



IV Jornadas de Ciencia y Tecnología

IV Encuentro de investigadores en formación

7 de noviembre de 2024 - Facultad Regional Mar del Plata

IV Jornadas de Ciencia y Tecnología : IV Encuentro de investigadores en formación : libro de actas / Nicolás Antonelli ... [et al.] ; Compilación de Alicia Zanfrillo ; Prefacio de Alicia Zanfrillo. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2025.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-42-0254-7

1. Tecnología. I. Antonelli, Nicolás II. Zanfrillo, Alicia, comp. III. Zanfrillo, Alicia, pref.

CDD 607

Libro de Actas

IV Jornadas de Ciencia y Tecnología y IV Encuentro de investigadores en formación

Fecha de las Jornadas: 7 de noviembre de 2024

Lugar de las Jornadas: Facultad Regional Mar del Plata, Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina

DOI: <https://doi.org/10.33414/ajea.1921.2025>

ISBN: 978-950-42-0254-7

Fecha de Publicación: 11/2025

ISBN 978-950-42-0254-7



9 789504 202547



IV Jornadas de Ciencia y Tecnología
IV Encuentro de investigadores en formación

7 de noviembre de 2024

Facultad Regional Mar del Plata

Memoria de Trabajos

PRÓLOGO

Las IV Jornadas de Ciencia y Tecnología y el IV Encuentro de Investigadores en Formación, celebrados el 7 de noviembre de 2024 en la Facultad Regional Mar del Plata de la Universidad Tecnológica Nacional, se consolidaron —una vez más— como un espacio valioso para el intercambio de saberes, experiencias y avances entre docentes, investigadores y estudiantes comprometidos con el desarrollo científico y tecnológico. Esta edición estuvo orientada por los principios de sostenibilidad y de pertinencia respecto de las demandas y desafíos que plantea el entorno local y regional.

El presente volumen constituye una obra colectiva que refleja los frutos del trabajo de investigación, desarrollo y transferencia tecnológica, así como los aportes generados desde diversas cátedras pertenecientes a las disciplinas académicas que conforman nuestra Facultad. En continuidad con ediciones anteriores, se reafirma aquí el propósito de brindar un ámbito propicio para la presentación y discusión de aportes teóricos y empíricos, con foco en las áreas pesquera-acuícola, naval y ambiental, a través de soluciones tecnológicas orientadas al desarrollo sostenible de la comunidad.

Dos hitos significativos se encuentran presentes en el contenido de esta publicación. Uno de ellos es la consolidación del diseño y aplicación de tecnologías innovadoras para la optimización energética con criterios de sostenibilidad, como línea de investigación de la Facultad. Por otra parte, se encuentra la activa participación de investigadores provenientes de otras instituciones, con las cuales la Facultad mantiene vínculos a través de convenios y proyectos de investigación conjuntos. En este volumen se incluyen las semblanzas académicas de los investigadores invitados a brindar las conferencias magistrales, así como la selección de trabajos científicos y aportes de cátedras presentados.

Las conferencias magistrales estuvieron a cargo del Dr. Franklín J. Domínguez Ruiz (Ecuador), sobre “*Sistemas de propulsión sostenible, combustibles alternativos como GNC o energía eléctrica*”, y del Dr. Hebert Hernán Soto Gonzales (Perú), quien presentó “*Valoración de tres microalgas autóctonas a escala experimental para biomasa como potencial aporte a la producción de biodiesel*”. Las temáticas centrales del evento giraron en torno a la eficiencia energética, la economía circular, el enfoque ecosistémico de la pesca, las tecnologías emergentes y el desarrollo de nuevos bioproductos.

Esta obra reúne una selección de dieciséis trabajos de investigación y contribuciones de cátedra, concebidos con el propósito de fortalecer la divulgación del conocimiento científico y fomentar el intercambio interdisciplinario. Los contenidos aquí presentados reflejan el firme compromiso del cuerpo de investigadores con la generación de propuestas de valor orientadas tanto al fortalecimiento del sector productivo como al desarrollo sostenible de la comunidad marplatense.

Dra. Alicia I. Zanfrillo
Secretaría de Ciencia y Tecnología
Facultad Regional Mar del Plata
Universidad Tecnológica Nacional

MIEMBROS DEL COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente

Ing. Fernando Scholtus

Coordinación

Dra. Alicia Zanfrillo

Integrantes

Esp. Beatriz Lupín

Dra. Marina Maggiore

Dra. Nair Pereira

Dra. Yamila Rodríguez

Dra. María I. Prario

MIEMBROS DEL COMITÉ CIENTÍFICO

Mg. Antonio Morcela

Lic. Cecilia Castaños

Dr. Eduardo Howard

Dr. Gabriel Korenblit Pellegrini

Dr. Herbert Soto Gonzales

Dr. Juan Ignacio Ardenghi

Dr. Martín Sequeira

Lic. Florencia Larrazábal

Ing. Claudia Dido

Ing. Mario Ruiz Choque

Esp. Mariano Morettini

Mg. Nancy Figueroa

Dra. Nora Haran

Dra. Sandra Fusilli

PROGRAMA DE EXPOSICIONES

Jueves 2 de noviembre de 2023

17:00 hs. Acreditación

17:30 hs. Palabras de bienvenida del Decano Ing. Fernando Scholtus

17:30 hs. Reconocimiento Becarios 2024

CONFERENCIA PLENARIA I

18:00 hs. Sistemas de propulsión sostenible, combustibles alternativos como GNL o energía eléctrica. Pág.9
Dr. Franklin J. Domínguez Ruiz

PRIMER BLOQUE

18:20 hs. Alternativas sostenibles para el uso de combustibles en la industria naviera argentin Pág.11
De La Rosa, Mauro; Vaccari, Alejandro

18:35 hs. Fluidodinámica computacional aplicada a la industria naval: desafíos y avances recientes..... Pág.18
Antonelli, Nicolás A.; Tolosa, Joel; Carr, Gustavo E.; Urquiza, Santiago A.

18:50 hs. Diseño de una Patrullera para la custodia del Mar Argentino..... Pág.23
Enrique L. Liccardi Sañudo; Patricio Duhalde

19:05 hs. Propuesta de un catamarán ecológico para la limpieza del puerto de Mar del Plata Pág.29
Tolosa, Joel; Antonelli, Nicolás A; Fracassi Lazzarini, Favio A.; Fioriti, Bruno I; Araya, Matias E.; Claverie, Guillermmina A.; Sassot, Nicolás; Gómez, Lucas M.; Duhalde, Patricio; Salay Gómez, Lucia L.; Bressanello, Lucas; Vaccari, Alejandro C.

SESIÓN POSTERS DE CÁTEDRAS

Pesca continental argentina: una revisión económica, social y ambiental ... Pág.35
Falchini, V.; Herrera, A.; Rodríguez Bernini, S.; Fernández, L.; Lupín, B.

Evaluación de la densidad de rotíferos *Brachionus sp* en diferentes condiciones de salinidad Pág.38
Ontiveros Santiago; Castro Santiago M.; Avila Matías D.; Yachinto Ana C.; Julieta Suarez; Esteban Ricci; Adrián Vega; Rodriguez Yamila; Berrueta Mercedes

Transformación del “bycatch” en alimentos para comedores escolares de la ciudad de Mar del Plata Pág.40
Landolfo, Thiago; Doglia, Bernardita; Minotto, Lucio; Caballero, Valeria; Castellini, Damian; Scholtus Fernando

Caracterización y distribución espacio temporal del microplásticos identificados en arena de una playa recreacional (Gral. Pueyrredón: Bs. As.)..... Pág.42
Paez, Solange M.; Martínez, Marina; García, Lola; González, Nilce D.; Fernández, Agustina L.; Scuartini, Aylen; Belver, Valentina; Saicha, Ana V.; Lucero, Marcelo

CONFERENCIA PLENARIA II

19:30 hs. Valoración de tres microalgas autóctonas a escala experimental para biomasa como potencial aporte a la producción de biodiesel.... Pág.45
Prof. Dr. Hebert Hernan Soto Gonzales

SEGUNDO BLOQUE

19:50 hs. Estrategia de diversificación como respuesta a la implementación de las cuotas individuales transferibles de captura (Citcs): el caso de una empresa pesquera marplatense Pág.47
Larrazábal, Florencia; Guariste, Martina; Baltar, Fabiola; Zanfrillo, Alicia

20:05 hs. Aprovechamiento integral de residuos del langostino para la obtención de un aceite bioactivo rico en astaxantina..... Pág.52
Ferreras, Florencia; Castellini, Damian L.; Pereira, Nair de los Angeles

20:20 hs. Análisis de fuentes proteicas para la alimentación de trucha arcoíris mediante estudios de actividad enzimática. Pág.59
Pereira, Nair dIA; Asiain, Arturo; Bonadero, Cecilia; Castellini, Damian L.; Cecchi, Federico; Prario, María; Rodriguez, Yamila E.; Soto-Atampiz, Bárbara S.; Waldmann, Paula; Zanazzi, Nahuel; Zanfrillo, Alicia

20:35 hs. Aceptabilidad sensorial de una semiconserva de trucha arcoíris producidas por acuicultura. Pág.66
Prario Maria I.; Asiain Arturo; Waldman Paula; Cecchi, Federico A.; Cordoba, Nicolás; Landolfo Thiago V.

20:50 hs. Caracterización fisicoquímica de harinas de larva de mosca Hermetia illucens provenientes de distintas dietas..... Pág.71
Ortiz Miranda, Gabriel S.; Gil, Fiamma; Maggiore, Marina; Campins, Macarena

21:05 hs. Monitoreo inteligente de variables claves en el cultivo de hongos utilizando como sustrato subproductos pesqueros Pág.77
Maggiore, M.; Castellini, D. L.; Di Bartolo, L.; Rampi, M.; Campins, M.; Zanfrillo, A.

21:20 hs. Optimización de enzimas marinas recuperadas de residuos de la industria de anchoíta para el desarrollo de coagulantes lácteos..... Pág.82
Bonadero, Cecilia; Soto-Atampiz, Bárbara S.; Pablo Gimenez-Martinez; Fuselli, Sandra Rosa; Pereira, Nair dIA; Haran, Nora Selma

21:35 hs. Conocimiento y valoración de trazabilidad por parte de consumidores de alimentos pesqueros Pág.88
La Bella, V.; Lupín, B.; Zanfrillo, A.

Moderación: Dra. Nair de los Angeles Pereira y Dra. Yamila Rodriguez

CONFERENCIA PLENARIA I



Sistemas de propulsión sostenible, combustibles alternativos como GNL o energía eléctrica.

Dr. Franklin J. Domínguez Ruiz

Con una trayectoria de más de 20 años en ingeniería naval, el Dr. Franklin J. Domínguez ha liderado proyectos clave en sistemas de propulsión, estructuras navales en acero y el uso de materiales compuestos e híbridos. Su experiencia incluye estudios avanzados en vibraciones, alineamientos, análisis de ruido aéreo, y la evaluación del confort en buques, haciendo énfasis en el diseño y la ingeniería de formas eficientes.



TRABAJOS
PRIMER BLOQUE



Alternativas sostenibles para el uso de combustibles en la industria naviera argentina

De La Rosa, Mauro¹
Vaccari, Alejandro²

¹ Becario CIN. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

² Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de investigación HIDROSIM. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

Autor para correspondencia: maurodelarosa480@gmail.com

Resumen: La creciente preocupación por el impacto ambiental de la industria naviera ha impulsado la búsqueda de combustibles alternativos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El transporte marítimo internacional contribuye significativamente a las emisiones globales de CO₂, lo que ha generado interés en combustibles como el Gas Natural Licuado (GNL), hidrógeno, amoníaco, biocombustibles y electrificación. El propósito del trabajo consiste en explorar la viabilidad de implementación de los principales sistemas de alimentación en buques mercantes, con un enfoque en el contexto argentino, evaluando su adopción a través de la matriz energética y políticas nacionales. Se destacan los desafíos tecnológicos y económicos que enfrenta el país en esta transición y las potenciales ventajas competitivas de modernizar la industria naval en la región mediante tecnologías limpias en una integración efectiva de estas soluciones.

Palabras Clave: industria naval, sostenibilidad, buques, matriz energética, tecnologías limpias.

Introducción

La investigación se centra en la búsqueda e implementación de combustibles alternativos "limpios" para buques mercantes, un tema de creciente relevancia a nivel global debido a los compromisos de reducción de emisiones de carbono establecidos por la Organización Marítima Internacional (OMI). El transporte marítimo representa aproximadamente el 2,5% de las emisiones globales de CO₂, y este porcentaje podría aumentar si no se adoptan tecnologías más limpias y sostenibles.

El enfoque en Argentina es particularmente importante debido a sus características específicas: si bien el país posee una matriz energética que incluye fuentes renovables como la energía eólica y solar, su infraestructura y políticas de estado no están completamente alineadas con los objetivos de descarbonización establecidos a nivel mundial. En comparación, Europa ha avanzado considerablemente en la adopción de tecnologías limpias gracias a una combinación

de inversión en infraestructura, subsidios gubernamentales y una legislación ambiental más estricta. El propósito de esta investigación es ofrecer una visión integral sobre cómo Argentina podría integrar estos combustibles limpios en su industria marítima, así como señalar las barreras técnicas, económicas y regulatorias que deben ser superadas para hacer viable esta transición. El análisis también incluye un enfoque comparativo con Europa para identificar lecciones que podrían ser aplicadas en el contexto argentino.

Materiales y métodos

La unidad de estudio es la flota mercante a nivel internacional. En primer lugar, se clasifica la flota según su nivel eficiencia, definido de acuerdo con el cumplimiento de regulaciones ambientales y del desarrollo de tecnologías limpias. Asimismo, se identificaron a través de fuentes documentales, los casos de éxito en Europa y otros países líderes en la implementación de tecnologías limpias en el sector marítimo. Se definieron los criterios de comparabilidad entre casos a fin de determinan su grado de eficiencia, teniendo en cuenta variables como el tipo de combustible alternativo utilizado y las políticas energéticas implementadas en los distintos países. Adicionalmente, se valoraron estos criterios para el caso argentino, a partir de los informes sobre la matriz energética de Argentina obtenidos de los reportes del Ministerio de Energía y publicaciones académicas sobre las capacidades actuales y potencial futuro de las energías renovables en el país. En base a esta información se diseñó una matriz de comparación entre países, incorporando el caso argentino para ver su posición respecto al contexto internacional. Esto permite explorar la viabilidad de adopción de las distintas alternativas y el grado de eficiencia comparativa en la transición energética.

Resultados

El estudio aborda el análisis de combustibles alternativos y sus mecanismos de funcionamiento a bordo de los buques mercantes, junto con los métodos de transporte y los beneficios específicos asociados a cada uno. En la Tabla 1 se presente una comparación entre las principales fuentes de alimentación de los buques mercantes respecto de las principales variables a considerar.

A partir de la revisión de literatura científica y experiencias internacionales, se identifican los principales criterios para la evaluación del uso de combustibles alternativos, con un enfoque particular en el caso de Argentina (Tabla 2). Se consideró la calificación de la flota entendida como la asignación de una calificación a cada país basada en su nivel de cumplimiento de las regulaciones ambientales y en el desarrollo de tecnologías limpias. España y China, con altos niveles de cumplimiento normativo, muestran una notable eficiencia energética en sus flotas.

Por otra parte, Argentina y España implementan políticas nacionales orientadas a la transición energética. Sin embargo, mientras que España mantiene un progreso avanzado en estas políticas, Argentina se encuentra en un proceso de adopción gradual de regulaciones internacionales. En las normativas internacionales, los países de la Unión Europea, como España, cumplen estrictamente con las regulaciones MARPOL y siguen las regulaciones ambientales de la UE, lo que refuerza su compromiso con la sostenibilidad ambiental.

Discusión

El principal aporte de esta investigación es ofrecer una visión integral sobre la viabilidad de los combustibles alternativos en el sector marítimo argentino, un área que ha sido poco estudiada en comparación con el transporte terrestre y aéreo. Se confirma la hipótesis de que el GNL es la opción más viable a corto plazo para Argentina, pero que se requieren esfuerzos considerables en infraestructura y políticas energéticas para avanzar hacia tecnologías más limpias como el hidrógeno o la electrificación.

Este trabajo también refuta la idea de que Argentina no puede seguir el ritmo de Europa en la transición energética, demostrando que, aunque el país enfrenta barreras significativas, estas no son insuperables y pueden ser abordadas con un enfoque estratégico y el apoyo del estado. El Convenio MARPOL es uno de los principales instrumentos jurídicos en materia de transporte marítimo internacional.

Almacenamiento alternativo	Estado	Método de transporte	Beneficios	Desventajas	Normativa internacional
Gas Natural Licuado – GNL	Líquido	Buques metaneros con temperatura extremadamente baja	Menores emisiones de CO ₂ , NOx, SOx y partículas en comparación con el diésel marino convencional. No deja residuos de azufre	Requiere infraestructura específica para almacenamiento y transporte. El gas metano emitido tiene un potente efecto invernadero.	Cumple con normas OMI y el Convenio MARPOL en su Anexo VI.

