

Abstract

Octocorals are a class of anthozoans that includes more than 3,500 nominal species of corals, primarily non-stony (e.g., soft corals, sea fans, and sea pens), distributed among more than 75 families. They can be found from shallow waters to deep seas and in all marine ecoregions. The physicochemical composition of these organisms can vary considerably depending on species-specific factors, such as the anatomical portion used and stage of development, as well as extrinsic factors related to habitat, time of year, and others. *Unomia stolonifera*, native to the Indo-Pacific, is an exotic soft coral species within Mochima National Park. Its presence has caused considerable controversy, not only due to the impact of the biological invasion but also because of suspicions surrounding potential economic gains. The bromatological composition of the octocoral was determined by monthly measurements of the physicochemical parameters: pH, moisture, ash, fats, and proteins, following the methodologies established by the COVENIN standards (1220:1999, 1156-1979, 1315-79) and the AOAC 1980 standard. The average values obtained during the study in fresh octocoral tissue were: pH 5.24, moisture 85.32%, fats 4.11%, ash 4.77%, and proteins 5.78 mg/g. *Unomia stolonifera* is a species composed primarily of water, with an acidic pH that could be unpalatable to potential predators. Its fat levels are low compared to other soft corals, so considering its potential use as animal feed is not advisable.

Keywords: soft coral, parameters, characterization

Resumen

Los octocorales son una clase de antozoos que albergan más de 3500 especies nominales de corales principalmente no pétreos (p. ej., corales blandos, abanicos de mar y plumas de mar) distribuidos en más de 75 familias. La composición fisicoquímica de los organismos puede variar notablemente en función de factores propios de la especie, así como la porción anatómica utilizada y etapa de desarrollo, además de factores extrínsecos referidos al hábitat, época del año, entre otros. *Unomia stolonifera* originaria del Indo Pacífico, es una especie exótica de coral blando dentro del Parque Nacional Mochima, cuya presencia ha causado gran revuelo, no solo por el impacto de la invasión biológica, sino también por la suspicacia que ha generado el hecho de poder sacar algún beneficio económico. Se determinaron mensualmente parámetros físicos químicos como pH, humedad, cenizas, grasas y proteínas, siguiendo las metodologías establecidas por las normas COVENIN y la A.O.A.C. 1980. Los valores promedio obtenidos durante el estudio en tejido fresco del octocoral fueron: pH 5,24, humedad 85,32 %, grasas 4,11%, cenizas 4,77 % y proteínas 5,78 mg/g. *Unomia stolonifera* es una especie conformada principalmente por agua, con un pH ácido que pudiera resultar desagradable para posibles depredadores. Sus niveles de grasa son bajos comparados con otros corales blandos, por lo que pensar en potenciales usos como alimento para animales no es conveniente.

Palabras clave: coral blando, parámetros, caracterización.

Evaluación fisicoquímica preliminar del coral *Unomia stolonifera* (Cnidaria: Octocorallia) de la bahía de Mochima, estado Sucre Venezuela.

(Preliminary physicochemical evaluation of the coral
Unomia stolonifera (Cnidaria: Octocorallia) from
Mochima Bay, Sucre state, Venezuela)

¹Osmicar Vallenilla, ²Sinatra Salazar, ³Carol
Lárez, ⁴Rosa, Arcila, ⁵Henry Salazar, ⁶Migdalia
Arcia, ⁷Ruben Penotts

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
(INIA/Sucre). ²Instituto Oceanográfico de Venezuela
(IOV-UDO). ^{3,5,7}Fundación Instituto de Estudios
Avanzados (IDEA Mochima) ⁴Postgrado en Ciencias
Marinas IOV-UDO. ⁶Departamento de Biología UDO
osmicaruptos@gmail.com

