de mayor relevancia económica, debido a su amplia comercialización y su uso en diversos platos gastronómicos. No obstante, es importante señalar que una proporción significativa del peso total del camarón, estimada entre 48 % y 60 %, corresponde a partes no destinadas directamente al consumo humano. La parte no comestible está compuesta por el exoesqueleto, la cabeza y la cola [2].

La mayor parte de los residuos en la industria camaronera se desechan: sin embargo, se pueden usar si se extraen los compuestos químicos contenidos en sus exoesqueletos, como el quitosano y la quitina, que pueden obtenerse mediante un simple proceso de desacetilación química y se pueden utilizar en diversas aplicaciones [3].

Los residuos derivados del procesamiento del camarón son ricos en diversos componentes, como se detallan en la tabla 1. Se pueden

aprovechar en la industria farmacéutica, la producción de papel, el sector cosmético, en el ámbito alimenticio y en el sector biotecnológico[4].

Tabla 1. Contenido de sustancias de los residuos del camarón.

Parámetros	Composición (%)
Agua	10
Proteína bruta	46
Extracto etéreo	2,60
Fibra cruda	14
Extracto libre de nitrógeno	2,60
Cenizas	25
Calcio	8,70
Fósforo	1,50

Fuente: [4].

Los residuos procedentes de la industria camaronera constituyen hoy la fuente más importante de exoesqueletos, generando millones de toneladas. Las investigaciones sobre la extracción de quitosano se han centrado en el aprovechamiento de estos subproductos industriales [5].

El presente proyecto de investigación se centra en la determinación de las características físico-químicas de los residuos del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) provenientes de la parroquia Puerto Bolívar, ubicada en Machala, Ecuador.

2. Metodología

Este trabajo se desarrolló con el método científico, direccionado hacia el cumplimiento del objetivo planteado.

Además de la revisión bibliográfica, se hizo un estudio empírico para acondicionar y analizar las características físico-químicas de

los residuos de camarón.

2.1. Materia prima

El estudio se hizo sobre 200 gr del exoesqueleto de camarón obtenido de la parroquia Puerto Bolívar.

2.2. Acondicionamiento de la cascara de camarón

Preparar bien las cáscaras de camarón es un paso importante para realizar el análisis de proteína, humedad y cenizas, lo cual asegura obtener datos precisos.

Recolección de las cáscaras del camarón.

Las cáscaras se recolectan en circunstancias higiénicas, generalmente congeladas para evitar su degradación. En caso de que el análisis no se realice de forma inmediata, es importante almacenarlas adecuadamente, por lo general a temperaturas muy bajas (alrededor de -20 °C) para prevenir la degradación de las proteínas y el crecimiento microbiano. Esto asegura que las propiedades se mantengan hasta el momento del análisis.



Figura 1. Recolección de las cáscaras de camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Fuente: Elaboración propia.

Limpieza: Primero, se lavan con agua destilada para eliminar contaminantes como arena o partículas orgánicas. En ciertas ocasiones, las cáscaras se pueden desinfectar con soluciones diluidas de hipoclorito de sodio para reducir la carga microbiana. Posteriormente, se deben realizar enjuagues

repetidos con agua destilada para asegurar que no queden residuos de desinfectantes. Este proceso garantiza que las muestras estén muy limpias antes de ser analizadas.



Figura 2. Limpieza de las cáscaras de camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Fuente: Elaboración propia.

Secado: Se hace al aire, en una estufa a baja temperatura o mediante liofilización para eliminar la humedad.



Figura 3. Secado en horno de las cáscaras de camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Fuente: Elaboración propia.

Molienda: Las cáscaras secas se deben triturar en partículas más pequeñas con la ayuda de un molino. Esto facilita el incremento del área superficial, garantizando mayor eficacia a la hora de realizar los análisis [6].



Figura 4. Cáscaras de camarón (*Litopenaeus vannamei*) molidas.

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Método de determinación de proteína de la cáscara de camarón

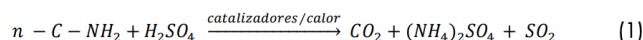
Existen diversas técnicas para determinar la cantidad de proteína de un alimento. Entre estas, se encuentra el método Kjeldahl.

2.3.1. Método Kjeldahl

Procedimiento que determina la concentración de nitrógeno en una muestra. El nivel de proteína se estima estableciendo una relación proporcional entre el nitrógeno detectado y la proteína presente. El proceso se divide en tres fases [7]:

2.3.1.1. Etapa de digestión

La muestra se lleva a un proceso de digestión mediante la combinación de ácido sulfúrico y un agente catalizador. Esta reacción transforma el nitrógeno presente en la muestra en sulfato de amonio, según la ecuación 1 [7].