Hidrógeno	Gas o líquido (a temperaturas criogénicas)	Tanques presurizados para gas; en líquido temperaturas muy bajas.	Emisiones cero en el punto de uso, si se produce con fuentes renovables. Potencial para emisiones netas cero en toda la cadena de suministro.	Dificultades para almacenamiento y transporte debido a la alta volatilidad y energía requerida para la licuefacción. Requiere infraestructura y tecnología especial de seguridad.	Proyectos piloto en desarrollo bajo la supervisión de la OMI y la Unión Europea; sin normativas específicas consolidadas.
Amoníaco	Líquido	Tanques presurizados de buques para transporte de líquidos a temperatura	Sin emisión de CO ₂ como combustible. Se puede producir a partir de fuentes renovables y es fácil de almacenar y transportar respecto del hidrógeno.	Tóxico y corrosivo, requiere precauciones de seguridad extremas; emisiones de NO _x si no se utiliza una tecnología adecuada de control.	Regulaciones en desarrollo por la OMI y proyectos piloto respaldados por la Unión Europea y países asiáticos.
Electrificación	Almacenado en baterías	Requiere instalaciones en puerto para recargar baterías. Adecuado para operaciones costeras y de corta distancia.	Emisiones cero en operación, especialmente adecuado para zonas sensibles al medio ambiente. Bajo nivel de ruido y vibraciones.	Limitada a rutas de corta distancia debido a las limitaciones actuales en capacidad de almacenamiento de las baterías. Los materiales para baterías tienen impacto ambiental.	Cumple con normativas de la OMI en cuanto a reducción de emisiones; apoyado por iniciativas de la Unión Europea para electrificación en puertos y áreas costeras.

Tabla 1. Comparación de rendimiento y contaminación de combustibles alternativos en buques mercantes. Fuente: elaboración propia en base a fuentes bibliográficas

El anexo técnico VI del Convenio MARPOL, elaborado bajo los auspicios de la OMI, incluye medidas regulatorias esenciales para descarbonizar el sector del transporte marítimo y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de los buques. El transporte marítimo internacional es responsable de cerca del 3 % de las emisiones de GEI a nivel mundial,

por lo que su descarbonización sigue constituyendo una urgente prioridad. La reglamentación puede contribuir de manera decisiva a promover la eficiencia energética en el sector.

País	Políticas energéticas	Marco normativo	Emisión de CO2	Calificación de la flota
Panamá	Incentivos para combustibles limpios y eficiencia energética en buques; apoyo para reducir huella de carbono.	Cumplimiento de MARPOL Anexo VI y normas de la OMI; aplicación gradual de SEEMP (Plan de Gestión de la Eficiencia Energética del Buque).	100 millones	B (Moderada)
Liberia	Enfoque en eficiencia energética para nuevos buques y reducción de emisiones en flota existente.	Cumple MARPOL Anexo VI y regulaciones de la OMI; implementación de EEDI y SEEMP en nuevas construcciones.	110 millones	B (Moderada)
Islas Marshall	Prioriza el uso de combustibles alternativos y tecnologías energéticamente eficientes.	Cumple estrictamente MARPOL, EEDI, SEEMP y nuevas regulaciones de la OMI; adherencia a CII (Índice de Intensidad de Carbono).	90 millones	A (Alta eficiencia)
China	Estrategia nacional para reducción de emisiones; incentivos para flotas híbridas y buques eléctricos.	Cumple MARPOL y regulaciones nacionales de eficiencia; adopción de flotas bajas en emisiones en puertos.	40 millones	B+ (Buena eficiencia)
Argentina	Fomento de energías renovables en su matriz energética; adopción gradual de normas internacionales para buques.	Cumple parcialmente MARPOL; implementación de regulaciones SEEMP en buques de transporte comercial.	20 millones	C+ (Eficiencia moderada)
España	Desarrollo de programas de flota sostenible y adopción de biocombustibles y tecnologías híbridas en buques.	Estricto cumplimiento con MARPOL y regulaciones de la UE; implementación de EEDI y CII	15 millones	B+ (Buena eficiencia)

Tabla 2. Principales criterios para la adopción de combustibles alternativos por país. Fuente: elaboración propia en base a fuentes bibliográficas

Entre las medidas de descarbonización a corto plazo figuran el índice de eficiencia energética aplicable a los buques existentes (EEXI) y el indicador de intensidad de carbono (CII) previstos en el anexo VI del Convenio MARPOL.

El sector del transporte marítimo se encuentra ante la incertidumbre de saber cómo determinar la manera más eficaz de reducir las emisiones de GEI y llevar a cabo la transición a combustibles

con emisiones de carbono cero o más próximas a cero. Las navieras deben modernizar y renovar unas flotas en proceso de envejecimiento y han de adoptar soluciones con bajas emisiones de carbono, pero no tienen claro cuáles son las mejores alternativas en términos de combustibles y tecnologías verdes. Para complicar aún más las cosas, los buques tienen una vida muy larga, por lo que algunas naves son demasiado viejas para reformarlas y demasiado nuevas para mandarlas al desguace.

Las emisiones de carbono por pabellón de matrícula y país de propiedad con buques de diverso tipo, tamaño y edad, que van de muy eficientes a poco eficientes, lo que puede incidir en su perfil general de emisiones. Panamá, Liberia y las Islas Marshall son los tres pabellones de matrícula más importantes del mundo y conjuntamente generan cerca de un tercio de las emisiones mundiales de dióxido de carbono, lo que refleja su cuota de mercado en términos de tonelaje. Las emisiones correspondientes a los distintos pabellones de matrícula pueden dar una idea de la distribución de las emisiones dentro de la flota mundial y evidencian la supervisión que podría ser necesaria. Si bien los Estados de abanderamiento deben velar por el cumplimiento de la normativa, los responsables de invertir en la flota, los combustibles y las tecnologías verdes a bordo de cara al futuro son los propietarios. Además, son las decisiones de los propietarios las que determinan el perfil de emisiones de la flota mundial y su capacidad para alcanzar los objetivos de la OMI sobre las emisiones de GEI. Entre 2012 y 2022, la proporción de emisiones de dióxido de carbono de los tres principales países propietarios (China, Japón y Grecia) aumentó. La huella de carbono de la flota mundial deberá evaluarse teniendo en cuenta el papel de los países de matrícula y los países de propiedad, así como las repercusiones de sus decisiones en el seguimiento, la notificación y la acción en materia de emisiones de carbono. Resulta imprescindible que tanto los Estados de abanderamiento como los países de propiedad redoblen sus esfuerzos para reducir las emisiones de carbono de la flota mundial. Es importante remarcar que los datos obtenidos de las Emisiones de dióxido de carbono son en base al consumo de combustible líquido del motor principal y los motores auxiliares de los buques calculado a partir de los sistemas de identificación automática (SIA). Los armadores deben decidir si renuevan sus flotas ahora, aunque todavía hay muchas incógnitas sobre los combustibles alternativos, las distintas tecnologías verdes y el régimen jurídico. La incertidumbre sobre los calendarios de renovación de la flota, las limitaciones derivadas de la capacidad de los astilleros y el encarecimiento de la construcción naval también complican las decisiones de inversión. Los puertos y las terminales experimentan dificultades parecidas al barajar la posibilidad de invertir en equipos o terminales. Si bien las emisiones totales no dejaron de aumentar durante el decenio pasado (gráfico 3), la estrategia revisada de la OMI sobre las emisiones de GEI de 2023 entre otras cosas propone el ambicioso objetivo común de reducir las

emisiones totales anuales de GEI procedentes del transporte marítimo internacional en al menos un 20 %, esforzándose por alcanzar el 30 % para 2030, en comparación con 2008. Esa nueva meta trae consigo la posibilidad de que no se suministre una capacidad de carga efectiva.

Referencias bibliográficas

- Agencia Internacional de Energía. (2019). *The future of hydrogen: Seizing today's opportunities*. International Energy Agency.
- Organización Marítima Internacional (2020). *IMO strategy on the reduction of GHG emissions from ships*. International Maritime Organization.
- Ministerio de Energía, Argentina. (2023). *Informe sobre la matriz energética nacional*. Secretaría de Energía.
- UNCTAD (2023). *Handbook of statistics 2023*.

Fluidodinámica computacional aplicada a la industria naval: desafíos y avances recientes

Antonelli, Nicolás A.^{1,2,3}

Tolosa, Joel.¹

Carr, Gustavo E.^{1,2,3}

Urquiza, Santiago A.^{1,2,3}

¹ Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo Hidrosim. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

² CONICET. Centro Científico Tecnológico Mar del Plata. Moreno 3527 Piso 3, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

³ Universidad Nacional de Mar del Plata. Grupo de Ingeniería Asistida por Computadora (GIAC). Avda. Juan B. Justo 4302, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Autor para correspondencia: nicolasantonelli50@gmail.com

Resumen: Los problemas de hidrodinámica naval resultan complejos debido a que presentan flujos turbulentos, con superficie libre, tridimensionales, y en algunos casos con interacción fluido-estructura. En los últimos años, la creciente disponibilidad de recursos computacionales y los avances en la precisión de los métodos numéricos han permitido que los métodos de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) pasen de trabajos de investigación a aplicaciones industriales generales. Este trabajo revisa las aplicaciones actuales de la simulación numérica en el sector naval, con un enfoque en los modelos de turbulencia y el tratamiento de la interfase aire-agua discutiendo las metodologías empleadas.

Palabras Clave: Métodos numéricos – CFD – Superficie libre– Hidrodinámica naval – Turbulencia.

Introducción

Históricamente, el uso de modelos a escala ha sido una práctica fundamental en la ingeniería naval para predecir el comportamiento de un buque en condiciones reales. Estos modelos permiten simular condiciones de operación y evaluar parámetros como resistencia y maniobrabilidad, extrapolando los datos a escala completa. Esto se conoce como fluidodinámica experimental o EFD (por sus siglas en inglés, Experimental Fluid Dynamics). Sin embargo, este proceso introduce varios errores, entre los cuales los errores de escala son los más significativos. Estos errores surgen debido a la dificultad de replicar fielmente los fenómenos hidrodinámicos en un modelo reducido. Aunque los errores del modelo y de medición también están presentes,

suelen ser menores en comparación con los errores de escala, que afectan de manera crucial la precisión de las predicciones del comportamiento del buque real.

La implementación de métodos CFD ofrece una notable reducción en tiempos y costos de desarrollo para nuevos diseños, permitiendo el análisis de sistemas y condiciones que resultan extremadamente difíciles de simular experimentalmente. A diferencia de los métodos experimentales, cuyo costo aumenta con la cantidad de puntos de medición, las simulaciones CFD permiten obtener un nivel de detalle prácticamente ilimitado sin incremento de costos y facilitan la realización de estudios paramétricos. Además, ofrecen un valor añadido al generar gráficos, figuras y mapas de color que favorecen una mejor comprensión de los resultados (Shirayama y Kuwahara, 1990).

La integración con EFD permite un ajuste fino de las simulaciones CFD mediante la comparación con resultados obtenidos en ensayos físicos, mejorando así la precisión de las predicciones (Oyuela et al., 2024; Shen et al. 2015).

El presente trabajo tiene por objetivo revisar la aplicación de la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) en la ingeniería naval, enfocándose en su uso para predecir la potencia propulsiva, la resistencia al avance, la maniobrabilidad de buques y el análisis de hélices. Se discuten las metodologías actuales para tratar la turbulencia y la superficie libre, desafíos como la resolución de escalas de turbulencia y la precisión en la captura de interfase aire-agua.

Materiales y métodos

La metodología consistió en revisar artículos relevantes y de calidad desarrollados en la última década que abordaran aplicaciones marinas de CFD. Los documentos seleccionados provienen de fuentes de alta calidad, como artículos revisados por pares en revistas especializadas y actas de conferencias académicas destacadas.

La información fue recopilada de artículos científicos, conferencias internacionales y recursos relevantes de institutos de investigación y universidades. La revisión sistemática y el análisis temático se utilizaron para identificar y sintetizar los avances recientes en el campo.

Resultados

Aplicaciones principales

Entre las principales aplicaciones marinas, se encuentran la predicción de potencia propulsiva y estimación de resistencia al avance, relacionada directamente con tareas de optimización de

formas y eficiencia energética. Además, también se suele utilizar para simulaciones de maniobrabilidad de buques en condiciones realistas y comportamiento en el mar.

Por otra parte, de manera análoga a los análisis de carenas, se emplea CFD para analizar propulsores navales (hélices), tanto de manera aislada como en ensayos de autopropulsión donde se modela tanto hélice como casco.

Tratamiento de turbulencia

La turbulencia es el fenómeno que presentan algunos flujos caracterizados por movimientos desordenados de las partículas y formación de remolinos, muy común en problemas de hidrodinámica marina. Una metodología ampliamente utilizada es la denominada RANS (Reynolds Averaged Navier Stokes) que se basa en promediar las ecuaciones de Navier Stokes y obtener velocidades medias. Este enfoque necesita incorporar modelos de turbulencia para cerrar el sistema de ecuaciones, entre los cuales se destacan los modelos $k - \omega$, $k - \varepsilon$, SST, RNG, entre otros. Métodos avanzados como LES y DNS ofrecen resoluciones más detalladas al capturar escalas de turbulencia más grandes y, en el caso de DNS, todas las escalas, pero requieren mayores recursos computacionales como se ve en la Figura 1. La elección del modelo depende del flujo específico, la precisión deseada y la capacidad computacional. En la mayoría de las aplicaciones de hidrodinámica naval se suele preferir los modelos RANS, por su menor costo computacional (Chang et al., 2023).

Tratamiento de superficie libre

Para los problemas donde sea necesario modelar la interfase agua-aire se emplean principalmente dos enfoques: captura de interfase y seguimiento de interfase. Los métodos basados en captura utilizan una variable de campo, lo que la hace flexible y adecuada para grandes deformaciones, aunque menos precisa en los detalles, mientras que los métodos de seguimiento permiten alta precisión, pero es menos eficiente en simulaciones con deformaciones drásticas. Normalmente para aplicaciones marinas se prefieren los métodos de captura, porque la frontera suele romperse o fusionarse irregularmente de manera algo caótica (Battaglia, 2009).

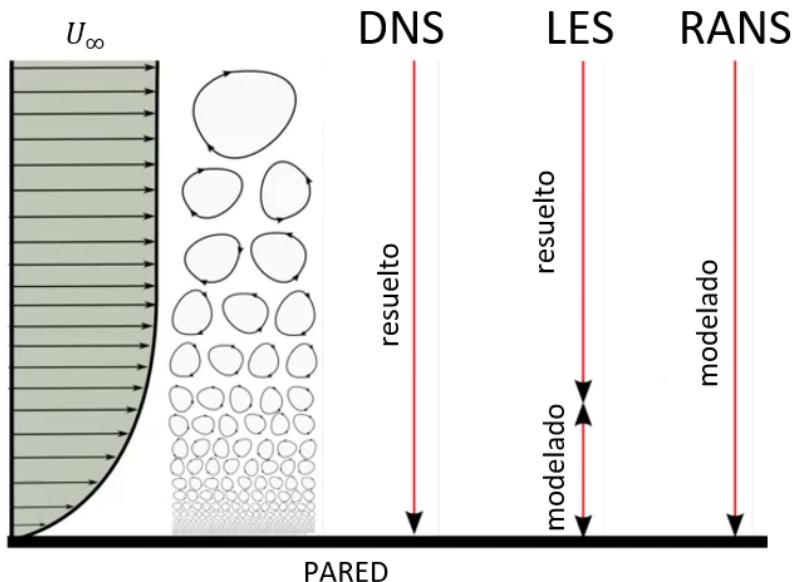


Fig 1. Tratamiento de turbulencia en CFD.

Discusión

La evolución de los métodos CFD ha tenido un impacto significativo en la ingeniería naval, permitiendo simulaciones más detalladas y económicas en comparación con los métodos experimentales físicos. La capacidad de realizar simulaciones numéricas con un alto nivel de detalle y a menor costo ha facilitado el análisis y la optimización de diseños.

Sin embargo, a pesar de los avances logrados, los errores de escala siguen siendo un problema relevante cuando se utilizan modelos a escala para predecir el comportamiento de los buques a escala real. Aunque los métodos CFD han logrado reducir estos errores, la validación continua con datos experimentales es esencial para asegurar la precisión y confiabilidad de las simulaciones, creando una necesaria sinergia entre ambas técnicas.

El tratamiento de la turbulencia sigue siendo una cuestión compleja, ya que los modelos RANS, aunque resultan adecuados para la mayoría de aplicaciones, tienen limitaciones en la resolución de las escalas de turbulencia más finas y dependen fuertemente de la elección del modelo y parámetros de turbulencia. En cuanto al tratamiento de la superficie libre, los métodos de captura de interfase han demostrado ser eficaces para simular condiciones marinas realistas, aunque con ciertas limitaciones en comparación con los métodos de seguimiento. Los métodos de captura son preferidos en aplicaciones marinas debido a su flexibilidad para manejar grandes deformaciones en la interfase aire-agua.