Recibido: 14/07/2025; Aceptado: 13/04/2026

Introducción

Unomia stolonifera es una especie exótica de coral blando del cual se desconoce con certeza el mecanismo de su introducción en las costas del estado Sucre, Venezuela, su presencia ha sido documentada desde el año 2005 (Ruiz Allais *et al* 2014). Reubicada taxonómicamente por Benayahu *et al.* (2021), tras haber sido inicialmente identificada erróneamente como *Xenia sp.*, durante los primeros registros de su invasión. Actualmente, esta especie ocupa vastas extensiones dentro del Parque Nacional Mochima (PNM), tanto en la jurisdicción del estado Anzoátegui como en la del estado Sucre. Su proliferación se evidencia en diversos

ecosistemas como litorales rocosos y arenosos, arrecifes coralinos, praderas de fanerógamas y manglares (Ruiz-Allais *et al.*, 2014; Benayahu *et al.*, 2021; Salazar, 2023).

U. stolonifera no presenta depredadores conocidos ni evidencia de organismos competidores, lo que ha permitido su expansión sin mecanismos de control ecológico. Esta situación ha resultado en el desplazamiento de la fauna sésil nativa y en una disminución de la biodiversidad marina local (Larez *et al.* 2024; Salazar *et al.* 2024; Salazar 2025). Dado el impacto ecológico ocasionado, es crucial profundizar en el conocimiento biológico de este octocoral invasor para diseñar estrategias de control y mitigación. En este contexto, los análisis fisicoquímicos constituyen una herramienta fundamental para caracterizar con especial énfasis en sus propiedades físicas y en la composición de sustancias presentes (proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales, vitaminas, contaminantes metálicos, residuos de plaguicidas, toxinas y antioxidantes) y sus respectivas concentraciones. Este enfoque permite una evaluación nutricional y toxicológica del organismo, siendo de gran relevancia para áreas como la bioquímica, medicina y ciencias farmacéuticas (Méndez, 2020).

Salazar (2023; 2025) destaca que la invasión de *U. stolonifera* en el PNM ha generado interés no solo por sus efectos ecológicos, sino también por el interés emergente como potencial recurso alimentario en la elaboración de alimentos para animales de cría. Aunque no se cuenta con estudios previos sobre su composición química, el presente estudio propone una caracterización preliminar orientada a delinear sus componentes, posibles funciones biológicas y aplicaciones futuras. El objetivo es proporcionar una base de datos inicial que facilite el entendimiento de su biología, permita evaluar riesgos y beneficios ecotoxicológicos y sirva de apoyo para investigaciones dirigidas a la valoración de su utilidad.

Metodología

Se recolectaron mensualmente (entre marzo y diciembre de 2024) muestras frescas de *U. stolonifera* en la Bahía de Mochima (estado Sucre, Venezuela), específicamente en el muelle de la Fundación Instituto de Estudios Avanzados IDEA (Figura 1).

Las muestras completas entre 250 y 300, se trasladaron en bolsas plásticas al laboratorio, donde se dejaron escurrir y luego se homogenizaron para realizar por duplicado los análisis descritos a continuación:

pH

Se siguió la Norma: COVENIN 1315-79. Se pesaron 10 g de muestra homogenizada en balanza analítica (U.S) Solid Modelo db-587-210g de 0,0001 mg de apreciación y se mezclaron con 90 ml de agua destilada

en un beaker. Se agitó la mezcla y se realizó la medición utilizando un pH metro marca Orión Modelo Star III.