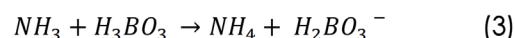
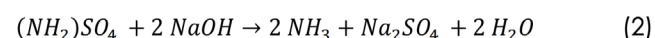


Procedimiento: Se coloca una parte de la muestra, entre 1 y 5 gr, en un tubo de mineralización. Se añaden 3 gr de un catalizador, que puede componerse de sales de cobre, óxido de selenio u óxido de titanio. Comúnmente, se emplea una mezcla de sulfato de potasio y sulfato de cobre como

catalizador. A continuación, se incorporan 10 mL de ácido sulfúrico concentrado y 5 mL de peróxido de hidrógeno. La mezcla se somete a digestión a 420 °C por un período que puede variar, de acuerdo con la cantidad y naturaleza de la muestra. El proceso de digestión se considera completo cuando la solución adquiere un característico tono verde esmeralda [7].

2.3.1.2. Etapa de destilación

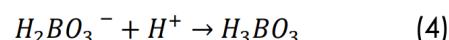
Este proceso implica la destilación del amoníaco que se ha liberado, como se muestra en la ecuación 2. Este amoníaco se captura en una solución que contiene ácido bórico, según la ecuación 3 [7].



Procedimiento: Tras la fase de enfriamiento, se añaden 50 mL de agua destilada al tubo en el que se dio la digestión. Luego, se vierte una cantidad abundante (aproximadamente 50 mL) de hidróxido de sodio 10 N para elevar significativamente la alcalinidad del medio, lo cual provoca la liberación del amoníaco proveniente de las sales amónicas. Durante el proceso de destilación, el vapor de agua introducido en el tubo arrastra consigo el amoníaco liberado, que posteriormente se captura en una solución de ácido bórico [7].

2.3.1.3. Etapa de valoración

El nitrógeno amoniacial se determina mediante titulación ácido-base del ion borato, utilizando ácido sulfúrico o clorhídrico, junto con un indicador mixto, que consiste en una mezcla alcohólica de rojo de metilo y azul de metileno, como se observa en la ecuación 4. El ácido consumido equivale al amoníaco destilado, determinando así el nitrógeno en la muestra [7].



2.4. Método de determinación de humedad

2.4.1. Gravimetría

Esta técnica se usa para determinar la cantidad de un analito con base en la masa de un sólido. Implica la conversión del analito en una forma insoluble mediante una reacción química, seguido de su filtración, secado y pesaje. La precisión de la gravimetría depende de la pureza y estabilidad del precipitado formado. Se utiliza con frecuencia debido a su exactitud y sencillez en la determinación de concentraciones [8].

2.4.2. Horno de aire

La determinación de humedad por horno de aire consiste en pesar una muestra, secarla a 105-110 °C hasta peso constante, enfriarla en un desecador y pesarla de nuevo. El porcentaje de humedad se determina comparando el peso de la muestra antes y después del análisis, basándose en la reducción de masa observada [3].

2.5. Método de determinación de cenizas

La ceniza de un alimento es un residuo inorgánico tras la quema de la materia orgánica. Es útil para identificar la autenticidad del alimento y detectar adulterantes. La determinación implica carbonizar la muestra, incinerarla en la mufla y calcular el total de cenizas por diferencia de peso [9].

2.5.1. Gravimetría por método directo

Se recolecta el material volátil por medio de la absorción del vapor o gas en un absorbente o medio óptimo /o la condensación del vapor, de estado líquido o sólido. Generalmente, este método incluye reactivos o tratamientos para generar dichos productos volátiles y a menudo es una fase en la determinación de un componente para una muestra [8].

2.6. Procedimiento experimental

2.6.1. Materiales

La determinación de proteínas en la cáscara de camarón requiere diversos equipos, dependiendo del método analítico que se utilice.

En el método Kjeldahl se utilizan los siguientes:

Digestores automáticos: Son equipos diseñados para tratar simultáneamente múltiples muestras en un intervalo de tiempo específico.



Figura 5. Unidad de digestión.

Fuente: [7].

Unidad de destilación: Su función es alcalinizar la muestra previamente procesada o digerida, provocando la liberación del nitrógeno en forma de gas amoníaco.



Figura 6. Unidad de destilación.

Fuente: [7].

Titulador: Mide el contenido de nitrógeno mediante titulación.