Las dificultades analizadas hacen que la validación experimental resulte fundamental para mejorar la precisión de las simulaciones en hidrodinámica naval. Sin embargo, la disponibilidad

de conjuntos de datos de alta calidad accesibles públicamente sigue siendo una de las principales barreras para la validación. Los avances futuros en capacidad de cálculo computacional y el acceso a dichos datos serán clave para superar los desafíos actuales y promover la innovación en el diseño naval y la eficiencia energética

Referencias bibliográficas

1. Battaglia, L. (2009). Elementos finitos estabilizados para flujos con superficie libre: seguimiento y captura de interfase. Tesis doctorado en ingeniería mención mecánica computacional de la Universidad Nacional del Litoral.
2. Chang, & Vakis, Antonis & Veldman, Arthur & Eize,. (2023). Vortex induced vibrations of marine risers: validating turbulence models. Proceedings of the European Wave and Tidal Energy Conference. 15. <https://doi.org/10.36688/ewtec-2023-342>
3. Oyuela, S., Ojeda, H. R. D., Arribas, F. P., Otero, A. D., & Sosa, R. (2024). Investigating Fishing Vessel Hydrodynamics by Using EFD and CFD Tools, with Focus on Total Ship Resistance and Its Components. En Journal of Marine Science and Engineering (Vol. 12, Issue 4, p. 622). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/jmse12040622>
4. Shirayama, Susumu & Kuwahara, Kunio. (1990). Flow Visualization in Computational Fluid Dynamics. International Journal of High Performance Computing Applications - IJHPCA. 4. 66-80. <https://doi.org/10.1177/109434209000400206>
5. Yugo Sanada, Dong-Hwan Kim, Hamid Sadat-Hosseini, Frederick Stern, Md Alfaz Hossain, Ping-Chen Wu, Yasuyuki Toda, Janne Otzen, Claus Simonsen, Moustafa Abdel-Maksoud, Martin Scharf, Gregory Grigoropoulos (2022). Assessment of EFD and CFD capability for KRISO Container Ship added power in head and oblique waves, Ocean Engineering, Volume 243, 2022, 110224, ISSN 0029-8018, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.110224>
6. Zhirong Shen, Decheng Wan, Pablo M. Carrica. (2015).Dynamic overset grids in OpenFOAM with application to KCS self-propulsion and maneuvering, Ocean Engineering, Volume 108, Pages 287-306, ISSN 0029-8018, <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.07.035>

Diseño de una Patrullera para la custodia del Mar Argentino

Enrique L. Liccardi Sañudo¹

Patricio Duhalde¹

¹Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de investigación XX.
Avda. Buque Pesquero Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Autor para correspondencia: liccardi.enrique@gmail.com

Resumen: El auge de la industria internacional para la defensa supone una oportunidad para generar y desarrollar capacidades científicas y tecnológicas orientadas a garantizar la soberanía nacional. El auge de la industria internacional para la defensa supone una oportunidad para generar y desarrollar capacidades científicas y tecnológicas orientadas a garantizar la soberanía nacional. Estas capacidades abarcan desde transporte, telecomunicaciones y energía hasta desarrollos en el área satelital, aeronáutica y espacial. La dotación a las Fuerzas Armadas de los medios materiales para el cumplimiento de su misión principal y las misiones subsidiarias, según el marco legal argentino vigente, se fundamenta en la vigilancia y control de los espacios soberanos tradicionales y futuros.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar un patrullero oceánico que incremente la capacidad operativa y la capacitación del personal militar, garantizando la defensa de los recursos y espacios marítimos, especialmente dentro de la Zona Económica Exclusiva Argentina (ZEEA) para evitar la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada. A través de una investigación experimental se seleccionó una planta propulsora combinada gas y diésel: gas en turbinas para velocidad máxima y motores diésel para velocidad de crucero, incluyendo las regulaciones dirigidas al cuidado ambiental. La principal contribución del trabajo consiste en desarrollar un prototipo más versátil y eficiente, pequeño y rápido, para complementar los nuevos buques de clase Kership adquiridos a Francia.

Palabras clave: buque, turbina, defensa, soberanía nacional, patrulla marítima, mar argentino, eficiencia.

Introducción

La República Argentina ejerce derechos soberanos sobre extensos espacios continentales, insulares, marítimos y aéreos, que incluyen sus ríos y aguas interiores, según lo estipulado por las normas nacionales e internacionales, así como por los tratados firmados. En este contexto, la defensa nacional emerge como un pilar fundamental para asegurar los intereses del país, especialmente en la vigilancia y control de sus espacios marítimos.

La creciente complejidad de las amenazas marítimas, como la pesca ilegal y la contaminación, exige una respuesta efectiva de la Armada Argentina. Las operaciones multilaterales, ya sea por mandato de las Naciones Unidas o por iniciativas nacionales, son esenciales para responder a desastres naturales y antrópicos. En este sentido, la incorporación de un moderno patrullero oceánico se presenta como una solución viable para incrementar la capacidad operativa, la formación del personal militar y la defensa de los recursos marítimos. La necesidad de cumplir con estándares internacionales, así como con regulaciones ambientales, resalta la importancia de un diseño que contemple estas variables desde su concepción (Parsons, 2003).

En comparación con otros diseños, los patrulleros oceánicos militares presentan características distintivas que los hacen ideales para enfrentar los desafíos contemporáneos en el ámbito marítimo. Su alta autonomía y alcance operativa, que puede superar las 7.000 millas náuticas a velocidades de crucero, permite operaciones sostenidas en alta mar. Además, están equipados con armamento versátil y sistemas de armas complementarios. Los sistemas avanzados de sensores y radares les otorgan una capacidad superior para detectar y rastrear embarcaciones, así como para identificar actividades ilícitas (NAVSEA, 2012).

Otro aspecto clave es la inclusión de plataformas para aeronaves, que facilitan la operación de helicópteros y drones, extendiendo significativamente su capacidad de vigilancia y respuesta. Estos buques también cuentan con sistemas de propulsión modernos que permiten velocidades superiores, garantizando una rápida reacción ante emergencias. La capacidad de alojamiento se ha diseñado para albergar tanto a la tripulación básica como a personal especializado, adaptándose a diversas misiones.

Algunos modelos internacionales de referencia incluyen la clase OPV-80, utilizada por Chile y Colombia, que destaca por su versatilidad en operaciones de vigilancia y apoyo antártico, y la clase Avante 1800 de Marruecos, equipada con una tecnología avanzada y diseñada para operar en diversas condiciones marítimas. La clase Amazonas de Brasil y la clase Reformador de México también sirven como ejemplos destacados de patrulleros oceánicos adaptados a las necesidades regionales.

La incorporación del patrullero oceánico ARA “Storni” (P-53) refuerza significativamente la capacidad operativa de la Armada Argentina. Este buque no solo cumple con los estándares internacionales de operación, sino que también responde a las necesidades específicas de vigilancia, defensa de recursos marítimos y protección del medio ambiente.

El objetivo de este artículo es proponer un diseño de un patrullero oceánico que permita incrementar la capacidad operativa, la capacitación del personal militar, la vigilancia, control del mar, defensa de los recursos y espacios marítimos, apoyar logísticamente a la actividad

antártica, como así también en tareas de salvaguarda de la vida humana en el mar y en operativos de búsqueda y rescate (SAR).

Materiales y métodos

El diseño del casco del patrullero ha sido concebido para operar en aguas con condiciones de hielo, considerando su uso en operaciones en bases antárticas. Esto implica un enfoque en un diseño estructural robusto y el uso de materiales altamente resistentes a la corrosión (NORDSFORSK, 1987).

Además, se tuvo en cuenta para la conformación del diseño el tipo de planta propulsora y el cumplimiento de las regulaciones ambientales pertinentes. Junto al diseño, se presentan los protocolos para manejo de lastre y el tratamiento de aguas residuales y otros materiales de desecho asegurando el cumplimiento de los Convenios de SOLAS y MARPOL (Bentley Systems, 2018).

seleccionada combina motores diésel y turbinas de gas, adoptando el sistema CODAG (Combined Diesel and Gas). Esta configuración permite alcanzar la velocidad máxima utilizando las turbinas de gas, mientras que los motores diésel son empleados para la navegación de crucero, optimizando así el consumo de combustible. El sistema se basa en un chorro de agua como motor principal, impulsado por una turbina de gas, lo que maximiza la eficiencia a altas velocidades. Además, se implementan hélices convencionales alimentadas por motores diésel para operaciones a velocidades más bajas, garantizando un rendimiento óptimo en diversas condiciones operativas.

El patrullero está diseñado para operar en la Zona Económica Exclusiva Argentina (ZEEA), que abarca 2.809.232 km², así como en el Sector Antártico argentino (1.461.597 km²) y en la zona de responsabilidad de búsqueda y rescate (SAR), que comprende 16.100.000 km². Los puertos de origen para estas operaciones son las Bases Navales de Mar del Plata, Puerto Belgrano y Ushuaia.

Resultados

Para el diseño de la patrullera se seleccionó la planta propulsora, que combina diésel y gas, se basa en la configuración que permite el uso de turbinas de gas para alcanzar la velocidad máxima, mientras que los motores diésel son optimizados para la navegación a velocidad de crucero. El sistema principal consiste en un chorro de agua impulsado por una turbina de gas, conectado a una caja de engranajes que integra uno o más motores diésel. Esta configuración, aunque aumenta el consumo, proporciona una capacidad de combustible considerable,

permitiendo un desplazamiento del buque que supera significativamente el rango típico de 5.000 millas náuticas, logrando así un alcance de hasta 8.000 millas náuticas (Figura 1) (NAVSEA, 2012).

Dada la menor eficiencia del chorro de agua a velocidades de crucero, se optó por una configuración en la que una única turbina de gas impulsa una línea de eje conectada a un sistema de chorro de agua para velocidades elevadas. A su vez, se incorporan dos hélices convencionales alimentadas por dos motores diésel, lo que permite un mejor rendimiento en operaciones a baja velocidad mediante hélices de paso controlable.

La cubierta del patrullero ha sido diseñada para soportar operaciones de desembarque de helicópteros y debe ser capaz de alojar uno o dos contenedores para apoyar las operaciones de suministro a bases antárticas y tareas de ayuda humanitaria. Adicionalmente, se ha previsto un sistema eficiente para la descarga de botes inflables rígidos en la popa.

El diseño cumple con todas las regulaciones internacionales relacionadas con la estabilidad intacta, carga seca, estabilidad en caso de daños, y otros requisitos estipulados en los convenios SOLAS y MARPOL para el salvamento, lucha contra incendios y control de contaminación. Se han tomado en cuenta características específicas para minimizar las emisiones de NOx y SOx, y se han implementado disposiciones para el manejo eficaz del lastre y la eliminación de aguas residuales. La patrullera diseñada es más versátil y eficiente, siendo más pequeña y rápida, lo que la convierte en un complemento ideal para los nuevos buques de la clase Kership adquiridos a Francia (NORDSFORSK, 1987).

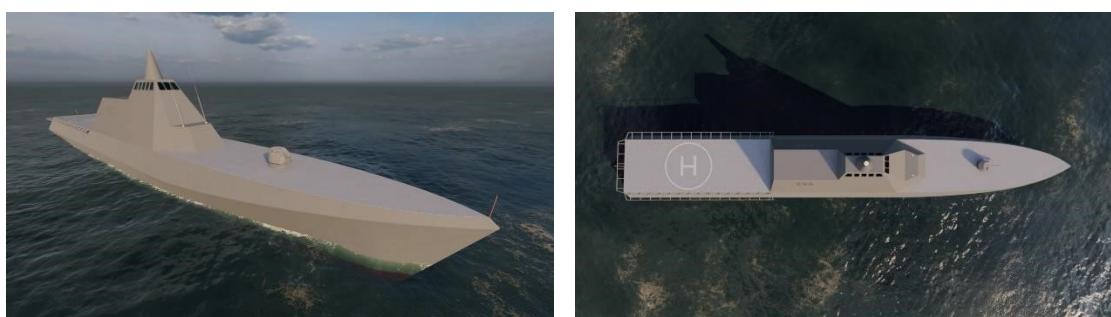


Figura 1. Diseño de la patrullera oceánica. Fuente: elaboración propia

Los objetivos del diseño de la patrullera oceánica se centran en la salvaguarda y gestión sostenible de los recursos naturales, tanto renovables como no renovables, así como en la protección del comercio marítimo y fluvial. Se busca proporcionar apoyo y defensa a unidades navales menores y facilitar el transporte de fuerzas especiales. Adicionalmente, el buque estará capacitado para llevar a cabo operaciones de exploración aérea mediante helicópteros, así como acciones de ayuda humanitaria. También se contempla la realización de misiones de búsqueda

y rescate (SAR) en entornos marítimos y fluviales, el suministro logístico a bases antárticas y el fortalecimiento de la presencia naval en las áreas operativas designadas.

El diseño del patrullero oceánico presenta varias limitaciones técnicas y operativas que deben considerarse. La longitud total (LOA) del buque está restringida a un máximo de 87 metros, alineándose con las especificaciones de la clase OPV Kership. Asimismo, la manga se establece en un mínimo razonable, mientras que el calado no debe exceder los 7 metros, en función de las restricciones impuestas por la Base Naval Mar del Plata. La profundidad y el desplazamiento del buque están definidos como mínimos razonables y superiores a 500 toneladas, respectivamente. En cuanto a las características operativas, se prevé una velocidad máxima de 35 nudos y una velocidad de crucero de 12 nudos, ambas determinadas durante las pruebas en el calado de diseño. El alcance del patrullero se estima en 8,000 millas náuticas a velocidad de crucero. La tripulación central se estima entre 30 y 50 integrantes, con un contingente adicional de 20 a 40 efectivos. Finalmente, el buque contará con la clasificación de Det Norske Veritas y estará registrado en Argentina, con dimensiones específicas que incluyen una longitud total de 70 metros, un desplazamiento de 702 toneladas, un volumen desplazado de 685 m³, una manga total de 10.5 metros, una profundidad de 5.9 metros y un proyecto de 3 metros. En términos de rendimiento, el patrullero está diseñado para alcanzar una velocidad de crucero de 12 nudos y una velocidad máxima de 35 nudos, lo que le permite una respuesta rápida ante diversas misiones operativas (Bentley Systems, 2018).

Discusión

El diseño de este patrullero oceánico se presenta como una respuesta estratégica a las necesidades de la Armada Argentina, permitiendo no solo la protección de los recursos naturales, sino también el fortalecimiento de la presencia naval en áreas críticas. La defensa nacional se erige como una obligación fundamental que requiere la asignación de recursos adecuados para cumplir con las misiones de vigilancia y control de espacios soberanos.

Asimismo, la implementación de tecnologías avanzadas y el cumplimiento de estándares ambientales aseguran que el patrullero no solo sea eficiente, sino también sostenible. A medida que el contexto internacional y económico de Argentina evoluciona, la capacidad de adaptación y modernización de las Fuerzas Armadas se vuelve crucial para la preservación de los intereses vitales de la nación. La integración de este patrullero en la flota naval contribuirá significativamente a la salvaguarda de la soberanía marítima, la defensa de los recursos y la respuesta ante emergencias, alineándose con los objetivos estratégicos de la defensa nacional.

Referencias bibliográficas

- Bentley Systems. (2018). *Maxsurf manuals*.
- Parsons, M. G. (2003). Parametric design. En T. Lamb (Ed.), *Ship design and construction* (pp. 11-1 a 11-48). SNAME.
- NAVSEA. (2012). *Electric power load analysis (EPLA) for surface ships*. Department of the Navy, Sea Systems Command.
- NORDSFORSK. (1987). *Seakeeping criteria*.

Agradecimientos

Se extiende un agradecimiento al Comandante Oscar Luis Latorre, al Teniente Nicolás Cáceres, y a los Tripulantes del ARA Storni de la Armada Argentina, así como al Teniente Marco Zuluaga, a la Guardiamarina Fernando Cabarcas y a la Tripulación del ARC 20 de Julio de la Armada de Colombia por su colaboración en el trabajo.

Se expresa un reconocimiento a la Society of Naval Architects and Marine Engineers (SNAME) por el premio otorgado al diseño de la patrullera en el Concurso internacional “Dr. James Lisnyk” del año 2022.



Propuesta de un catamarán ecológico para la limpieza del puerto de Mardel Plata.

Tolosa, Joel ^a

Antonelli, Nicolás A. ^{ab}

Fracassi Lazzarini, Favio A. ^a

Fioriti, Bruno I. ^a

Araya, Matias E. ^a

Claverie, Guillermina A. ^a

Sassot, Nicolás ^a

Gómez, Lucas M. ^a

Duhalde, Patricio ^a

Salay Gómez, Lucia L. ^a

Bressanello, Lucas ^a

Vaccari, Alejandro C. ^a

^a Grupo HidroSim, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata, Buque Pesquero Dorrego No 281, Mar del Plata, Argentina, email: hidrodinamica@mdp.utn.edu.ar

^b CONICET – CCT Mar del Plata, Argentina, <http://mardelplata-conicet.gob.ar/>

Autor para correspondencia: joel.tolosa@gmail.com

Resumen: El puerto de Mar del Plata, uno de los principales centros pesqueros de Argentina, también recibe embarcaciones de carga, remolcadores y buques de pasajeros, lo que genera una diversidad de residuos. Estos se clasifican según su origen en: desechos generados por lasembarcaciones durante su operación en el mar, residuos arrastrados por la red pluvial de la zona sur de la ciudad, y los producidos en la industria portuaria.

Siguiendo las normativas nacionales y los objetivos de desarrollo sostenible, es esencial minimizar el impacto ambiental mediante soluciones tecnológicas que permitan tanto la recolección de residuos en superficie como su tratamiento en tierra, disposición final y reciclaje. Para esto, se analizaron distintas alternativas para la gestión de desechos en el puerto.

Tras evaluar las opciones, se propuso un catamarán como solución ideal para la recolección de residuos mediante un canasto rebatible, impulsado por un sistema de propulsión eléctrica. Su diseño multicasco optimiza el espacio en cubierta y mejora la maniobrabilidad, facilitando las operaciones en áreas estrechas como puertos y muelles.

Se desarrolló el diseño del catamarán y los planos principales, integrando los componentes necesarios para garantizar una operación eficiente y sostenible, demostrando así la viabilidad técnica de la propuesta.

Palabras Clave: Buque de recolección, Contaminación portuaria, Gestión de residuos.

Introducción

La red pluvial de Mar del Plata tiene su salida en el mar, lo que provoca un flujo constante de residuos, que se intensifica notablemente en las temporadas altas y durante lluvias intensas. Este problema es particularmente visible en áreas frecuentadas, como las playas de Constitución. Sin embargo, existen arroyos entubados, como el que desemboca en la zona portuaria, que está en un área no accesible al público, por lo que pasa desapercibido para gran parte de los habitantes.

En consecuencia, la contaminación en el puerto de Mar del Plata no proviene únicamente de las actividades del propio puerto, sino también de los desechos arrojados en las calles. Estos residuos ingresan por las bocas de tormenta, recorren la red pluvial y como vemos en la Figura 1 terminan vertiéndose en las zonas operativas del puerto, como es el caso del Arroyo del Barco.



Fig. 1. Red pluvial de la zona portuaria de Mar del Plata (Municipalidad de General Pueyrredón, 2024).