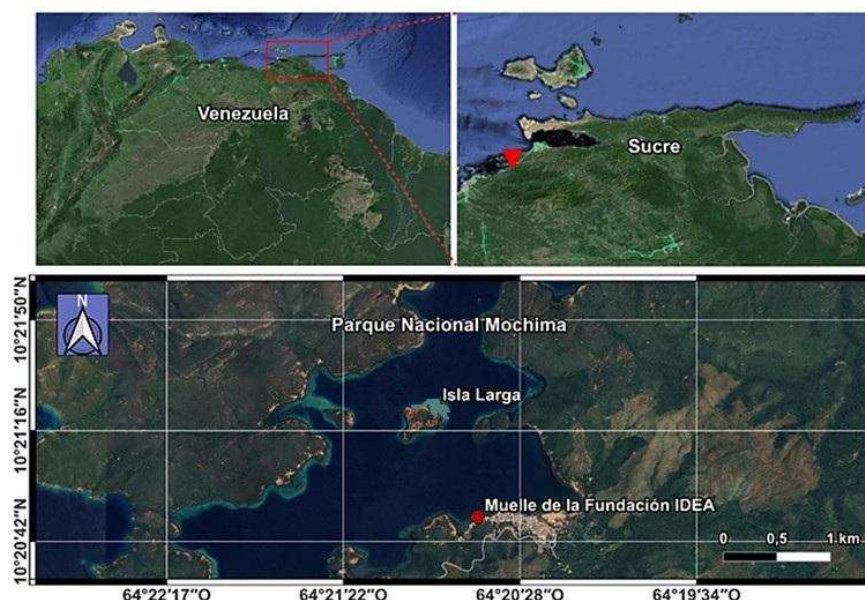


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio dentro de la bahía de Mochima, estado Sucre, Venezuela.

Humedad

Se determinó siguiendo Norma: COVENIN 1156-1979. Se pesaron entre 5 y 10 g de muestra homogenizada en cápsulas de porcelana, utilizando una balanza analítica (U.S) Solid Modelo DB-587-210g de 0,0001 mg de apreciación y se colocaron en una estufa de secado de convención natural de 180 lts modelo SLN 180, a 100 - 105 °C durante 2 horas. Las muestras fueron enfriadas en un desecador por 30 minutos antes de ser pesadas. Este proceso se repitió de forma intercalada hasta alcanzar peso constante. El resultado se expresó como porcentaje de humedad.

Contenido de cenizas

Se determinó siguiendo la metodología establecida en la Norma: COVENIN 1220:1999. Se colocaron entre 2 y 5 g de muestra homogenizada en un crisol previamente pesado, utilizando una balanza analítica (U.S) Solid Modelo DB-587-210g de 0,0001 mg de apreciación. Se calentó hasta carbonización en una plancha de calentamiento (Thermolyne Modelo Nuevo II Stir Platey), luego se trasladó a una mufla Thermolyne Mod F-C-1525M a 550 °C por 4 horas. Posteriormente, se enfrió en un desecador y se pesó en una balanza analítica. Los resultados se expresaron como porcentaje de ceniza.

Contenido de grasa

Se hizo la extracción de acuerdo a Bligh & Dyer modificado; AOAC (1980). Se pesaron 10 g de muestra homogenizada en un balón de decantación con metanol y agua en proporciones tales que se forme una sola fase miscible con el agua de la muestra. Se pesaron 10 g de muestra homogenizada en una balanza analítica, en un balón de decantación de 250 ml, se adicionaron 50 ml de metanol y 50 ml de cloroformo, y se agitó durante 10 minutos. Se añadieron 40 ml de agua, agitándose nuevamente y dejándose reposar hasta la separación de fases. Se extrajeron 20 ml de la capa inferior con pipeta volumétrica y se trasladó a cápsula de porcelana de 100 ml previamente pesado. Se llevó a baño de María, marca Kalstein, Mod: 25-YRD para evaporar los solventes, luego seguido por 2 horas en estufa. Seguidamente se enfrió en desecador y se pesó. Los resultados se expresaron como porcentaje de grasas

Contenido de proteínas

El contenido de proteínas totales se determinó mediante el método de Biuret (Fuentes-Paredes *et al.*, 2012), basada en la formación de un complejo coloreado entre iones Cu^{2+} y grupos NH de enlaces peptídicos en medio básico. La intensidad del color obtenido es directamente proporcional a la concentración de proteínas. La técnica se basa en la formación de un complejo coloreado entre iones Cu^{2+} y grupos NH de enlaces peptídicos en medio básico. La intensidad del color obtenido es directamente proporcional a la concentración de proteínas. Se preparó una curva estándar utilizando albúmina de suero bovino (0,1 mg/ml). Luego se midió la absorbancia de la muestra a 540 nm utilizando un espectrofotómetro marca Mapaca Modelo V-1150, con densidad de onda de 0- 1200 nm. Los resultados se expresaron en mg/g.