2.6.2. Reactivos

Se estima que en los métodos se utilizan los siguientes reactivos:

Ácido sulfúrico: Se emplea en la fase de digestión para descomponer la materia orgánica procedente de la muestra.

Catalizador: Normalmente se utiliza una combinación de sulfato de potasio (K_2SO_4) con selenio o cobre para facilitar el proceso de digestión.

Hidróxido de sodio: Funciona como una base fuerte, capaz de neutralizar el ácido mediante una reacción ácido-base, luego del proceso de digestión.

Ácido bórico: Sirve para absorber el amoníaco liberado durante la destilación.

2.7. Diagrama de flujo

La figura 7 ilustra las etapas del proceso en el análisis de las cáscaras de camarón, desde la recepción de la muestra hasta la caracterización de sus propiedades físico-químicas.

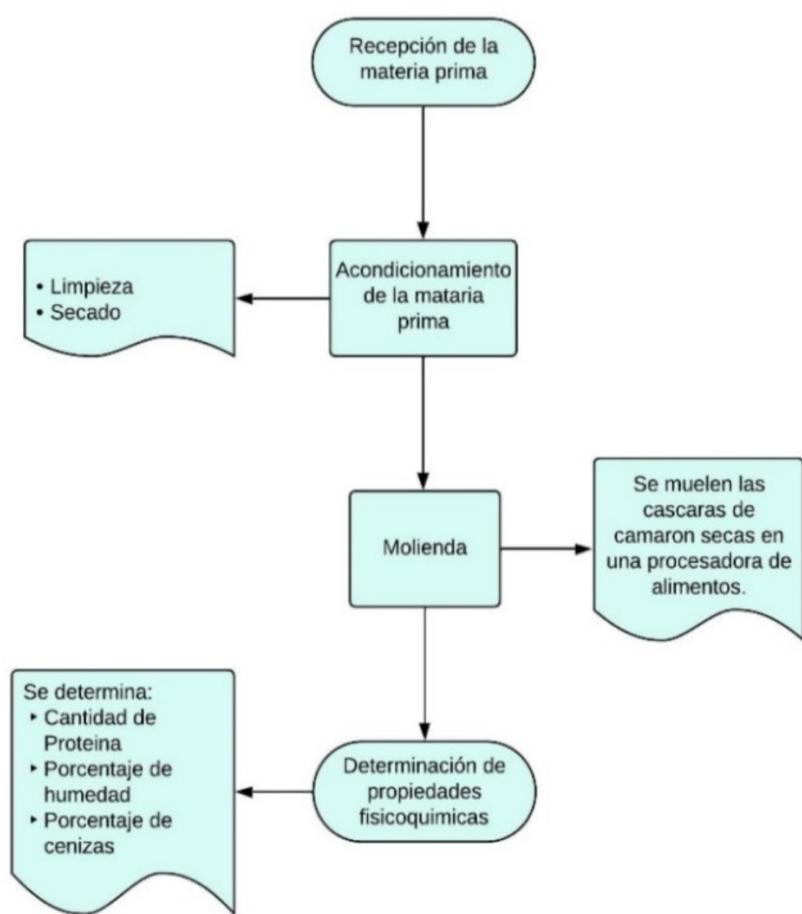


Figura 7. Diagrama de flujo para la evaluación de las características físico-químicas de las cáscaras de camarón (*Litopenaeus vannamei*).

Fuente: Elaboración propia.

3. Discusión y resultados

Este estudio de investigación se centró en analizar las características físico-químicas de los residuos de exoesqueleto del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) provenientes de la parroquia Puerto Bolívar, de Machala, Ecuador. Los resultados obtenidos para proteína, humedad y cenizas se presentan a continuación (tabla 2).

Tabla 2. Análisis fisico-químicos del exoesqueleto del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*).

Muestra	Proteína	Humedad	Ceniza
Exoesqueleto	47,68	13,12	22,34
	±0,912	±1,124	±0,113
Camarón	%	%	%

Fuente: Laboratorios Multianalityca S.A y elaboración propia.

3.1. Contenido de proteína

Los análisis determinaron que el exoesqueleto de camarón contiene $47,68 \pm 0,912\%$ de proteína, un valor ligeramente superior a los reportados en otros estudios, como [10], con $41,23 \pm 1,50\%$, [11] con $40,67 \pm 0,66\%$ y similar al $49,72 \pm 0,09\%$ reportado por [12]. Este resultado se encuentra dentro del rango de 20 a 40 % y es consistente con el 40,6 %, de acuerdo con la bibliografía consultada. Las variaciones observadas pueden atribuirse a diferencias en la especie de camarón, como longevidad, ciclo reproductivo, ubicación geológica, estado fisiológico, dieta y género de los especímenes utilizados en cada estudio.