Entre los principales residuos contaminantes se encuentran plásticos, vidrios, metales, maderas, y materiales como telgopor y goma espuma. La mayoría de estos desechos flotan en la superficie del agua, siendo fácilmente visibles y acumulándose frecuentemente en muelles o escolleras. En otros países, los desagües pluviales no desembocan directamente en la costa, sino que son redirigidos mediante complejas infraestructuras, algo que aún no es posible implementar en Mar del Plata. A pesar de que en la desembocadura del Arroyo del Barco se cuenta con una reja de contención y una barrera flotante, una gran cantidad

de residuo continúa filtrándose hacia las aguas del puerto, sumándose a los que provienen de otros desagües secundarios.

Por ello, este proyecto busca mitigar la contaminación en el puerto mediante la extracción de desechos flotantes utilizando un buque de limpieza especializado, junto con sistemas fijos de recolección.

Materiales y métodos

La investigación se centra en la comparación de diferentes métodos de recolección de sólidos en la superficie, aplicables a situaciones similares al puerto de Mar del Plata. Tomando como referencia el análisis y comparación presentados en la publicación de Tolosa (2023), Diseño de buque de limpieza para el puerto de Mar del Plata. Tercera Jornada de Ciencia y Tecnología y Tercer Encuentro de Investigadores en Formación, 16 - 20, representamos en la Tabla 1 los distintos tipos de métodos de recolección.

CLASIFICACIÓN DE LOS MEDIOS DE RECOLECCIÓN		
Sistemas fijos de recolección	Sistemas móviles de recolección	
Ej.: malla de recolección, barrera de contención.	Medios mecánicos continuos.	Tamices o redes.

Tabla 1. Clasificación de los medios existentes para la recolección de residuos.

Una vez definidas las características clave del proyecto, se realiza un análisis detallado de su diseño y funcionalidad. Este análisis contempla las condiciones del entorno de trabajo, los métodos constructivos más apropiados para la industria local, el impacto ambiental y las facilidades operativas. Los factores más relevantes incluyen la simplicidad en la construcción del casco, para evitar errores de fabricación, y las condiciones del área de trabajo, con tráfico constante de buques. El diseño del buque debe garantizar maniobrabilidad en espacios reducidos y cumplir con las normativas nacionales e internacionales, asegurando la seguridad de la tripulación y del entorno.

Resultados

Nuestra propuesta se basa en un catamarán diseñado para la recolección de residuos mediante un canasto rebatible operado por un malacate eléctrico. El diseño multicasco proporciona mayor espacio en cubierta y mejora la estabilidad lateral del buque.

Los cascos tendrán una forma sencilla y paralela en la mayor parte de su longitud, excepto en la proa, que contará con un leve lance. Aunque esta forma ofrece mayor resistencia que un casco aerodinámico, la facilidad de construcción prima sobre el rendimiento, dado que el

buque operará en aguas protegidas y a baja velocidad. El diseño de las líneas del casco cumplirá con los requisitos de la Prefectura Naval Argentina, según el RELETEC (1984).

El sistema de recolección incluirá un canasto de acero conectado a un malacate eléctrico mediante un cable y poleas en el pórtico de proa. Alimentado por baterías, este sistema ofrecerá autonomía para operar durante una jornada laboral de 8 horas. El canasto descargará los residuos en un bolsón de arpillería en la cubierta, que será reemplazado cuando se llene.

La propulsión será eléctrica, utilizando energías renovables, lo que contribuye a reducir las emisiones. Dos motores eléctricos fuera de borda proporcionarán la potencia adecuada y mejorarán la maniobrabilidad en áreas reducidas.

La instalación eléctrica alimentará los sistemas de comunicación, luces de navegación y de iluminación. Además, los paneles solares recargarán baterías auxiliares, mientras que las baterías de propulsión se cargarán en tierra. El alistamiento del buque seguirá la Ordenanza Marítima Nº 3/19 de la Prefectura Naval Argentina, y los equipos de salvamento cumplirán con las normativas SOLAS (2024).

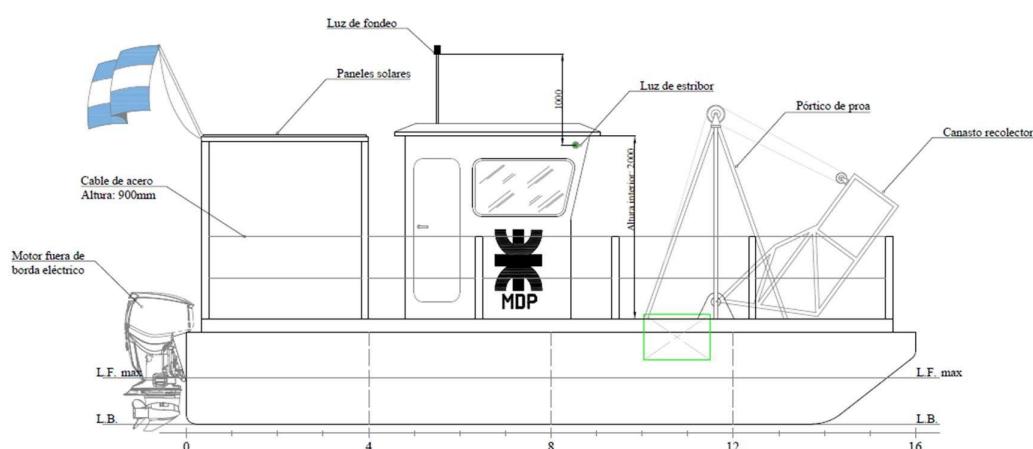


Fig. 3. Vista longitudinal del Arreglo General.

La estructura del buque se dividirá en la estructura interna del pontón y la cubierta, regulada por la Organización Internacional de Normalización (2008). El casco tendrá una configuración constructiva transversal, con anillos estructurales separados por 0,5 metros y compartimentos estancos a 2 metros de distancia.

Discusión

Se realizó un estudio técnico para diseñar un buque destinado a la recolección de residuos en la superficie del espejo de agua del puerto de Mar del Plata. Se analizaron soluciones en áreas de trabajo similares, evaluando las ventajas del proyecto y las facilidades que ofrece la industria naval local. El buque contará con una eslora de 8 metros, manga de 3 metros en

configuración de catamarán, y utilizará energía eléctrica, reduciendo el impacto ambiental. La basura afecta gravemente a la fauna y flora del puerto, además de interferir con actividades recreativas.

Finalmente, es crucial subrayar la importancia de crear conciencia y de implementar programas sociales y educativos que contribuyan a prevenir la contaminación en el futuro. Una actividad sugerida sería organizar paseos en velero u otras embarcaciones de pasajeros con estudiantes de primaria y secundaria, para que puedan experimentar el mar de cerca y, al mismo tiempo, sensibilizarse sobre la problemática, sus consecuencias y la responsabilidad que tenemos como ciudadanos en la gestión de residuos.

Referencias bibliográficas

- Municipalidad de General Pueyrredón, (2023), Red Pluvial.
<https://datos.mardelplata.gob.ar/?q=dataset/red-pluvial>
- Tolosa, J., Antonelli, N., Córdoba, N., Fracassi, F., Fioriti, B., Araya, M., Claverie, G., Sassot, N., Gómez, L., Monti, R., Duhalde, P., Salay, L. y Vaccari, A. (2023) Diseño de buque de limpieza para el puerto de Mar del Plata. Tercera Jornada de Ciencia y Tecnología y Tercer Encuentro de Investigadores en Formación, 16 - 20. <https://doi.org/10.33414/ajea.1663.2024>
- Prefectura Naval Argentina, (1984), Requisitos para los Elementos Técnicos de Juicio (RELETEC).R.G.-PNA 4-032
- Prefectura Naval Argentina, (2019), Ordenanza Nº3-19 (DSPN) – Normas técnico-administrativas para la certificación de embarcaciones deportivas y menores. DI-2019-77561486-APN-PNA#MSG.
- Safety of Life at Sea, (2024), SOLAS – Chapter III – Part B – Section I – Regulation 7 – Personal life-saving appliances.
- International Organization for Standardization, (2020), EN ISO 12215-7:2020 – Small craft – Hull construction and scantlings – Part 7: Determination of loads for multihulls and of their local scantlings using ISO 12215-5.

SESIÓN POSTERS DE CÁTEDRAS



Pesca continental argentina: una revisión económica, social y ambiental

Falchini, V.¹

Herrera, A.¹

Rodríguez Bernini, S.¹

Fernández, L.²

Lupín, B.²

¹Estudiante Carrera Ingeniería Pesquera

²Docente Carrera Ingeniera Pesquera, Grupo Investigación Innovación y Tecnologías

Inteligentes en Organizaciones Sostenibles (ITIOS). Asignatura Economía Pesquera (Electiva II).

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mar del Plata. Avda. Buque Pesquero

Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

Autor para correspondencia: beatrizlupin@gmail.com; lorenafernandezgorza@gmail.com

Resumen

El objetivo de esta propuesta es compartir una actividad realizada colaborativamente por los estudiantes de la Asignatura “Economía Pesquera” durante el cursado 2024, la que consistió en una revisión de estudios científicos y de documentos y estadísticas oficiales sobre la pesca continental (PC) nacional, de subsistencia y comercial, considerando las dimensiones económica, social y ambiental, a fin de elaborar un dispositivo visual. La revisión señala que, si bien Argentina posee diversas subregiones con dinámicas propias, se destaca la Cuenca del Plata (CdP), en donde los ríos Paraná y Uruguay confluyen en el Río de la Plata, aportando más del 90% a la PC nacional. Asimismo, la relevancia de la PC para las economías regionales adyacentes dada su contribución a la soberanía y seguridad alimentaria y al mercado laboral, vinculándose con la identificación cultural de las comunidades y la biodiversidad. Si bien es difícil estimar el volumen de capturas debido a la informalidad imperante, es posible indicar un valor notablemente inferior al de la pesca marítima, por debajo de 35.000 t/año, siendo el sábalo, que habita la CdP, la especie preponderante. El pescado obtenido se destina a autoconsumo o al mercado doméstico e internacional, con escaso agregado de valor. El sábalo fue la especie más exportada en 2022, representando el 40% de un total de 13.132 t vendidas afuera y generando la entrada de u\$s 4,4 millones, siendo los principales destinos países de la región y africanos. Por su parte, el pescador artesanal cobra un rol activo, con cerca de 7.000 registrados, que

trabajan individualmente, en grupos reducidos o nucleados en cooperativas, con pequeñas embarcaciones propulsadas por remo o motores de escasa potencia. Particularmente, en la Provincia de Santa Fe, se han detectado problemáticas sociales relacionadas a la creciente desmejora del bienestar de los pescadores y a la coexistencia de pescadores cuyo principal trabajo y capital simbólico es la PC y aquellos que la realizan solo por falta de otras oportunidades, existiendo tensiones entre ambos. La cuestión ambiental es compleja pues la PC se caracteriza por múltiples hábitats, pudiendo haber sobreexplotación de algunas especies. Cabe mencionar que la actividad se encuentra atravesada por una compleja trama normativa-institucional que ha establecido vedas, licencias y cupos para la protección del recurso. Así, se ha presentado una síntesis sobre una actividad pesquera a pequeña escala, aunque significativa para poblaciones ribereñas, que no es muy tratada, en parte, por la gran capacidad pesquera marítima nacional.

Palabras clave: aguas interiores – pesquerías continentales – economía pesquera regional

Argentine inland fisheries: an economic, social and environmental review

Abstract

The objective of this research is to share an activity carried out collaboratively by the students of the subject “Fisheries Economics” during the 2024 course, which consisted of a review of scientific studies and official documents and statistics on national, subsistence and commercial inland fisheries (IF), considering the economic, social and environmental dimensions, in order to elaborate a visual device. The review shows that, although Argentina has several subregions with their own dynamics, the La Plata Basin (LPB) stands out, where the Paraná and Uruguay rivers converge in the Río de la Plata, contributing more than 90% of the national IF. Likewise, the relevance of IF for the adjacent regional economies given its contribution to food sovereignty and security and to the labor market, linked to the cultural identification of communities and biodiversity. Although it is difficult to estimate the volume of catches due to the prevailing informality, it is possible to indicate a value significantly lower than that of marine fisheries, below 35,000 t/year, with tarpon, which inhabits the LPB, being the predominant species. The fish obtained is destined for self-consumption or for the domestic and international market, with little added value. Tarpon was the most exported species in 2022, accounting for 40% of a total of 13,132 t sold abroad and generating the entry of u\$s 4.4 million, the main destinations being

countries in the region and Africa. Artisanal fishermen play an active role, with about 7,000 registered fishermen, who work individually, in small groups or in cooperatives, with small boats propelled by rowing or low-powered engines. Particularly, in the Santa Fe Province, social problems have been detected related to the growing deterioration of fishermen's welfare and to the coexistence of fishermen whose main work and symbolic capital is IF and those who do it only for lack of other opportunities, with tensions between the two. The environmental issue is complex because IF is characterized by multiple habitats, and some species may be overexploited. It is worth mentioning that the activity is subject to a complex regulatory-institutional framework that has established bans, licenses and quotas for the protection of the resource. Thus, we have presented a summary of a small-scale fishing activity, although significant for coastal populations, which is not very well treated, in part, due to the large national maritime fishing capacity.

Keywords: inland waters - inland fisheries - regional fishery economy - regional fishery economy

Evaluación de la densidad de rotíferos *Brachionus sp* en diferentes condiciones de salinidad

Ontiveros Santiago¹,

Castro Santiago M¹,

Avila Matías D¹,

Yachinto Ana C¹,

Julieta Suarez²

Esteban Ricci²,

Adrián Vega²,

Rodriguez Yamila³,

Berrueta Mercedes^{2,3}

¹Estudiante de la Carrera Ingeniería Pesquera, asignatura “Acuicultura I”

²Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Paseo Victoria Ocampo

N°1, Escollera Norte, B7602HSA – Mar del Plata, Argentina

³Docentes de la Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de Investigación LACUI. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

Autor para correspondencia: mberrueta@inidep.edu.ar

Resumen

Los rotíferos son esenciales como alimento vivo para larvas de peces y crustáceos, gracias a su valor nutricional y tamaño. Sin embargo, su desarrollo puede verse influenciado por variaciones en los niveles de salinidad. Este estudio se propuso comparar la densidad y la tasa de reproducción de rotíferos en dos niveles de salinidad: 25 g/l (grupo A, control) y 35 g/l (grupo B, que induce la reproducción sexual). Se cultivaron rotíferos a una densidad inicial de 50 rot/ml en recipientes de 500 ml de agua marina filtrada, con aireación constante y alimentación con microalgas *Nannochloropsis oculata*. La temperatura se mantuvo a 26 °C y se controló el pH. Los resultados mostraron que la densidad de rotíferos en el grupo A disminuyó a 10±8,9 rot/ml al final del experimento, mientras que el grupo B comenzó con 36 rot/ml y terminó con 16±5,7 rot/ml. En el grupo A, la densidad de hembras con huevo fue de 5 hembras/ml al inicio, disminuyendo a 0,22 hembras/ml, mientras que el grupo B presentó un incremento de 2,3 a 1,55 hembras/ml durante el mismo período. Los machos fueron observados en el grupo A con 1,7 machos/ml, mientras que el grupo B tuvo 1,6 machos/ml. La cantidad de cistos también fue mayor en el grupo A, con 1,3 cistos/ml frente a 1,1 cistos/ml en el grupo B. Segundo los resultados

obtenidos, ambos grupos experimentaron un shock de transferencia inicial, con disminuciones en las densidades. Aunque se esperaba que la disponibilidad de rotíferos aumentara en el grupo A debido a las condiciones óptimas, los resultados sugieren que los rotíferos no se aclimataron bien a las nuevas condiciones. Se observaron estrategias de resistencia, como la presencia de machos y cistos, que deberían haberse visto solo en el grupo B, donde la salinidad es un inductor de reproducción sexual. Esto indica que la aparición de machos y cistos en el grupo A es inusual y sugiere que los rotíferos no se adaptaron adecuadamente a las condiciones de transferencia. En conclusión, el estudio destaca cómo la salinidad afecta la densidad y reproducción de rotíferos, revelando que, a pesar de condiciones óptimas, no se adaptaron bien a cambios en el ambiente.

Palabras Clave: Acuicultura, Rotíferos, Salinidad, Reproducción.

Transformación del “bycatch” en alimentos para comedores escolares de la ciudad de Mar del Plata.

Landolfo, Thiago¹

Doglia, Bernardita¹

Minotto, Lucio¹

Caballero, Valeria¹

Castellini, Damian¹

Scholtus Fernando¹

¹Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Catedra: Proyecto Integrador I, Ingeniería Pesquera. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Autor para correspondencia: thiagolandolfo@gmail.com

Resumen: Este proyecto tiene como finalidad desarrollar una línea producción para procesar las capturas acompañantes “bycatch” que llegan diariamente al puerto de la ciudad de Mar del Plata, otorgándoles una finalidad solidaria al destinarse a comedores escolares. La iniciativa busca transformar un recurso no utilizado en la industria pesquera en una fuente de alimento accesible y de calidad, reduciendo el desperdicio y contribuyendo a la seguridad alimentaria de la comunidad, así como también generando beneficios sociales en la zona. El mismo se desarrollará mediante la implementación de un proceso integral que abarca la selección y recolección de las capturas acompañantes en el puerto de Mar del Plata, su procesamiento en una planta escuela operada por personas en proceso de capacitación y formación laboral, y la distribución y entrega de los productos procesados a comedores escolares de la zona, garantizando la accesibilidad y calidad de los alimentos. El proyecto plantea el diseño de una línea de producción de trozos de pescado rebozados, prefritos y congelados. Se llevó a cabo una planimetría y un modelado en 3D de la planta escuela para visualizar la disposición de la línea de producción, así como el desarrollo del diagrama de flujo y tecnológico que describan el proceso de producción. Asimismo, se seleccionaron y especificaron los equipos y materiales necesarios, y se establecieron protocolos de seguridad y calidad. La producción estimada diaria para la línea de fabricación es de 2320 kilogramos, partiendo de 4000 kilogramos de materia prima, la cual estaría compuesta por distintas especies del variado costero. Para alcanzar el objetivo propuesto, se realizó un análisis de conveniencia y eficiencia, seleccionándose los siguientes equipos: una rebozadora marca GASER, modelo PRACTIC 350 (0,55 kW); una freidora FEX 300, marca INCALFER (2,237 kW); y un congelador de túnel continuo marca WALLEY, modelo

SSD-W-300 (11 kW; 70 kW potencia frigorífica), entre otros. El diseño del proyecto no solo garantiza un uso eficiente del espacio dentro de la planta escuela, sino que también permite una conexión fluida con el resto de las áreas de producción. Además, se minimiza la posibilidad de contaminación cruzada, asegurando así un entorno de trabajo seguro y la elaboración de productos alimentarios de primera calidad.