Resultados y Discusión

pH

La Figura 2 presenta los valores promedio de pH en tejido homogenizado de *Unomia stolonifera* durante los meses de muestreo. El valor más bajo fue registrado en marzo (4,97), mientras que el más elevado se observó en septiembre (5,54).

Este rango ácido del pH sugiere la presencia de compuestos orgánicos que podrían estar relacionados con procesos metabólicos activos o con mecanismos de defensa de la especie frente al entorno marino. El pH del tejido puede influenciar su estabilidad bioquímica, lo que podría tener implicaciones en su potencial uso como insumo bioactivo o nutricional.

Las fluctuaciones en el pH del tejido pueden ser indicativas de cambios fisiológicos en *Unomia stolonifera*, posiblemente relacionados con procesos metabólicos, la captación de nutrientes, o la respuesta

al estrés ambiental. En los ecosistemas acuáticos, tanto la media como la varianza de varios factores abióticos, como la temperatura, el pH y la salinidad, desempeñan un papel crucial en la configuración de las comunidades biológicas (Gattoni, K 2022). Si bien la temperatura y el pH son reconocidos como factores abióticos clave que influyen en los ambientes acuáticos. Uno de los parámetros más importantes es el papel que tiene el pH en la fisiología que impulsa la calcificación. Recientemente se identificó la presencia de transportadores de amonio (NH_4^+) en el coral *Tubastraea* spp., y en las células calicoblásticas del coral *Stylophora pistillata*, los cuales tienen la función de amortiguar el exceso de H^+ producidos por las reacciones químicas en el sitio de calcificación (Capasso *et al.*, 2022).

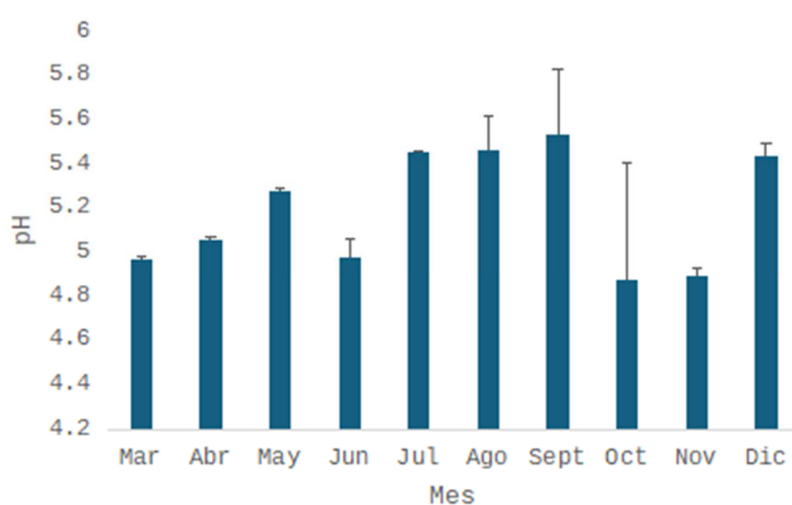


Figura 2. Valores promedio de pH en tejido fresco durante los meses de muestreo en *Unomia stolonifera* de la bahía de Mochima, estado Sucre Venezuela.

Humedad

La Figura 3 muestra la variabilidad de humedad obtenida en las muestras, con valores entre 83,47 % (octubre) y 87,73 % (septiembre). En organismos vivos, el agua se presenta en forma libre y combinada. Esta última está químicamente asociada a proteínas, polisacáridos y estructuras coloidales, generando variabilidad interespecífica en el contenido hídrico. Según FAO (1991), *U. stolonifera* supera el 80 %, lo que respalda observaciones previas en octocorales con bajo contenido de materia orgánica (Asanka *et al.*, 2018). Sin embargo, estudios en *Dendronephthya gigantea* reportan valores de humedad tan bajos como 1,97 % (Jayawardena *et al.*, 2022), evidenciando la diversidad fisiológica dentro del grupo.