3.2. Porcentaje de humedad

Mediante el valor de humedad se puede establecer la conservación y estabilidad de un producto [13].

El contenido de humedad fue de $13,12 \pm 1,124\%$, superior al $9,38 \pm 0,22\%$ reportado por [10] y al $11,30 \pm 0,04\%$ de [11], pero significativamente menor que el $43,75 \pm 0,01\%$ reportado por [12]. Este valor se encuentra dentro del rango de 3,3 % a 14,1 % reportado en la bibliografía para harinas de subproductos de camarón. Las diferencias observadas podrían deberse a variaciones en los métodos de secado, procesamiento y almacenamiento de las muestras antes del análisis, así como a la influencia de factores ambientales propios de cada región geográfica.

El valor del porcentaje de humedad obtenido cumple con la norma NTE INEN 1829 [14]. El límite máximo permisible es del 13 %, que comparado con el 13,12 % obtenido no está muy alejado del requerimiento de la norma.

3.3. Contenido de ceniza

El contenido de cenizas fue de $22,34 \pm 0,113\%$, menor que el $27,10 \pm 1,43\%$ reportado por [10] y el $27,48 \pm 0,62\%$ de [11], pero mayor que el $14,8 \pm 0,08\%$ reportado por [12]. Este resultado se encuentra dentro del rango de 12,8 % a 35,9 % reportado en la bibliografía. El alto contenido de cenizas se atribuye principalmente a la presencia de minerales en el exoesqueleto, especialmente calcio y fósforo. Las variaciones observadas podrían estar relacionadas con diferencias en la composición mineral de los camarones, influenciada por factores ambientales y alimenticios.

Conclusiones

El porcentaje de proteína reveló un contenido de $47,68 \pm 0,912\%$, lo que está en concordancia con las medias reportadas por otros autores. En cuanto a la humedad, se obtuvo un valor de $13,12 \pm 1,124\%$, que también se encuentra dentro del rango promedio de las comparaciones realizadas. Por otra parte, el porcentaje de cenizas fue de $22,34 \pm 0,113\%$, siendo este el valor más bajo en comparación con los reportes de otros autores. Estos tres parámetros indican que los análisis

físico-químicos de la harina de camarón se sitúan dentro de los límites establecidos por las normativas pertinentes y son consistentes con los resultados de estudios previos, lo que respalda su viabilidad para diversas aplicaciones.

Los residuos de camarón analizados presentan un contenido de proteína similar al reportado en otros estudios, una humedad dentro de los rangos promedio y un porcentaje de cenizas ligeramente inferior a lo reportado por otros autores.

Estos resultados sugieren que los residuos cumplen con los estándares de calidad establecidos para una harina y se puede utilizar en diversas aplicaciones, como la alimentación animal o la elaboración de productos funcionales. La consistencia con investigaciones previas refuerza la validez de los análisis realizados y la idoneidad de este subproducto del camarón para su aprovechamiento.