Palabras Clave: Puerto Mar del Plata, Planta escuela, capturas acompañantes.

Caracterización y distribución espacio temporal del microplásticos identificados en arena de una playa recreacional (Gral. Pueyrredón: Bs. As.)

Paez, Solange M.¹;

Martínez, Marina¹;

García, Lola;

González, Nilce D.;

Fernández, Agustina L.;

Scuartini, Aylen¹;

Belver, Valentina;

Saicha, Ana V.¹

Lucero, Marcelo¹

¹Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Área de Medio Ambiente.

Avda. Dorrego 281 Puerto (7600), Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Autor para correspondencia: paezsolange02@gmail.com

La presencia de microplásticos en los ecosistemas acuáticos es un área de investigación relativamente nueva en Argentina. Los escasos estudios científicos existentes han enfocado su atención en el ecosistema marino, por lo que prácticamente se desconoce el estado actual de la franja de arena emergida de los numerosos sectores costeros localizados a lo largo del extenso litoral atlántico. El objetivo planteado en este estudio fue caracterizar, cuantificar y evaluar la distribución estacional de los microplásticos secundarios (MPs) identificados en la arena de una playa urbana recreacional. El área de estudio seleccionada es el sector costero denominado Popular (latitud 38° 04' Sur; longitud 57° 32' 25" Oeste), localizada en el centro comercial de Mar del Plata. Se realizaron relevamientos periódicos durante el verano, otoño e invierno de 2024, donde se colectaron muestras de arena provenientes de seis puntos predeterminados sobre la línea de pleamar, cubriendo la longitud total de la misma. Mediante técnicas de flotación y el uso de lupa estereoscópica, los fragmentos plásticos entre 5 mm y 1 mm de talla obtenidos de cada una de las muestras analizadas fueron contabilizados y discriminados por forma y color. La unidad de concentración de estas partículas elegida fue MPs/kg de arena. De un total de 18 muestras procesadas se contabilizaron 1475 MPs, y una media estimada de 546 MPs/kg de

arena. No se registraron diferencias significativas ($P>0.05$) entre las medianas de las colectas realizadas en verano, otoño e invierno. Por el contrario, su distribución variaría a lo largo de la playa al comparar las medias de los MPs registrados en cada estación de muestreo ($p<0.05$) señalando una mayor acumulación de estos residuos en el norte de su extensión. En relación a formas, las fibras presentaron la mayor abundancia (98,98%), seguida por los fragmentos (1,02%). Al discriminar las formas más representativas según su coloración, la tonalidad negra (68,54%) prevaleció sobre el azul (13,08%) y el rojo (4,20%).

En comparación con estudios similares, la arena de Popular presenta una alta concentración de partículas. La abundancia sostenida tanto en verano como en temporada baja, señalarían que además de sus visitantes y una limpieza deficiente, existen otros factores que contribuyen a un recambio constante de MPs. La prevalencia de colores asociados a la actividad pesquera, y una acumulación mayor en la zona norte, sugieren una interacción de factores humanos y naturales en la distribución de este contaminante emergente.

CONFERENCIA PLENARIA II



Valoración de tres microalgas autóctonas a escala experimental para biomasa como potencial aporte a la producción de biodiesel

Prof. Dr. Hebert Hernan Soto Gonzales

Profesor e investigador, realiza investigaciones en biotecnología ambiental, trabaja en colaboración con institutos científicos de la Universidad de São Paulo - Brasil; EMBRAPA; Universidad Federal de Roraima, Universidad Federal de Amazonas. Biólogo, especialidad en Ecología, Doctor en Biotecnología por la Universidad de São Paulo - USP, becario de la Agencia de CAPES - Brasil, realizo estudios Postdoctorales en Biotecnología en la Empresa de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA - Brasil), siendo becario de la Agencia Brasileña CNPq. Fue Profesor Investigador Visitante de la Universidad Federal de Roraima. Actualmente trabaja en la Universidad Nacional de Moquegua - UNAM - Perú. Tiene artículos científicos indexados en Scielo, Web Science y Scopus. Es consultor y freeLancer en diversas instituciones gubernamentales y ONGs del país y del extranjero. Revisor por pares de revistas científicas indexadas: Revista de Biología Marina y Oceanografía (Chile). Revista Praxis Investigativa (Colombia). Revista de Engenharia de Produção (Brasil) y Advances in Plants & Agriculture Research (USA).



TRABAJOS
SEGUNDO BLOQUE



Estrategia de diversificación como respuesta a la implementación de las cuotas individuales transferibles de captura (CITCs): el caso de una empresa pesquera marplatense”

Larrazábal, Florencia¹

Guariste, Martina¹

Baltar, Fabiola¹

Zanfrillo, Alicia¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Grupo de investigación en Economía Pesquera. Funes 3250, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

Resumen: En el año 2010 se implementa en la pesquería de merluza hubbsi el sistema de cuotas (CITCs), que implicó un cambio significativo en dicha pesquería y en las relacionadas. El objetivo del presente trabajo es analizar el desempeño de una empresa que opera tanto en la pesquería de merluza como de langostino, para el período 2010-2023. Para ello se diseñó un estudio de caso con triangulación de métodos. En la fase cuantitativa se utilizaron fuentes secundarias de información y una encuesta a la empresa a fin de estimar la rentabilidad económica por tipo de flota. En la fase cualitativa se realizaron entrevistas a agentes clave del sector, para construir un marco de interpretación de la estrategia de la empresa y del impacto de las cuotas. De acuerdo con los entrevistados, las CITCs fueron positivas al lograr la sostenibilidad en la explotación de merluza hubbsi y otorgar estabilidad en dicha pesquería. Sin embargo, este cambio institucional llevó a la empresa a implementar una estrategia de diversificación productiva, aumentando la captura de langostino a fin de optimizar los costos económicos de la empresa. El diferencial de precios de exportación fue una variable fundamental para comprender dicha estrategia económica.

Palabras Clave: merluza hubbsi- diversificación- estudio de caso- rentabilidad

Introducción

La implementación de las Cuotas Individuales Transferibles de Captura (CITCs) en la pesquería de merluza hubbsi generó cambios no solo al interior de la pesquería sino en el sector en su conjunto (Bertolotti et al, 2015). Muchas empresas que operaban en la pesquería de merluza hubbsi se vieron forzadas a revisar su estrategia empresarial para poder adaptar sus estrategias a este cambio institucional; y lo hicieron a través de la diversificación productiva o la transferencia de cuotas.

En efecto, la evidencia empírica demuestra que en los años posteriores a la implementación de las CITCs hubo una reconversión en la actividad pesquera debido a diferencias en la rentabilidad

económica entre pesquerías (Solimeno y Yurkievich, 2020). Esto se observa especialmente en la pesquería de langostino y la pesquería de merluza hubbsi. Ambas comparten el mismo ecosistema, pero poseen un régimen regulatorio diferente.

Desde el EEP, una pesquería es entendida como un sistema integrado por cinco dimensiones: biológica, institucional, tecnológica, económica y social. Bajo este enfoque, es necesario tener en cuenta para la gestión pesquera el ecosistema marino en su totalidad, en lugar de limitarse a la especie objetivo, comprendiendo que existen complejas interacciones entre las especies, su entorno físico y los factores sociales y económicos que influyen en la actividad (FAO, 2003).

En este contexto, el objetivo del artículo es analizar el desempeño de una empresa pesquera que participa tanto de la pesquería de merluza hubbsi como la de langostino argentino en el período 2010-2023.

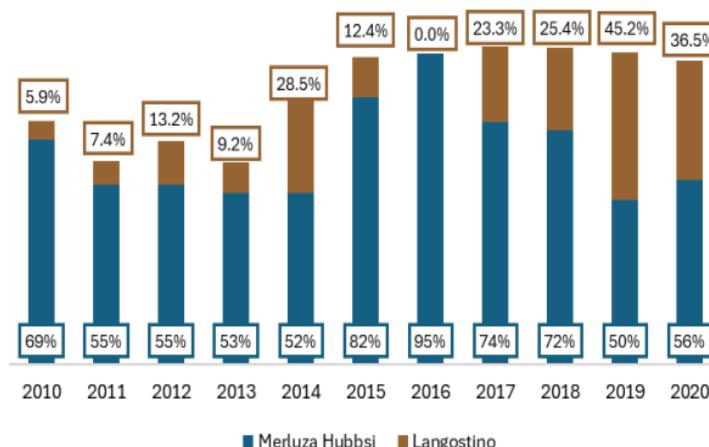
Materiales y métodos

La empresa analizada participa en la pesquería de merluza hubbsi y langostino. Cuenta con planta industrial en tierra y disminuyó cerca del 25% del volumen de captura con respecto a los permisos que tenía antes de las cuotas. Para el estudio del caso se desarrollaron dos fases de investigación (Yin, 1994). En la fase cuantitativa, se utilizó como fuente primaria una encuesta a la empresa que permite describir su desempeño económico en el período de análisis. En ella se indaga la estructura de costos por tipo de flota que posee la empresa y que operan en ambas pesquerías: buque fresquero de altura, buque congelador y buque tangonero. Para la estimación de los ingresos se utilizaron fuentes secundarias de la Dirección Nacional de Pesca por cada buque para calcular luego la rentabilidad económica. En la fase cualitativa, se administraron entrevistas a los directivos de la empresa, al responsable del área contable y de recursos humanos, a un representante de la cámara de armadores y un delegado del sindicato de trabajadores de procesamiento en tierra. Complementariamente, se consultaron fuentes documentales en la página web de la empresa y videos y portales de noticias digitales del sector.

Resultados

La Figura 1 representa el volumen de capturas (en porcentaje) de merluza hubbsi y langostino realizado por la empresa en el período 2010-2020.

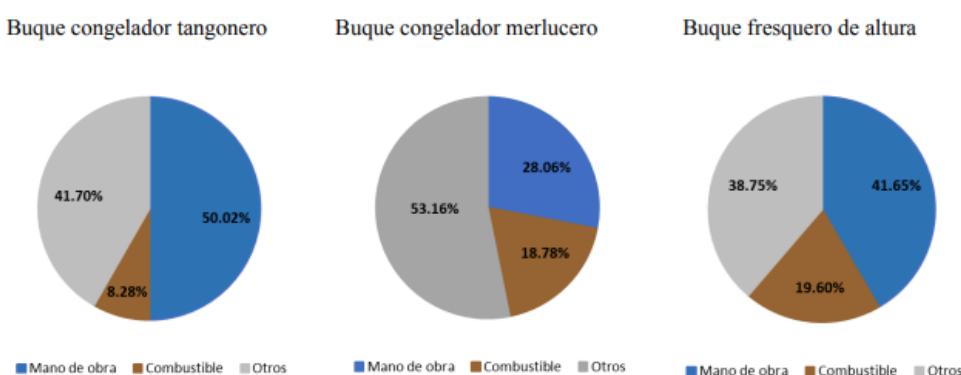
Figura 1: Análisis comparado de las capturas de merluza y langostino. Período 2010-2020



Fuente: Elaboración propia en base a partes de pesca de la empresa

Los desembarques de merluza y langostino fluctuaron durante el período. Cabe destacar que luego del año 2017 aumenta considerablemente la participación de las capturas de langostino en el total de capturas de los buques que pescan ambas especies. Sin embargo, la empresa sostiene niveles de participación de merluza similares a los observados al inicio del sistema de cuotas. Esto se debe a la necesidad de sostener el empleo en tierra, que se basa en el fileteado de merluza. La Figura 2 muestra la estructura de costos de cada tipo de buque que opera la empresa analizada. La diferencia en la estructura de costos entre los buques merluceros se explica principalmente por el costo de mano de obra. Respecto a la participación del costo de combustible, la proporción en el costo total es similar para ambos (19 %), aunque si se tiene en cuenta el tiempo de la marea, el valor monetario es mayor en el buque congelador (Figura 2).

Figura 2: Estructura de costos de los buques de la empresa por tipo de flota.



Fuente: Elaboración propia en base a la encuesta a la empresa

Según datos obtenidos de la encuesta, si se analiza el costo por día de marea, el buque fresquero de altura es el menos costoso, seguido del buque congelador merlucero (7% más costoso) y, luego, el tangonero (37,7%). Respecto a los costos comparados entre los buques congeladores de la firma, el tangonero tiene un costo diario 28,6% mayor al merlucero. Sin embargo, esta relación se invierte si se tiene en cuenta el costo por marea, ya que el congelador merlucero promedia los 35 días de marea mientras que el buque tangonero promedia los 15 días. El costo por marea del buque merlucero es 81,4% superior al tangonero.

Basado en estos datos de estructura se deduce que el margen de rentabilidad económica presenta diferencia según el tipo de buque que opera la empresa. El buque fresquero que opera merluza registra un margen negativo del -4.9 %, el buque congelador que opera merluza registra un margen positivo del 36.9 % y el buque congelador tangonero que opera langostino registra un margen positivo del 14.5 %. La diferencia de rentabilidad de los buques que operan merluza se explica principalmente por el precio de la captura desembarcada. A pesar de que ambos desembarquen merluza, el precio promedio del buque congelador, cuyo principal destino de captura es el exterior, es 146% superior al precio promedio del buque fresquero que vende exclusivamente en el mercado interno. Esto se debe, por un lado, a que los precios internacionales suelen ser mayores a los precios internos (generalmente se exporta la merluza congelada y la fresca es destinada al mercado argentino) y, por otro lado, a la calidad del producto: un pescado que es inmediatamente congelado luego de su captura tiene un valor comercial mucho mayor que uno que se mantiene fresco.

La decisión de seguir operando con un buque con rentabilidad negativa radica, por un lado, en una estrategia de diversificación productiva, percibiendo cierta estabilidad en la pesquería de merluza en comparación con otras pesquerías. Por el otro, la empresa tiene una gran trayectoria en la pesquería de merluza con una planta propia de procesamiento en tierra de 2.500 m² y 280 empleados. De allí que, independientemente de la rentabilidad obtenida, existe un claro posicionamiento de la empresa respecto a su participación en la pesquería cuotificada. Por su parte, la diferencia de rentabilidad de los buques congeladores que operan en las distintas pesquerías se explica por la mayor capacidad de bodega del merlucero en comparación al tangonero (530% mayor); incluso cuando el costo total por marea es 89,9% mayor en el merlucero y el precio promedio de la tonelada de langostino es 144,2% mayor. Según la visión de la empresa, la pesquería de langostino se caracteriza por una mayor volatilidad tanto en el precio internacional, por la competencia con el langostino vannamei de acuicultura, como en la cantidad que se puede capturar, por las aperturas y cierres de áreas de pesca según la cantidad de juveniles y el descarte. De allí que la decisión de aumentar el esfuerzo en la pesquería de

langostino se asocie a una maximización de ingresos y no a una estrategia de reconversión de la estructura de la empresa.

Discusión

El presente trabajo analiza el desempeño de una empresa pesquera que opera en las pesquerías de merluza y langostino, a partir de la implementación de las CITC. Los resultados obtenidos revelan una compleja interacción de factores biológicos, económicos, institucionales y tecnológicos que moldean las estrategias empresariales y la rentabilidad de las diferentes flotas. La implementación de las cuotas en la pesquería de merluza hubbsi ha generado nuevos desafíos para las empresas del sector. La necesidad de adaptarse a una actividad más regulada e incierta ha llevado a las empresas a adoptar estrategias de diversificación productiva. En el caso de estudio, la empresa ha mantenido un buque fresquero que opera con merluza a pesar de presentar márgenes de rentabilidad negativos, lo cual deriva en una estrategia a largo plazo basada en la estabilidad de la pesquería de merluza. La rentabilidad de los buques se ve influenciada por diversos factores, entre los que destacan el precio de la captura, la capacidad de bodega, los costos operativos y la volatilidad del mercado. En este sentido, la pesquería de langostino a pesar de ofrecer precios más altos por tonelada se caracteriza por una mayor volatilidad, lo que implica mayores riesgos para las empresas.

Referencias bibliográficas

- Bertolotti, M. I., Rotta, L. D., Baltar, F., Gualdoni, P., & Pagani, A. N. (2015). Cuotas individuales transferibles de captura en Argentina: Política y desempeño (Informe de Investigación No. 78). INIDEP.
- FAO. Departamento de Pesca. (2003). La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca (Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable No. 4, Supl. 2). FAO.
- Solimeno, D. A., & Yurkievich, G. J. (2020). Sobran cuchillos, falta el pescado. Auge del langostino patagónico y reactivación del conflicto social en Mar del Plata. Geograficando, 16(2), e076. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe076>
- Yin, R. K. (1994). Case study research: Design and methods (2nd ed., Vol. 5). Sage Publications.

Aprovechamiento integral de residuos del langostino para la obtención de un aceite bioactivo rico en astaxantina.