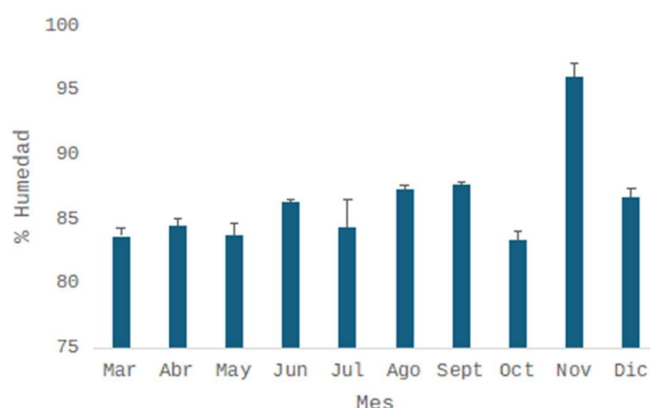


Figura 3. Valores promedio del porcentaje de humedad durante los meses de muestreo en *Unomia stolonifera* de la bahía de Mochima, estado Sucre Venezuela.

Grasas

Los porcentajes promedio de grasa se presentan en la Figura 4, variando entre 2,51 % (septiembre) y 6,48 % (marzo). Las grasas son definidas como ésteres de glicerol y ácidos grasos, son esenciales en la estructura y función celular. Mientras que Asanka *et al.* (2018) describen contenidos inferiores al 2 % en corales blandos, los valores obtenidos en *U. stolonifera* son relativamente altos, y similares a los informados por Jayawardena *et al.* (2022) en *Dendronephthya gigante*.

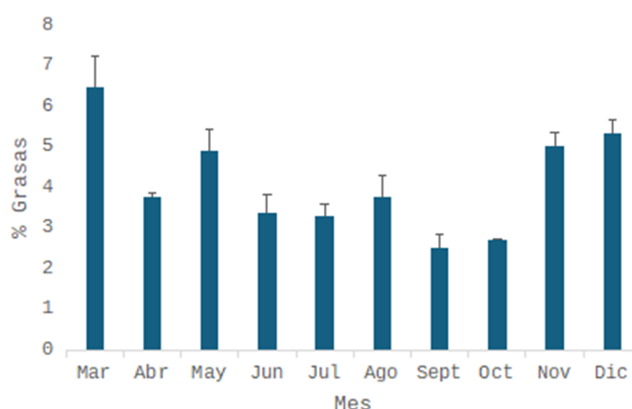


Figura 4. Porcentaje promedio de grasa durante los meses de muestreo en *Unomia stolonifera* de la bahía de Mochima, estado Sucre Venezuela.

El perfil de AG de los corales varía a lo largo del año y refleja cambios en las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento. Rocker *et al.* (2019) han encontrado diferencias significativas en la composición de AG poliinsaturados (PUFA) del coral constructor de arrecifes *Acropora tenuis* entre las estaciones húmedas y secas.

Cenizas

La Figura 5 ilustra los porcentajes promedio de cenizas, con un valor máximo en julio (6,4 %) y mínimo en septiembre (3,89 %). El contenido de cenizas representa el residuo inorgánico post calcinación, y es un indicador del contenido mineral total. Blanco & Montero (1992) señalan la importancia del contenido de cenizas en contextos alimentarios e industriales. Márquez S. (2014) ubica el 6,4 % por encima del promedio de alimentos comunes, sugiriendo un posible aporte de minerales esenciales como Ca, K y Fe en corales. Wang *et al.* (2016) reportan valores de cenizas entre 64 % y 78 % en corales blandos, mientras que Asanka *et al.* (2018) encontraron valores superiores al 50 % en especies del género *Dendronephthya*, muy superiores a los observados en *U. stolonifera*. No obstante, estos resultados corroboran su riqueza mineral, aunque en menor proporción que especies estudiadas en otras latitudes (Drake *et al.* 2020).