Referencias bibliográficas

1. E. Salas y O. Rene, "Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera de Ingeniería Acuícola Machala 2021".
2. L. Á. Cabanillas Bojórquez, É. P. Gutiérrez Grijalva, y J. Basilio Heredia, "Desechos de camarón: un coctel de oportunidades para la industria", may 2020. Consultado el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.amc.edu.mx/revisacionline/X1_71_4_1274_Desechos-Camaron.pdf.
3. H. H. Estrada, C. E. Restrepo, H. G. Saumett, y L. Pérez, "Osmotic dehydration and hot air drying on mango, guava and lemon to obtain functional ingredients", Información Tecnológica, vol. 29, núm. 3, pp. 197–204, jun. 2018, doi: 10.4067/S0718-07642018000300197.
4. D. A. Granda Mera y M. J. Delgado Macías, "Cobertura de exoesqueleto del camarón (*Penaeus vannamei*), como sustituto de la apanadura en la calidad y aceptabilidad del rebozado de camarones apanados", jul. 2023. Consultado el 9 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/2121/1/TIC_AI38D.pdf.
5. H. Hernández Cocoletzi, E. Águila Almanza, O. Flores Agustín, E. Viveros Nava, y E. Ramos Cassellis, "Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón", jul. 2009. Consultado el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-35212009000300012&script=sci_abstract.
6. J. A. Andrade Ortega, R. López Villaseñor, C. A. Ramírez Barragán, y E. Delgado Fornué, "Remoción de ácido carmínico de sistemas acuosos usando materiales derivados de la cáscara de camarón", sep. 2017. Consultado: el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326069200_Remocion_de_acido_carminico_de_sistemas_acuosos_usando_materiales_derivados_de_la_cascara_de_camaron.
7. E. García Martínez e I. Fernández Segovia, "Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte", jun. 2012. Consultado el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/16338>.
8. S. Katherine, "Métodos gravimétricos". Consultado el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/14531/1/tema%203%20Gravimetr%C3%ADA.pdf>.
9. G.J. Guillermo Jacob y E.D. Rivera Sánchez, "Determinación del análisis bromatológico proximal y minerales en puus a base de zea mays (maíz) comercializada dentro y en los alrededores del campus central de la universidad del Salvador", 2016. Consultado el 1.º de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ues.edu.sv/items/9ced18aa-0d4e-4c8a-8143-4c35286aaaa9>.
10. C. Curbelo Hernández y Y. Palacio Dubois, "Tratamiento químico de residuos de camarón para la obtención de quitina", 2021.
11. C. Salas-Durán, A. Chacón-Villalobos, y L. Zamora-Sánchez, "La harina de cefalotórax de camarón en raciones para gallinas ponedoras", Agronomía Mesoamericana, vol. 26, núm. 2, p. 333, jun. 2015, doi: 10.15517/am.v26i2.19327.

12. A. Amador-Mendoza et al., "Evaluation of combined processes: chitin purification from shrimp (*Penaeus sp*) and grasshopper (*Sphenarium purpurascens*) exoskeletons", Tropical and Subtropical Agro-ecosystems, vol. 25, núm. 3, sep. 2022, doi: 10.56369/TSAES.4240.
13. C. K. González Cano, E. K. Granados Medrano, y A. D. Tobar Romero, "Aprovechamiento del subproducto de la cola de camarón para reducir su desperdicio e incorporarlo en la dieta de los pollos de engorde en mini agencia González, Ahuachapán". Consultado el 1.^o de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://redicces.org.sv/jspui/handle/10972/4434>.
14. INEN, "Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1829:2014". Consultado el 1.^o de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/426618183/norma-tecnica-nten-1829-1r>.
15. G. Bonilla Nepomuceno, "Implementación de análisis bromatológicos (grasas totales, cenizas, humedad y fibra cruda) en la empresa Alimentos Tenerife", abr. 2017. Consultado el 1.^o de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://reini.utcv.edu.mx/handle/123456789/343>.
16. J. C. Belandria y N. J. Morillo, "Amino acid profile and pigment content in shrimp waste meal", 2013. Consultado el 31 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ve.scielo.org/pdf/zt/v31n1/art02.pdf>.
17. J. A. Cobo Chica., A. J. Suárez Villa, y E. L. Falcones Molina, "Sistema de gestión de calidad para el proceso de elaboración de harina de exoesqueleto de camarón (hec)", feb. 2024, Consultado el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1175/4319>.
18. E. Marsan, "¿No consumes la cabeza del camarón? Conoce los beneficios que tiene comer los desechos de este alimento". Consultado el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.infobae.com/mexico/2024/03/01/no-consumes-la-cabeza-del-camaron-conoce-los-beneficios-que-tiene-comer-los-desechos-de-este-alimento/#:~:text=La%20astaxantina%20es%20el%20pigmento,industria%20farmac%C3%A9tica%2C%20cosm%C3%A9tica%20y%20alimenta>.
19. M. Luján, "Cabeza de camarón: de residuo a alimento". Consultado el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://aquahoy.com/cabeza-camaron-residuo-alimento/>.
20. J. Bustamante, R. Quiñones, M. Salcedo, y E. Chalapud, "In vivo test of a concentrate for fish, made with flour of Matarra-tón (*Gliricidia sepium*) and shrimp shell in the stage of fattening of commercial fish: Red Tilapia (*Oreochromis mossambicus*), Sabalo (*Prochilodus nigricans*) and Black Cachama (*Colossoma macropomum*)", 2018, doi: 10.23850/2389-9573.666.
21. H.J. H. Baque Harold y J. A. Neira Mosquera, "Estudio de quitosano extraído a partir de dos crustáceos; camarón blanco (*Litopenaeus setiferus*) y camarón cebra (*Rimapenaeus faoae*) y su aplicación como clarificante en la industria licorera", 2020. Consultado el 30 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/f5f05f8c-b3ba-492bae4a-37ba27022eeb>.