Ferreras, Florencia.¹

Castellini, Damian L.²

Pereira, Nair de los Angeles.¹

¹ Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Autor para correspondencia: damiancastellini@gmail.com

² Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de investigación LACUI. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Resumen: En los últimos años, la industria del langostino ha crecido significativamente, generando un aumento en los desechos sólidos (cabezas, vísceras y exoesqueletos). Estos representan una fuente valiosa de biomoléculas como astaxantina, un potente antioxidante. El objetivo de este estudio fue obtener un aceite rico en astaxantina (ARA) a partir de residuos de *Pleoticus muelleri*, determinando su concentración de astaxantina y capacidad antioxidante. Se recolectaron cabezas de langostino de plantas de procesamiento pesquero y se sometieron a hidrólisis autolítica antes de extraer los carotenoides con aceite de girasol como solvente. La concentración de astaxantina en el ARA se midió espectrofotométricamente, y la actividad antioxidante se evaluó con la capacidad de barrido del radical libre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo). Los resultados indicaron una concentración promedio de 28,3 µg/mL de astaxantina en el ARA. El análisis antioxidante mostró una capacidad de barrido del radical DPPH superior al 50% tras 30 minutos de incubación, con un IC₅₀ de 6,3 µL. Estos resultados concuerdan con estudios previos y sugieren que el método elegido de extracción es eficiente. Aunque la concentración de astaxantina es menor que la de suplementos comerciales, el ARA podría ser una fuente dietética viable de antioxidantes si se incorpora junto con el consumo de otros productos con propiedades bioactivas. Se propone como próximo paso analizar la inocuidad del ARA para consumo humano o animal.

Palabras claves: *Pleoticus muelleri*, residuos pesqueros, astaxantina, aceite vegetal, actividad antioxidante

Introducción

En los últimos 20 años la industria pesquera del langostino (*Pleoticus muelleri*) pasó de 27.129,9 t en 2004 a 200.237,4 t en 2023 con su máximo en 2018 con un máximo de 254.906 t que generaron USD 1.300 millones en conceptos de exportaciones (60% del total del sector) (Carciofi y Rotta, 2021; Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, 2024). Este gran aumento en las capturas supone un desafío para el manejo de los residuos de esta pesquería, haciendo crecer el interés sobre estos como una fuente valiosa y rentable de proteínas y lípidos de alta calidad (Pereira et al., 2020). Durante el procesamiento del langostino se realiza una clasificación por tamaño y se empaca en distintas presentaciones, enteros o solo sus colas antes de ser congelados y comercializados. Luego de este procesamiento se generan gran cantidad de residuos sólidos (cabezas, vísceras y exoesqueletos), que pueden llegar a representar hasta el 45% del peso total del animal (Mezzomo et al., 2011). Estos residuos representan una fuente potencial de biomoléculas, incluyendo proteínas, péptidos, lípidos y pigmentos, que pueden ser recuperadas mediante un proceso de hidrólisis enzimática (Pereira et al., 2020). En referencia a los pigmentos, los residuos de langostinos son ricos en carotenoides, dentro de estos encontramos a la astaxantina, la cual representa el 90% del total de carotenoides (López et al., 2004). La astaxantina presenta distintas propiedades bioactivas, es un potente antioxidante natural, mostrando múltiples beneficios para la salud, particularmente en la prevención y tratamiento de enfermedades relacionadas con el envejecimiento, además tiene propiedades antiinflamatorias y neuroprotectoras (Donoso et al., 2021; Alugoju et al., 2023). Existen distintas metodologías de extracción para la astaxantina presente en los crustáceos, una de estas es utilizando como solvente de extracción aceites de origen vegetal (Sachindra y Mahendrakar, 2005; Mezzomo et al., 2011). Esta metodología presenta ventajas frente a las extracciones que se basan en solventes orgánicos como metanol o acetona, principalmente por su amplia disponibilidad y su bajo impacto ambiental (Gulzar, et al., 2020).

El objetivo del presente trabajo fue obtener un aceite rico en astaxantina proveniente de los residuos de *P. muelleri*, además de determinar la concentración de astaxantina y la capacidad bioactiva (actividad antioxidante).

Métodos y materiales

Se recolectaron muestras de cabezas de langostino en plantas de procesamiento pesquero de la ciudad de Mar del Plata, estas fueron mantenidas a – 20°C hasta el momento de ser procesadas.

Antes de realizar la extracción de astaxantina las muestras de cabezas de langostino fueron sometidas a una hidrolisis autolítica, para esto se trituraron y se mezclaron con agua destilada en una relación de 1:1 (p/p), luego se incubo a 45°C durante 60 min (Leal et al., 2010). Esto se realizó ya que una hidrolisis enzimática como pretratamiento mejora el rendimiento de extracción de los carotenoides (Mezzomo y Ferreira, 2016).

Extracción: para el procedimiento de extracción de los carotenoides con aceite vegetal como solvente se utilizó como referencias los trabajos de Mezzomo et al. (2011) y Sachindra & Mahendrakar (2005). Para esto se utilizó una relación 1:1 (v/v) del hidrolizado de cabezas de langostino y aceite (en nuestro caso aceite de girasol). Esta mezcla se incubo a 70 °C durante 70 minutos, posteriormente se centrifugo a 3000 RPM durante 10 minutos para extraer la fase oleosa rica en astaxantina.

Medición de la concentración de astaxantina: se determinó la concentración de astaxantina espectrofotométricamente de las muestras del aceite rico en astaxantina (ARA) según Morales & Calvo (1987). Para calcular los carotenoides totales se seguirán las ecuaciones de Chen & Meyers (1984).

Propiedades bioactivas: la evaluación del poder antioxidante del ARA se realizó según el protocolo de captura de radicales libres 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) descrito por Al-Tarifi et al., (2020). La medición del efecto antioxidante se efectuó con un equipo de espectroscopía y resonancia paramagnética electrónica (EPR) y se calculó el IC50 con el software GraphPad Prism 5.0.

Los procedimientos de hidrolisis y extracción de astaxantina se realizaron por triplicado.

Resultados

Del proceso de extracción se logró recuperar aproximadamente el 90 % del aceite de girasol utilizado (luego de la centrifugación) (Figura 1).



Figura 1. Obtención del aceite rico en astaxantina.

La estimación de la concentración de astaxantina en el ARA fue de $28,3 \pm 10 \mu\text{g/mL}$. En cuanto a las actividades bioactivas (poder antioxidante), se observó una capacidad de barrido del radical libre DPPH superior al 50% a los 30 minutos de incubación, con un IC₅₀ de 3,5 mg de ARA. El coeficiente de determinación obtenido ($R^2 = 0.99418$) indica una excelente correlación entre el modelo y los datos experimentales (Figura. 2).

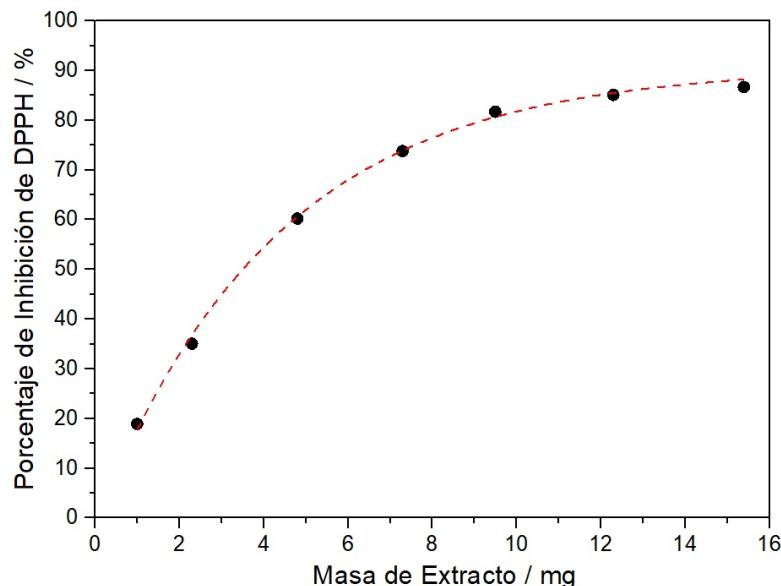


Figura 2. Relación entre la masa del ARA (en mg) y el porcentaje de inhibición del radical DPPH. Los puntos representan los datos experimentales, mientras que la línea punteada roja indica el ajuste del modelo asintótico a los datos.

Discusión

La concentración promedio de astaxantina es coherente con los mencionados en otros trabajos (Sachindra & Mahendrakar, 2005; Mezzomo et al., 2011), esto es un indicativo que este método es eficiente para la extracción de carotenoides de los residuos de langostino. En lo que respecta a la actividad antioxidante, al comparar los resultados con los estudios de Sowmya & Sachindra (2012) y Chintong et al. (2019), observamos una actividad antioxidante fuerte, lo que implicaría un potencial beneficio para la salud al incluirlo dentro de una dieta. Por otro lado, la concentración de carotenoides en el aceite recuperado no llega a los valores que se pueden encontrar en suplementos comerciales específicos de astaxantina (ej. capsulas de 5mg de astaxantina). De la misma manera podemos comparar con el aporte que proviene del consumo de salmón del atlántico cultivado que contiene entre 6 y 8 mg por kilo de músculo (Ambati et al., 2014). Pero teniendo en cuenta que se recomiendan aproximadamente 3,6 mg astaxantina por día para obtener beneficios para la salud humana (Ambati et al., 2014), incorporar el aceite rico en astaxantina dentro de la dieta aportaría junto con el consumo de pescado como los salmonidos valores cercanos a los recomendados. Los próximos objetivos para desarrollar serán analizar la inocuidad del ARA para consumo humano o animal.

Agradecimientos: Al Dr. Luis Granone del Instituto IFIMAR-CONICET-UNMDP por operar el EPR (Equipo de Resonancia Paramagnética Electrónica).

Bibliografía

- Al-tarifi, B. Y., Mahmood, A., Assaw, S., & Sheikh, H. I. (2020). Comparison of Different Organic Solvents on Antioxidant Activity of Astaxanthin Extracted from *Hematococcus pluvialis* Using Colorimetric and Non-colorimetric Methods. *Oriental Journal of Chemistry*, 36(3).
- Alugouju, P., Krishna Swamy, V. K. D., Anthikapalli, N. V. A., & Tencomnao, T. (2023). Health benefits of astaxanthin against age-related diseases of multiple organs: A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(31), 10709-10774.
- Ambati, R. R., Phang, S. M., Ravi, S., & Aswathanarayana, R. G. (2014). Astaxanthin: Sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications—A review. *Marine drugs*, 12(1), 128-152.
- Carciofi, I. y Rotta, L. (2021). La cadena productiva del langostino patagónico: diagnóstico, lineamientos y recomendaciones de políticas. Documentos de Trabajo del CCE N° 18, diciembre de 2021, Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

Chen HM., & Meyers SP. (1984). A rapid quantitative method for determination of astaxanthin pigment concentration in oil extracts. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 61(6), 1045-1047.

Chintong, S., Phatvej, W., Rerk-Am, U., Waiprib, Y., & Klaypradit, W. (2019). In vitro antioxidant, antityrosinase, and cytotoxic activities of astaxanthin from shrimp waste. *Antioxidants*, 8(5), 128.

Donoso, A., González-Durán, J., Muñoz, A. A., González, P. A., & Agurto-Muñoz, C. (2021). Therapeutic uses of natural astaxanthin: An evidence-based review focused on human clinical trials. *Pharmacological Research*, 166, 105479.

Gulzar, S., Raju, N., Nagarajarao, R. C., & Benjakul, S. (2020). Oil and pigments from shrimp processing by-products: Extraction, composition, bioactivities and its application-A review. *Trends in Food Science & Technology*, 100, 307-319.

Leal, A. L. G., Castro, P. F., Lima, J. P. V., Souza Correia, E., Souza Bezerra, R. (2010). Use of shrimp protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.) feeds. *Aquaculture International*, 18(4), 635– 646.

López, M., Arce, L., Garrido, J., Ríos, A., & Valcárcel, M. (2004). Selective extraction of astaxanthin from crustaceans by use of supercritical carbon dioxide. *Talanta*, 64(3), 726-731.

Mezzomo, N., & Ferreira, S. R. (2016). Carotenoids functionality, sources, and processing by supercritical technology: a review. *Journal of chemistry*, 2016(1), 3164312.

Mezzomo, N.; Maestri, B.; dos Santos, R.L.; Maraschin, M.; Ferreira, S.R.S. Pink Shrimp (*P. Brasiliensis* and *P. Paulensis*) Residue: Influence of Extraction Method on Carotenoid Concentration. *Talanta* 2011, 85, 1383–1391.

Morales, D., & Calvo M. A. (1987). Extracción del pigmento astaxantina de desechos de crustáceos. *Uniciencia*, 4(1-2), 51-56.

Pereira, N. D. L. A., Fangio, M. F., Rodriguez, Y. E., Garbari, D. M., & Fernandez Gimenez, A. V. (2020). Obtención de hidrolizados proteicos a partir de desechos de la industria pesquera. En Saravia Pinheiro, Maria do Socorro (Coord.), Oceanografía: desvelando la belleza, los misterios y los desafíos del mar (pp. 99-110), Brasil: Curitiba. ISBN 978-65-87396-16-3.

Sachindra, N. M., & Mahendrakar, N. S. (2005). Process optimization for extraction of carotenoids from shrimp waste with vegetable oils. *Bioresource Technology*, 96(10), 1195-1200.



Sowmya, R., & Sachindra, N. M. (2012). Evaluation of antioxidant activity of carotenoid extract from shrimp processing byproducts by in vitro assays and in membrane model system. *Food Chemistry*, 134(1), 308-314.

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura. (2024). Desembarques de Capturas Marítimas Totales.

https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/pesca_maritima/desembarques/

Análisis de fuentes proteicas para la alimentación de trucha arcoíris mediante estudios de actividad enzimática

Pereira, Nair dIA^{1,2}

Asiaín, Arturo¹

Bonadero, Cecilia²

Castellini, Damian L.¹

Cecchi, Federico¹

Prario, María¹

Rodríguez, Yamila E^{1,2}

Soto-Atampiz, Bárbara S²

Waldmann, Paula¹

Zanazzi, Nahuel A¹

Zanfrillo, Alicia¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de investigación LACUI. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

² Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

Resumen: La harina de pescado, fuente clave de proteínas en la acuicultura por su alta calidad nutricional, enfrenta problemas de sostenibilidad y altos costos debido a la pesca extractiva. Como alternativa, se ha utilizado la harina de soja, aunque su contenido de inhibidores antinutricionales afecta la digestibilidad de los nutrientes y puede provocar problemas de salud en los peces, como menor tasa de crecimiento. El tratamiento térmico puede reducir estos efectos, pero también afecta la calidad nutricional. En este contexto, la harina de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) se presenta como una opción prometedora. Producida a partir de insectos que transforman residuos orgánicos en proteínas, requiere menos recursos y presenta alta digestibilidad con bajos factores antinutricionales. Sin embargo, su composición varía según el sustrato utilizado. Este estudio evaluó el impacto de la harina de mosca soldado alimentada con descartes de papa industrial en comparación con la harina de soja y pescado sobre la actividad enzimática digestiva en trucha arcoíris. Los resultados mostraron que la harina de mosca soldado y de pescado registraron una mayor actividad enzimática intestinal, mientras que

la de soja redujo significativamente esta actividad. La harina de mosca soldado demostró ser una alternativa viable y sostenible a la harina de pescado.

Palabras clave: Harina de mosca soldado, trucha arcoíris, enzimas digestivas, acuicultura, sostenibilidad

Introducción

En la acuicultura, la creciente demanda de alimentos para peces ha generado presión sobre la disponibilidad de ingredientes como la harina de pescado (Reyes-Ruiz, 2022). Esta ha sido clave en la formulación de piensos por su alto valor nutricional y digestibilidad. Sin embargo, su producción, dependiente de la pesca extractiva, plantea problemas de sostenibilidad y fluctúa en disponibilidad y costos debido a la sobreexplotación de recursos marinos (Naylor et al., 2009). La harina de soja ha surgido como la alternativa vegetal más utilizada en la alimentación de peces, representando hasta el 50% de la dieta de especies omnívoras de agua dulce (Azaza et al., 2009). No obstante, contiene compuestos antinutricionales como inhibidores de proteasas que reducen la digestibilidad de los aminoácidos, provocando hipertrofia pancreática y disminución en la tasa de crecimiento (Romo et al., 2014). Aunque el tratamiento térmico puede mitigar estos efectos, un exceso de calor puede reducir la energía y la digestibilidad de los aminoácidos a través de reacciones de Maillard (de Coca-Sinova et al., 2008).

En busca de alternativas más sostenibles, la harina de mosca soldado negra (*Hermetia illucens*) ha ganado interés, ya que este insecto transforma residuos orgánicos en proteínas de alta calidad. Su producción requiere menos recursos hídricos y energéticos que la harina de pescado, lo que la convierte en una opción más ecológica (Makkar et al., 2014). Además, posee alta digestibilidad y bajo contenido de factores antinutricionales, superando a la harina de soja (Barragán-Fonseca et al., 2017). Sin embargo, su composición puede variar según el sustrato alimentario utilizado (Danieli et al., 2019).

Este estudio evaluó el impacto de la harina de *H. illucens*, alimentada con restos de papa, en la digestión de trucha arcoíris mediante técnicas in vitro, comparándola con la harina de soja y pescado, para determinar su viabilidad en dietas acuícolas.

Materiales y Métodos

En los ensayos se utilizaron tres truchas arcoíris ($194 \pm 41,5$ g) seleccionadas al azar en el Laboratorio de Acuicultura de la UTN FRMDP. Los peces fueron sacrificados según la Directiva Europea 2010/63/EU. Se extrajeron estómago e intestino, se congelaron y procesaron. Ambos

órganos fueron homogeneizados en agua destilada, ajustando el pH a 2 con HCl para el estómago y a 8 con NaOH para el intestino. Los homogenatos se centrifugaron a 10.000 g por 30 minutos a 4°C, y los sobrenadantes del estómago se almacenaron a 5°C por 12 horas para activar pepsinógenos antes de congelarlos a -20°C hasta su uso.