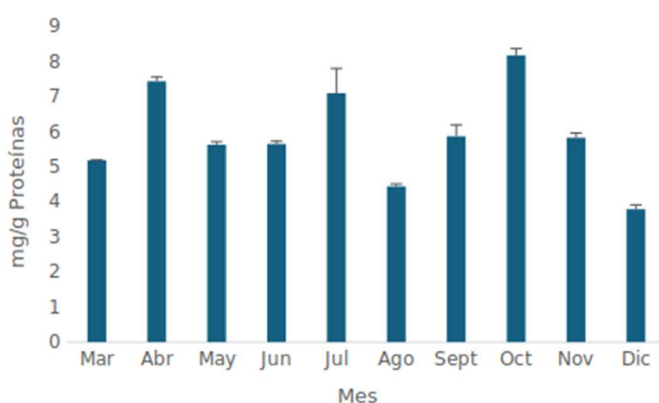


Figura 5. Porcentaje promedio de cenizas durante los meses de muestreo en *U. stolonifera* de la bahía de Mochima, estado Sucre Venezuela.

Proteínas

Los valores promedio de proteínas en *U. stolonifera* se muestran en la Figura 6, con un máximo de 8,17 mg/g en octubre y un mínimo de 3,79 mg/g en diciembre. El tejido coralino destaca por su riqueza en proteínas y

lípidos, incluyendo carotenoides y compuestos bioactivos con funciones inmunitarias y digestivas en organismos marino.

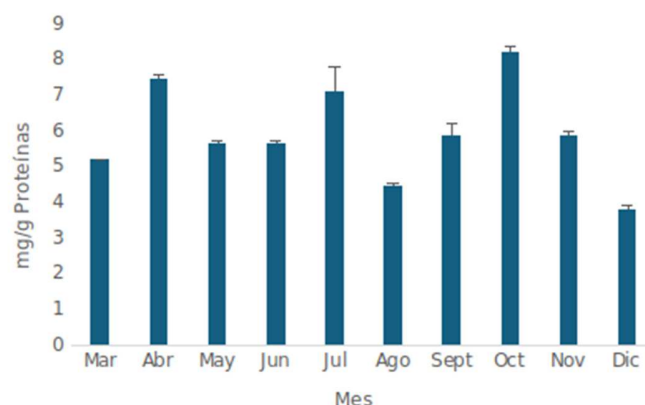


Figura 6. Contenido promedio de proteínas (mg/g) durante los meses de muestreo en *U. stolonifera* de la bahía de Mochima, estado Sucre Venezuela.

Tentori & Thomson (2008) evidenciaron variabilidad intracolonia del contenido proteico en los alcyonidae del género *Sarcophyton sp.* y la especie *Capnella gaboensis*, con perfiles influenciados por soluciones buffer. Diniz *et al.* (2014) subrayan el rol multifuncional de las proteínas: catálisis enzimática, transporte, soporte estructural, protección inmunológica, y regulación del crecimiento y diferenciación celular. La información obtenida podría ser valiosa para la biotecnología marina y el diseño de productos alimentarios o farmacéuticos.

Conclusiones

En un contexto general, *Unomia stolonifera* es una especie conformada principalmente por agua, con un pH ácido resultar desagradable para posibles depredadores y que es evidente ya que hasta ahora esta especie carece de depredadores en esta zona protegida. Adicionalmente, la investigación sugiere que, debido a su baja concentración de grasas, no se pueden considerar en la dieta o como fuente de nutrientes de interés limitando su valor como fuente alimentaria particularmente en la acuicultura donde se busca maximizar la eficiencia nutricional, por tanto, los potenciales usos nutricionales de estos corales no son convenientes ni viables. *Unomia stolonifera* en función de su composición química no es una opción para el desarrollo de oportunidades de explotación comercial con fines alimenticios.