La actividad de proteinasas ácidas en los extractos proteicos de estómago se determinó usando como sustrato hemoglobina bovina (Sigma H 2625) al 0,5% (p/v) en buffer glicina-HCl 200 mM a pH 2 según el método de Anson (1938). Todos los ensayos fueron realizados por triplicado. La actividad proteolítica acida se expresó como actividad total, la cual fue calculada mediante la siguiente fórmula: $U/mL = (\text{Abs } 280 \text{ nm} \times V) / (0,052 \times t \times V_e)$

La actividad de proteasas alcalinas de los extractos de intestino fue evaluada a pH 8 utilizando como sustrato azocaseina (Sigma A 2765) al 0,5% p/v en un buffer tris-HCl 50 mM según el método de García-Carreño (1992). Todos los experimentos se realizaron por triplicado. La actividad proteolítica alcalina se expresó como actividad total: $U/mL = (\text{Abs } 366 \text{ nm}) / (\text{min} \times mL)$.

El efecto de las tres harinas sobre la actividad de las proteasas digestivas se evaluó utilizando una adaptación de la técnica de García-Carreño & Haard (1993). Cada harina fue sometida a una simulación de digestión estomacal de trucha utilizando extractos de estómago y buffer Gly-HCl (200 mM, pH 2). El proceso de predigestión consistió en homogeneizar 100 mg/ml de cada harina (mosca soldado, soja y pescado) en el medio estomacal artificial, incubando las mezclas durante 60 minutos a 25°C. Las proteínas digeridas fueron separadas mediante centrifugación y se recolectaron los sobrenadantes que contenían las proteínas digeridas.

A continuación, 5 µl de cada sobrenadante se colocaron en tubos Eppendorf con buffer tris-HCl (50 mM, pH 8) y extracto enzimático de intestino de trucha para simular la digestión intestinal, según el siguiente esquema: Ctrl: Extracto enzimático de intestino de trucha; HI: Extracto enzimático de intestino de trucha + harina de mosca soldado pre-digerida; S: Extracto enzimático de intestino de trucha + harina de soja pre-digerida; P: Extracto enzimático de intestino de trucha + harina de pescado pre-digerida.

Las mezclas se agitaron durante 60 minutos para evaluar la posible presencia de inhibidores en las harinas. Luego, se midió la actividad de las proteasas alcalinas añadiendo sustrato azocaseína (0,5%) a cada reacción e incubando por 30 minutos a 25°C. La reacción se detuvo con ácido tricloroacético (20%) y se centrifugó. La absorbancia de los sobrenadantes se midió a 366 nm, y la actividad proteolítica se expresó como un porcentaje de la actividad total medida en las enzimas alcalinas de intestino de trucha. Todos los experimentos se realizaron por triplicado.

Para los análisis estadísticos de los resultados se utilizó ANOVA de una vía. Para determinar que tratamientos son diferentes entre sí, se realizó el Test de Tukey. El software empleado fue NCSS 2007.

Resultados

Con el fin de corroborar que las enzimas digestivas registran actividad y pueden ser usadas en el proceso de pre-digestión estomacal y digestión intestinal de las enzimas, ambos extractos proteicos fueron medidos usando sustratos hemoglobina al 0,5% en el caso de los estomacales y azocaseína al 0,5% para los extractos intestinales. Las enzimas estomacales arrojaron una actividad de $7,9 \pm 3,5$ U/mL, mientras que las enzimas intestinales $4,25 \pm 0,2$ U/mL. Los resultados del ANOVA muestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos, se observó una mayor actividad enzimática intestinal en el caso de la harina de Mosca Soldado y la harina de Pescado en comparación con el control, sin que se observen diferencias significativas entre estas dos harinas (Fig. 1). En contraste, la harina de soja reduce la actividad enzimática en un 70% respecto al control y un 100% en comparación con las harinas de mosca soldado y pescado.

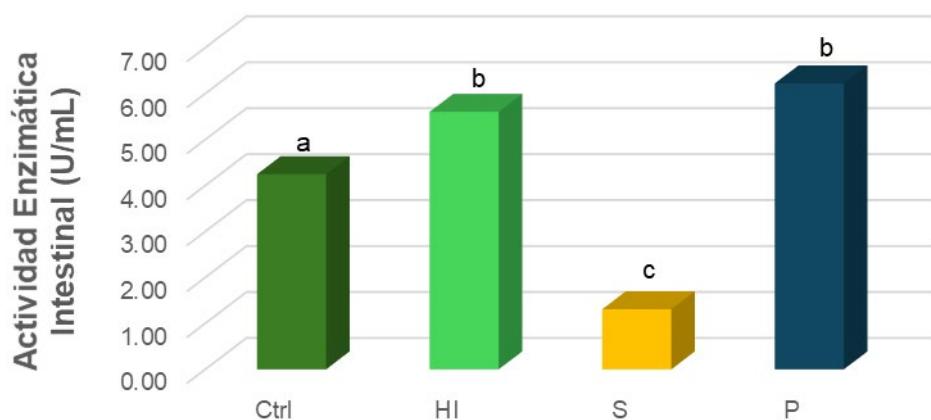


Fig. 2. Efecto de las harinas de mosca soldado, soja y pescado sobre la actividad de las enzimas intestinales de *Oncorhynchus mykiss*. Ctrl (control sin el agregado de harinas), HI (harina de mosca soldado), S (harina de soja) y P (harina de pescado. Resultado del test de Tukey, diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Discusión

Los resultados obtenidos indican que tanto la harina de mosca soldado como la harina de pescado presentan una mayor actividad enzimática intestinal en comparación con el control, sin diferencias significativas entre sí. Estos resultados se oponen a los obtenidos por Guerreiro et al. (2021), quienes observaron una reducción en la actividad de la tripsina en el intestino de la corvina (*Argyrosomus regius*) al aumentar el porcentaje de harina de mosca soldado en la dieta. Varios autores han sugerido que esta disminución en la actividad enzimática se relaciona con la

quitina presente en la harina de mosca soldado, la cual podría interferir con la capacidad de las enzimas para hidrolizar eficientemente el sustrato (Guerreiro et al., 2021). Sin embargo, Villanueva-Gutiérrez et al. (2022) no observaron cambios significativos en la actividad de la tripsina en *Totoaba macdonaldi* al reemplazar entre un 25% y un 40% de harina de pescado por harina de mosca soldado. Aunque este estudio no utilizó técnicas *in vitro* previas a un bioensayo, sus resultados coinciden con lo observado en este trabajo.

Por otro lado, la mayor actividad enzimática registrada con HI y P podría estar relacionada con la presencia de nutrientes y minerales, como el calcio, hierro y magnesio, cofactores esenciales de las proteasas que estimulan la digestión y mejoran la disponibilidad de nutrientes (Tacuri, 2023).

Con respecto a la harina de soja, se registró un efecto inhibidor considerable, reduciendo la actividad enzimática intestinal en un 70% en comparación con el Ctrl, y casi un 100% en comparación con HI y P. Este resultado se podría relacionar con la naturaleza carnívora de *O. mykiss*, que es particularmente sensible a desequilibrios nutricionales y a factores antinutricionales como inhibidores de proteasas presentes en harinas vegetales (St-Hilaire et al., 2007). Si bien los tratamientos térmicos desactivan dichos factores antinutricionales, una incorrecta desactivación (por exceso o por defecto) puede traer aparejado una disminución de la calidad de la proteína útil (Seija-Noyas et al., 2020) que se refleja en el efecto inhibitorio observado en este trabajo.

En conclusión, los resultados sugieren que el tipo de harina utilizada influye en la actividad enzimática intestinal. Este hallazgo junto con la evaluación previa de palatabilidad realizada por Castellini et al (2024) con HI en trucha arco iris, refuerza la necesidad de llevar a cabo estudios adicionales que evalúen beneficios en términos de salud digestiva, crecimiento, desarrollo, entre otros.

Agradecimientos: un especial agradecimiento al Técnico Pablo Hualde, director de Ecosistemas Acuáticos del Centro de Ecología Aplicada de Neuquén (CEAN) por proveer las ovas de trucha arcoíris que se desarrollaron en los ejemplares utilizados en éste trabajo. A las empresas PROCENS SAS y Harinera Agustiner S.A. por brindar las harinas de mosca soldado y pescado respectivamente.

Bibliografía

Anson, M. L. (1938). The estimation of pepsin, trypsin, papain, and cathepsin with hemoglobin. *The Journal of general physiology*, 22(1), 79.

Azaza, M. S., Wassim, K., Mensi, F., Abdelmouleh, A., Brini, B. y Kraïem, M. M. (2009). Evaluation of faba beans (*Vicia faba* L. var. *minuta*) as a replacement for soybean meal in practical diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 287(1-2), 174-179.

Castellini, D.L., Zanazzi, A.N. y Pereira, N.D.A. (2024). Palatabilidad en dietas de trucha arcoíris con reemplazo de harina de pescado por harina de mosca soldado. I Jornadas Latinoamericanas Una Salud-Una Acuicultura / (Eds) Gustavo Thompson, Sabina Llamazares Vegh, Esteban Avigliano, Alejandra Volpedo. - 1a ed - Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Danieli, PP, Lussiana, C, Gasco, L, Amici, A y Ronchi, B. (2019). The effects of diet formulation on the yield, proximate composition, and fatty acid profile of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae intended for animal feed. *Animals*, 9(4): 178.

de Coca-Sinova, A., Valencia, D. G., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R. y Mateos, G. G. (2008). Apparent ileal digestibility of energy, nitrogen, and amino acids of soybean meals of different origin in broilers. *Poultry Science*, 87(12), 2613-2623.

Directiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de septiembre de 2010 relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos. Visto en <https://www.boe.es/doue/2010/276/L00033-00079.pdf>

García-Carreño, F. L. (1992). The digestive proteases of langostilla (*Pleuroncodes planipes, decapoda*): their partial characterization, and the effect of feed on their composition. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 103(3), 575-578.

García-Carreño, F. L. y Haard, N. F. (1993). Characterization of proteinase classes in langostilla (*Pleuroncodes planipes*) and crayfish (*Pacifastacus astacus*) extracts. *Journal of Food Biochemistry*, 17(2), 97-113.

Guerreiro, I., Serra, C.R., Coutinho F., Couto A., Castro C., Rangel F., ... Enes P. (2021). Digestive enzyme activity and nutrient digestibility in meagre (*Argyrosomus regius*) fed increasing levels of black soldier fly meal (*Hermetia illucens*). *Aquaculture Nutrition*; 27(1): 142-152.

Makkar, H. P., Tran, G., Heuzé, V., y Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal feed science and technology*, 197, 1-33.

Naylor, R. L., Hardy, R. W., Bureau, D. P., Chiu, A., Elliott, M., Farrell, A. P., ... y Nichols, P. D. (2009). Feeding aquaculture in an era of finite resources. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(36), 15103-15110.

Reyes-Ruiz, M. (2022). Análisis composicional de los insectos, y sus fracciones, destinados a la alimentación en acuicultura: Efecto en el crecimiento e índices nutritivos de la sustitución de

harina de pescado por harina de insecto en lubina (*Dicentrarchus Labrax*). Maestría en Ingeniería Agronómica. Universidad de Almeria Escuela Superior de Ingeniería. 65 pp.

Romo, F. P. G., Carranco-Jáuregui, M. E., de la Concepción Calvo-Carrillo, M., Solano, L., y de Jesús Martínez-Iturbe, T. (2014). Caracterización química de panojas y vainas con semillas nativas del Estado de Guerrero, México, para uso en la alimentación animal. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 5(3), 307-319.

Seijas-Noya, I., Jaurena, G., Wawrzkiewicz, M., Gaggiotti, M., Romero, L.A. y Méndez, M. (2020). Evaluación de la calidad de subproductos de la soja. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, 46(2), 258-266

Tacuri, C. A. (2023). Efecto del reemplazo parcial de harina de pescado con harina de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) sobre la digestibilidad y el comportamiento productivo de Alevines y Juveniles de trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*). Tesis de grado. Universidad Católica de Santa María. 122 pp.

Villanueva-Gutiérrez, E., Rodriguez-Armenta, C., González-Félix, M.L. y Perez-Velazquez M. (2019). Incorporating hydrolyzed soy protein or black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal into feeds for *Totoaba macdonaldi*. Aquaculture. 554: 738152.

Aceptabilidad sensorial de una semiconserva de trucha arcoíris producidas por acuicultura

Prario Maria I.¹

Asiain Arturo¹

Waldman Paula¹

Cecchi, Federico A.¹

Cordoba, Nicolás¹

Landolfo Thiago V.¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de investigación

LACUI. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. De Buenos Aires, Argentina.

Autor para correspondencia: mprario@docentesmdp.utn.edu.ar

Resumen: El cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) ha experimentado un notable crecimiento en la acuicultura argentina, representando el 73.96% de la producción total en 2023. Esta especie se destaca por sus cualidades nutricionales y organolépticas, presentándose como una alternativa viable frente al salmón chileno. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una semiconserva de trucha arcoíris ahumada y evaluar su aceptabilidad sensorial a partir de un panel en consumidores. Se llevó a cabo un proceso de ahumado de 2 kilos de trucha arcoíris y los productos se envasaron en aceite de girasol. La evaluación sensorial se realizó con un panel de 20 consumidores utilizando una escala hedónica de 10 puntos. Los resultados indicaron que el sabor fue el principal atributo que influyó en la aceptabilidad global, mientras que la textura y el olor a ahumado mostraron una menor incidencia sobre la misma. A partir de este estudio se identificó que el desarrollo de productos con valor agregado, como el caso de esta semiconserva, tiene un gran potencial para ser aceptada por el consumidor y su incorporación al mercado interno, aunque se considera necesario evaluar otros atributos sensoriales que influyan en la aceptabilidad global en este tipo de productos alimenticios.

Palabras Clave: Trucha arcoíris, consumidores, semiconserva, aceptabilidad global, análisis sensorial

Introducción

El cultivo de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) ha mostrado un incremento significativo en la última década, alcanzando el 73.96% de la producción acuícola nacional en 2023 (Dirección

Nacional de Acuicultura, 2024). Esta especie se destaca por su alta calidad nutricional y sus excelentes características organolépticas, lo que la posiciona como una alternativa competitiva frente al salmón chileno. Por lo tanto, la trucha arcoíris ofrece una oportunidad valiosa para su promoción y posicionamiento como una opción viable de consumo en el mercado argentino. Por otro lado, la comercialización de la trucha Arcoíris se limita a pescado fresco y congelado, y en menor medida como producto ahumado con valor agregado (Sánchez et al., 2014). Los cambios culturales y tecnológicos de las últimas décadas han modificado los hábitos de consumo, impulsando el diseño de nuevos productos alimenticios de fácil preparación y alto valor sensorial (Pensel, 2014). Este escenario presenta una oportunidad para desarrollar subproductos de trucha arcoíris, como productos envasados al vacío, pastas de pescado y semiconervas, con potencial para satisfacer tanto el mercado interno como el externo. Por ello, resulta esencial estudiar las características sensoriales identificando las expectativas y preferencias de los consumidores para optimizar su aceptación en el mercado. El objetivo del presente estudio fue desarrollar una semiconserva de trucha arcoíris ahumada como producto con valor agregado y evaluar su aceptabilidad global a través de un panel en consumidores.

Materiales y métodos

Para el desarrollo del presente estudio, se llevó a cabo un proceso de ahumado en caliente de 2 kg de filets de trucha arcoíris siguiendo tres etapas principales:

1. Salado: Las muestras fueron inmersas en una solución de salmuera al 20%, con un 5% de azúcar, durante un período de 6 horas.
2. Oreado: Tras el salado, las mismas fueron expuestas a una corriente de aire constante a temperatura ambiente (aproximadamente 15-20°C) durante 9 horas
3. Ahumado: El proceso de ahumado se llevó a cabo en tres fases:
 - Fase 1 - Secado: 30 minutos a una temperatura $30\pm5^{\circ}\text{C}$
 - Fase 2 - Cocción: 45 minutos a una temperatura de $70\pm5^{\circ}\text{C}$
 - Fase 3 - Deshidratado: 60 minutos a una temperatura de $45\pm5^{\circ}\text{C}$.

Posterior al ahumado, los filets fueron emprolijados y recortados. Los mismos se envasaron en recipientes de vidrio de 250 cm^3 , previamente pasteurizados, utilizando aceite de girasol como líquido de cobertura. Una vez envasados, los frascos fueron sometidos nuevamente a un proceso de pasteurización durante 15 minutos para asegurar la estabilidad microbiológica del producto. Posteriormente se almacenaron a una temperatura controlada de $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ hasta su evaluación sensorial.

La aceptabilidad global del producto fue evaluada utilizando un panel de 20 consumidores. Para llevar a cabo el análisis se utilizó una escala hedónica de 10 puntos, donde el valor 0 representaba "me disgusta mucho" y 10 "me gusta mucho". Además, se estudió cual era el atributo sensorial que más influía en la aceptación global del producto. Paralelamente se les solicitó a los participantes que respondieran la consigna "¿Si encontrara este producto en el mercado, lo compraría? ¿Por qué?" para obtener información adicional de carácter cualitativo. Los resultados fueron analizados utilizando el software Microsoft Excel 365 a partir de una regresión entre los puntajes de cada atributo (olor, sabor y color) y la aceptabilidad global, obteniendo en cada caso el coeficiente de determinación R^2 , donde los valores más cercanos a 1 indican una mayor correlación.