Referencias bibliográficas

- AOAC (1980). Official Methods of Analysis of International. 16 Edition. Volume 1, 2. edition Arlington.VA. 1141 pp.
- Asanka, K. K.; Young-Jin P., Shanura, I. P., Yong-Seok A., Chang-Ik K., Wang, L., You-Jin J., WonWoo L. (2018). Soft corals collected from Jeju Island inhibits the α -MSH-induced melanogenesis in B16F10 cells through activation of ERK. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 21:21. <https://doi.org/10.1186/s41240-018-0097-9>
- Benayahu, Y.; Van Ofwend, L.; Ruiz-Allais, J., Mcfadden, C. (2021). Revisiting the type of *Cespitularia stolonifera* Gohar, 1938 leads to the description of a new genus and a species of the family Xeniidae (Octocorallia, Alcyonacea). *Zootaxa*, 4964 (2), 330-344.
- Blanco, A., Montero, M. (1992). Composición químico nutricional de la carne de cambute, *Strombus galeatus* (Mesogastropoda: Strombidae). *Revista de Biología Tropical*. 40, 89-93.
- Capasso, L., D. Zoccola, P. Ganot, M. Aranda, S. Tambutté. (2022). SpiAMT1d: molecular characterization, localization, and potential role in coral calcification of an ammonium transporter in *Stylophora pistillata*. *Coral Reefs*. 41:1187–1198.<https://doi:10.1007/s00338-022-02256-5>.
- Coffroth, M. A., Buccella, LA., Eaton, K. M., Lasker, H.R., Gooding, A.T., Franklin, H. (2023). What makes a winner? Symbiont and host dynamics determine Caribbean octocoral resilience to bleaching. *Science Advance*. 9, eadj6788.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN N.º 1156-79. Determinación de humedad. Caracas Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN N.º. 1120-80. Determinación de cenizas. Caracas Venezuela.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN N.º. 1315-79. Determinación de pH, acidez Iónica. Caracas Venezuela.
- Diniz, G.S.; Barbarino, B.; Oiano-Neto, J., Pacheco, S. y Lourenço, S.O. (2014). Proximate composition of marine invertebrates from tropical coastal waters, with emphasis on the relationship between nitrogen and protein contents. *Latin American Journal Aquatic Research*. 42(2), 332-352. <http://dx.doi.org/10.3856/vol42-issue2-fulltext-5>
- Drake, J.L., T. Mass, J. Stolarski, S. Von Euw, B. van de Schootbrugge, P.G. Falkowski. (2020). How corals made rocks through the ages. *Global Change Biology*. 26:31–53. doi:10.1111/gcb.14912.
- FAO (1991). Fish for Food and Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

- Fuentes-Paredes, F. M. D., Quispe-Díaz, I. M., García-Baltazar, J. (2012). Estandarización del método de Biuret para cuantificar proteínas totales en suero antibotrópico polivalente producido en el Centro Nacional de Productos Biológicos del INS. *Boletín del Instituto Nacional de Salud*, 18(11-12), 220–224. Instituto Nacional de Salud. <https://hdl.handle.net/20.500.14196/384>
- Gattoni, K.; Gendron, E.M.S., Borgmeier, A., McQueen, J.P., Mullin, P.G., Powers, K., Powers, T.O., Porazinska, D.L. (2022). El papel dependiente del contexto de los factores abióticos y bióticos que estructuran las comunidades nematodos a lo largo de dos gradientes ambientales. *Molecular Ecology*. 31, 3903–3916.
- Gori A, Linares C, Viladrich N, Clavero A, Orejas C, Fiorillo I, Ambroso S, Gili JM, Rossi S. (2013) Efectos de la disponibilidad de alimento en la reproducción sexual y la composición bioquímica de la gorgonia mediterránea *Paramuricea clavata*. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*. 444,38– 45.
- Jayawardena, T.U., Fernando, I.P.S., Nagahawatta, D.P., Wang, L., Yang, H.W., Oh, J.Y., Sanjeewa, K.K.A., Jeon, Y. (2022). Sonication-assisted water extract of *Dendronephthya gigantea* exhibits anti-fine dust effects; attenuation of MAPK phosphorylation in macrophages. *National Science Foundation Sri Lanka* 50 (1), 151- 160. DOI: <http://dx.doi.org/10.4038/jnsfsr.v50i1.10279>
- Larez C. (2023). Elaboración de una sustancia biocontrol para la mitigación del coral invasor *Unomia stolonifera*. Informe Técnico Instituto de Estudios Avanzados IDEA. Ministerio de Ciencia y Tecnología MINCYT.
- Márquez S, B. (2014). Refrigeración y congelación de alimentos: terminología, definiciones y explicaciones. Universidad Nacional de San Agustín Facultad de Ingeniería de Procesos Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Arequipa – Perú.
- Méndez, L. M. (2020). Manual de prácticas de Análisis de Alimentos. Universidad Veracruzana. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Lima Perú. 150 pág.
- Rocker, M.M., Noonan, S.H.C., Humphrey, C., Moya, A., Willis, B.L., Bay, L.K., 2019. Expression of calcification and metabolism-related genes in response to elevated pCO₂ and temperature in the reef-building coral *Acropora millepora*. *Mar. Genomics* 24, 313–318. <https://doi.org/10.1016/j.margen.2015.08.001>.
- Ruiz-Allais J.P., Benayahu, Lasso-Alcalá O.M. (2021). The invasive octo coral *Unomia stolonifera* (Alcyonacea, Xeniidae) is dominating the benthos in the Southeastern Caribbean Sea. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 79, 63–80.
- Ruiz-Allais, J., Amaro, M., Mcfadden, C., Halasz, A., Benayahu, Y. (2014). The first incidence of an alien soft coral of the family Xeniidae in the Caribbean, an invasion in eastern Venezuelan coral communities. *Coral Reef*. 33(2), 287.

- Salazar, S. K. (2023). Estudio de los ecosistemas de arrecifes, manglares y pastos marinos con miras a evaluar la invasión de *Unomia stolonifera* y presencia de otras especies exóticas invasoras (EEIs), su relación con el cambio climático y diseño de un plan de control y monitoreo de EEIs en el Parque Nacional Mochima (PNM) y costa nororiental del estado Sucre, Venezuela. Informe Técnico. Ministerio de Ciencias y Tecnología MINCYT.
- Salazar, S., Larez, C., Arcia, M., Montes, A. (2024). Protocolo para la eliminación y control de la invasión del coral blando *Unomia stolonifera*. *FONTUS*. 18-19: 1-8
- Salazar, S.K. (2025). Proyecto piloto de investigación, seguimiento y remediación de ecosistemas marinos afectados por Especies Exóticas Invasoras: Caso *Unomia stolonifera* en el Parque Nacional Mochima, y costa del Golfo de Cariaco en el estado Sucre. Informe Técnico. Ministerio de Ciencias y Tecnología MINCYT.
- Tentori, E., Thomson, M. (2008). Differential expression of soluble and membrane-bound proteins in soft corals (Cnidaria: Octocorallia). Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium, Ft. Lauderdale, Florida.
- Valencia, J. A. (2021). *Alternativas aplicables para la restauración de arrecifes coralinos en las condiciones colombianas*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/11490>
- Wang, L., Young, J., Shanura, I.P., Asanka, K.K., Eun-A Kim, W., You-Jin, J. (2016). Soft corals collected from Jeju Island; a potential source of anti-inflammatory phytochemicals. *Journal of Chitin and Chitosan Science*. 21 (4): 247-254. DOI <http://dx.doi.org/10.17642/jcc.21.4.4>