Resultados

Al analizar los descriptores en forma independiente y como afectan a la aceptabilidad global se pudo identificar que el 53% de la variabilidad de la misma está influenciada por el atributo "sabor". Esto sugiere que un aumento en la percepción positiva del sabor genera un incremento significativo en la aceptabilidad total del producto. Por otro lado, la textura y el olor no presentan una influencia significativa en este modelo en particular, lo que demuestra que, si bien puede contribuir en forma positiva a la aceptabilidad, su efecto no es concluyente (Tabla Nº1).

Tabla N º 1: Coeficiente de correlación de los tres atributos evaluados

Atributo	Coeficiente de determinación R^2
Sabor	0,530408902
Color	0,321359973
Olor	0,192398526

En cuanto al análisis de las respuestas cualitativas, se observó que, del total de respuestas, el 65 % mencionan que el atributo "Sabor" fue el que más se destacó en comparación con los demás descriptores evaluados, lo cual está en línea con los resultados cuantitativos siendo dicho atributo el que mayor relevancia presenta en relación con la aceptabilidad total y la decisión de compra. Algunas menciones también incluyeron a la textura y, en menor medida, la percepción del olor a ahumado. Asimismo, el análisis de la textura también es consistentes con el impacto positivo en cuanto a la elección de compra, pero menos significativo, que lo que se observó en los datos cuantitativos. Por otro lado, el olor, que tiene menos influencia tanto en

los comentarios como en los datos cuantitativos, parece ser un atributo secundario en la aceptación para este producto en particular.

Discusión

A partir de este trabajo se observó que la aceptabilidad global de las muestras analizadas está directamente relacionada con los descriptores sensoriales evaluados (sabor, textura y olor), los cuales influyeron en la aceptación y elección por parte de los consumidores. En cuanto al atributo sabor fue el de mayor impacto en la aceptabilidad, lo que coincide con estudios previos realizados por Paiva et al. (2021), quienes destacaron que el sabor es un factor determinante en la preferencia del consumidor, especialmente en productos pesqueros y acuícolas.

Por otro lado, la textura, aunque contribuye a la aceptabilidad global, mostró una menor incidencia en comparación con el sabor. Esta menor relevancia podría deberse a modificaciones en las propiedades texturales causadas por el líquido de cobertura añadido durante el procesamiento, lo que habría alterado las características finales del producto.

Paralelamente, se determinó que, de los descriptores analizados, el que menor influye en la aceptabilidad fue el olor a ahumado. Esto sugiere que los panelistas no consideraron este atributo como prioritario al evaluar las muestras, lo cual contrasta con diversos estudios que han señalado al olor como una característica sensorial relevante en la evaluación sensorial de productos alimenticios (Carrol et al., 2009).

A partir de este trabajo se considera necesario continuar investigando los atributos que más influyen en la aceptabilidad global de las semiconservas elaboradas para este estudio. Un conocimiento más profundo permitirá desarrollar productos con mayor valor agregado y que satisfagan las expectativas de los consumidores.

Referencias

- Carrol, J. S., & Beauchamp, G. K. (2009). "The role of odor in the sensory evaluation of foods." In: *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. CRC Press.
- Sanchez, J. A., & Cassini, A. (2014). Evaluación de la cadena de valor de la trucha arcoíris en Argentina. *Revista de Acuicultura*, 10(2), 45-56.
- Dirección Nacional de Acuicultura. 2024. Producción de Acuicultura en Argentina durante el año 2023.



https://magyp.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/estadisticas/_archivos//000000-Producci%C3%B3n%20de%20Acuicultura%20en%20Argentina%20durante%20el%20a%C3%B1o%202023.pdf

Microsoft Corporation. Microsoft Excel 365 [Software]. Microsoft. <https://www.microsoft.com>

Pensel, N. A. 2014. Estado del arte y tendencias de la ciencia y tecnología del procesamiento de alimentos.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, E-Book. ISBN 978-987-1632-18-31.

Paiva, R. A. M., Mutz, Y. S., & Conte-Junior, C. A. (2021). A Review on the Obtaining of Functional Beers by Addition of Non-Cereal Adjuncts 82 Rich in Antioxidant Compounds. *Antioxidants*, 10(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/antiox10091332>

Caracterización fisicoquímica de harinas de larva de mosca *Hermetia illucens* provenientes de distintas dietas.

Ortiz Miranda, Gabriel S^{1,2}

Gil, Fiamma¹

Maggiore, Marina²

Campins, Macarena²

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento de Calidad y Tecnología de Alimentos. Ruta 226 Km N° 73,5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.

² Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

Autor para correspondencia: ortizmiranda@mdp.edu.ar

Resumen: *Hermetia illucens*, conocida como mosca soldado negro (MSN), es un insecto díptero que se ha posicionado como fuente de nutrientes para alimentación humana y animal. Sus larvas pueden criarse aprovechando distintos residuos orgánicos producidos por diversas agroindustrias, favoreciendo una economía circular. Para asegurar una calidad constante de sus productos derivados, se debe disponer de información del efecto de las dietas suministradas sobre los productos finales. La composición proteica es el principal parámetro de calidad de harina de este insecto. El objetivo del trabajo fue evaluar la calidad de harinas de larva MSN proveniente de dos dietas mediante la composición proximal, aw y color. La harina de la Dieta 1 presentó mayores valores ($p<0,05$) de grasa y ELN, y menores valores ($p<0,05$) de cenizas y humedad respecto a las de la Dieta 2. Las diferencias en el contenido de proteína y quitina no fueron significativas. Las harinas presentaron aw de 0,380 y 0,445, para las Dietas 1 y 2, respectivamente ($p>0,05$). La harina de larva proveniente de la Dieta 2 presentó valores de L* y b* significativamente mayores ($p<0,05$), y a* menores. Las diferencias se atribuyeron al efecto de las dietas, las condiciones operativas del proceso y el desarrollo larvario.

Palabras Clave: insectos, harina, composición, análisis proximal, parámetros fisicoquímicos

Introducción.

La mosca soldado negro (MSN) es un insecto díptero que se ha posicionado como una alternativa proteica para la alimentación, sus sistemas de producción son muy eficientes porque poseen altos índices de conversión de alimentos en masa de insectos y tienen la habilidad de

transformar materia orgánica de bajo valor en proteína animal. Su ciclo de vida es de 3 semanas y posee 4 etapas bien diferenciadas: huevo, larva, pupa y adulta (Olivera *et al.*, 2015).

La MSN es aprovechada en su etapa larvaria para obtener harina y grasa. En un proceso convencional, las larvas son sacrificadas por un shock térmico. Posteriormente, son secadas y prensadas para extraer su grasa, finalmente, la torta remanente molida conforma la harina. También pueden consumirse de forma entera. La composición de proteínas es uno de los parámetros de calidad más importantes de las harinas animales.

El perfil composicional de los productos mencionados varía con la alimentación y el ciclo de vida (Smets *et al.*, 2020). A fin de establecer una calidad constante, se debe establecer la posible relación entre la alimentación de las larvas y la composición de sus productos derivados. Adicionalmente, se deben estandarizar las condiciones del proceso, dado que en este se pueden generar reacciones enzimáticas y químicas, entre las que se destaca la melanosis, que en conjunto pueden alterar el color de la harina (Larouche *et al.*, 2019).

En las líneas planteadas, la caracterización fisicoquímica es un punto de partida que permite establecer potenciales aplicaciones de la harina, como el desarrollo de métodos de procesamiento y conservación que se adecúen a su composición. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad de harinas de larva MSN proveniente de distintas dietas mediante la determinación de composición proximal, aw y color.

Materiales y métodos.

Se analizaron harinas de MSN. Las muestras fueron facilitadas por la empresa PROCENS S.A., donde 8 lotes de larvas (~30.000 larvas por lote) se alimentaron con dos dietas isoenergéticas elaboradas con descartes de empresas de la región. Cada dieta fue asignada a 4 lotes aleatoriamente. Debido a la alta disponibilidad de distintos descartes de papas, las dietas formuladas lo contienen como ingrediente principal (Tabla 1).

Tabla 1. Formulación de dietas para la alimentación de las larvas de mosca soldado negro.

Ingredientes	Composición (% volumen)	
	Dieta 1	Dieta 2
Bastones de papa prefritos	50	15,3
Bagazo de cerveza	50	11,2
Papa entera	-	5,1
Cáscara de papa	-	25
Frutas y vegetales	-	30,6
Expeller de girasol	-	12,8

A los 14 días se sacrificaron las larvas por escaldado húmedo (100°C /3 minutos) y fueron secadas en estufa (8 horas/ 60°C), el aceite se extrajo por prensado y la materia remanente triturada conformó la harina. Finalmente se determinaron los siguientes parámetros:

Humedad: por secado en estufa a $103^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ (AOAC 2005, Official Method 950.46).

Cenizas: por muflado a 500°C (AOAC 2005, Official Method 942.05).

Grasa bruta: mediante extracción Soxhlet con éter de petróleo (p.e. $35\text{-}60^{\circ}\text{C}$). (AOAC 2005, Official Method 920.39).

Proteína y quitina: por cuantificación de nitrógeno por el método microkjeldhal (AOAC 2005, Official Method 984.13). La proteína se determinó por la diferencia entre el nitrógeno total de la harina de mosca y el nitrógeno obtenido por aislamiento de quitina (Gil *et al.*, 2022).

Actividad de agua: Se determinó por higrometría durante 24 horas (Gil *et al.*, 2022).

Color: Se determinó mediante un espectrofotómetro portátil trimestímufo (Minolta CM-700) utilizando una escala CIE (L^* , a^* , b^*), con un lente MAV, y reflectancia espectral SCE-D65.

Análisis estadístico: se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias entre medias mediante el test de Tukey ($\alpha=0,05$), mediante el programa de estadística R (Versión 4.4.0.).

Resultados.

La harina de la Dieta 1 presentó mayores valores ($p<0,05$) de grasa y ELN, y menores valores ($p<0,05$) de cenizas y humedad respecto a las de la Dieta 2. Las diferencias en el contenido de proteína y quitina no fueron significativas.

Tabla 2. Contenido de proteína y quitina de harina de larva MSN para ambas dietas.

Letras distintas indican diferencias significativas ($p<0,05$) entre ambas dietas.

Determinación	Dieta 1	Dieta 2
Proteína (%)	$38,08 \pm 1,75$ a	$38,67 \pm 1,26$ a
Quitina (%)	$32,00 \pm 4,05$ a	$35,57 \pm 2,93$ a
Grasa (%)	$13,90 \pm 0,31$ a	$11,27 \pm 0,17$ b
Cenizas (%)	$6,85 \pm 0,025$ b	$8,30 \pm 0,031$ a
Humedad (%)	$2,50 \pm 0,13$ b	$4,23 \pm 0,13$ a
Extractos libres de nitrógeno (ELN) (%)	$6,75 \pm 2,1$ a	$1,96 \pm 0,7$ b

Las harinas presentaron aw de 0,380 y 0,445, para las Dietas 1 y 2, respectivamente ($p>0,05$). En la Tabla 3, se presentan los resultados de color, la harina de larva proveniente de la Dieta 2 presentó valores de L^* y b^* significativamente mayores ($p<0,05$), y a^* menores.

Tabla 3. Color de harina de larva. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambas dietas.

Parámetro	Dieta 1	Dieta 2
L*	$37,90 \pm 2,93$ b	$47,34 \pm 0,54$ a
a*	$3,43 \pm 0,21$ a	$2,75 \pm 0,04$ b
b*	$10,62 \pm 0,91$ a	$11,07 \pm 0,29$ a
Color *		

*Los colores presentados fueron obtenidos con una aplicación para Android (Color L*a*b*) para una mejor interpretación de los resultados.

Discusión.

Las diferencias detectadas en las harinas de MSN no pueden atribuirse exclusivamente al efecto de las dietas, sino que juega un papel clave las condiciones operativas del proceso y el desarrollo larvario. Durante la transición larva – prepupa - pupa disminuye el contenido proteico y las cenizas, y aumentan la quitina y la materia seca de los insectos (Smets *et al.* 2020).

Las proteínas no se vieron afectadas por la alimentación. Las diferencias en el contenido graso y de humedad podrían atribuirse a la eficiencia del proceso de prensado y secado, respectivamente. Sin embargo, parte de estas diferencias, al igual que las encontradas en las cenizas y ELN también podrían atribuirse al efecto de las dietas. Diversos autores señalan que el perfil de carbohidratos de las dietas juega un papel clave en el desarrollo de las larvas y su composición química (Cammack & Tomberlin, 2018). Las larvas MSN tienden a acumular grasa, a expensas de las proteínas y los otros constituyentes a partir de la ingesta de carbohidratos digeribles (Danieli *et al.*, 2019). Liland *et al.* 2017, informaron que los valores de grasa, proteína y cenizas son los más afectados como consecuencia de la inclusión de alimentos ricos en fibras en las dietas, tendiendo a disminuir los dos primeros y a aumentar las cenizas.

El perfil de carbohidratos de los distintos componentes de las Dietas 1 y 2 es variable, los carbohidratos digeribles se presentan en forma de azúcares simples y almidones, provenientes de las frutas (Dieta 2) y papa, respectivamente. La variación de estos componentes podría afectar la bioconversión de estos nutrientes y consecuentemente la composición de las harinas. El proceso de deshidratación redujo la aw a niveles microbiológicos seguros ($aw < 0,6$), sin embargo, a bajas aw se favorecen reacciones de pardeamiento no enzimático y reacciones de oxidación, de lípidos y pigmentos principalmente.

El color más oscuro de la harina de la Dieta 1 podría atribuirse a una melanosis más pronunciada dada por la velocidad de escaldado y la relación volumen de insectos y líquido, que condicionaría

la transferencia de calor y eficiencia del tratamiento térmico para inactivar enzimas (Larouche *et al.*, 2019). Tampoco se debe descartar los cambios asociados a la glucólisis postmortem y degradación lipídica que incidiría sobre el color (Leni *et al.*, 2018).

La comparación con valores de referencia en harina de mosca se complejiza, dado que pocos estudios abordan este producto, la mayoría de los estudios compositionales de mosca soldado negro se realizan en larvas enteras.

Las diferencias en los parámetros físico-químicos encontrados, se atribuyeron a causas multifactoriales, entre las que se destacan la dieta y las condiciones de procesamiento que pueden afectar la aw y la actividad enzimática. La composición proteica es uno de los parámetros más importantes de las harinas de origen animal. En el presente trabajo se pudo corroborar que este componente no se vio afectado como consecuencia de las dietas suministradas, por lo que, se podría recomendar el uso de cualquiera de las dos formulaciones evaluadas.

Referencias bibliográficas.

AOAC (2005) Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC.

Cammack, J.A.; Tomberlin, J.K. 2017. The Impact of diet protein and carbohydrate on select life-history traits of the black soldier fly *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). *Insects*, 8(56). DOI:10.3390/insects8020056.

Danieli, P.P.; Lussiana, C.; Gasco, L.; Amici, A.; Ronchi, B. 2019. Effects of Diet Formulation on the Yield, Proximate Composition, and Fatty Acid Profile of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Prepupae Intended for Animal Feed. *Animals*: 9 (4): 178, 1-23.

Gil, F.; Maggiore, M.; Ortiz Miranda, G.S. 2022. Análisis de proteínas y quitina en harina de larva de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*). Libro de Resúmenes del “VIII Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICYTAC)”. 4 al 6 de octubre de 2022. Córdoba, Argentina. Área: Análisis físicos, químicos de ingredientes y aditivos. pp. 1257-1258. ISBN 978-987-47203-5-1

Larouche, J.; Deschamps, M.H.; Saucier, L.; Lebeuf, Y.; Doyen, A.; Vandenberg, G.W. 2019. Effects of killing methods on lipid oxidation, colour and microbial load of black soldier fly (*Hermetia illucens*) Larvae. *Animals* 9, 182. DOI:10.3390/ani9040182.

Leni, G.; Cagiani, A.; Sforza, S. 2019. Killing method affects the browning and the quality of the protein fraction of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) prepupae: a metabolomics and proteomic insight. *Food Research International*. 115: 116-125.

Liland, N.; Biancarosa, I.; Araujo, P.; Biemans, D.; Bruckner, C.G.; Waag, R.; Torstensen, B.E; Lock, E.J. 2017. Modulation of nutrient composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae by feeding seaweed-enriched media. *PLoS ONE* 12(8): e0183188.

Olivera, F.; Doelle, K.; List, R.; R O'reilly, J. 2015. Assessment of Diptera: Stratiomyidae, genus *Hermetia illucens* (L., 1758) using electron microscopy. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 3(5): 147-152.

Smets, R.; Verbinnen, B.; Van de Voorde, I.; Aerts, G.; Claes, J.; Van der Borght, M. 2020. Sequential extraction and characterisation of lipids, proteins, and chitin from black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae, prepupae, and pupae. *Waste and Biomass Valorization*. DOI: [10.1007/s12649-019-00924-2](https://doi.org/10.1007/s12649-019-00924-2).

Monitoreo inteligente de variables claves en el cultivo de hongos utilizando como sustrato subproductos pesqueros

Maggiore, M.¹

Castellini, D. L.¹

Di Bartolo, L.¹

Rampi, M.¹

Campins, M.¹

Zanfrillo, A.¹

¹ Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

Resumen: Durante el procesamiento de pescados, se generan gran cantidad de subproductos que suelen descartarse como desechos o bien se utilizados para producir harinas para alimentación animal. Para el año 2050 se estima la necesidad de cubrir la demanda de alimentos para un incremento de la población mundial en más de 2 mil millones. La posible respuesta al desafío para la provisión de alimentos sostenible y la reducción del impacto ambiental de la producción pesquera se basa en aprovechar los residuos para elaborar alimentos que vinculen reinos tan alejados como el animal y el fúngico. Gracias a sus propiedades tanto nutricionales los hongos, se han convertido en el alimento funcional por excelencia. El objetivo del presente trabajo fue monitorear en tiempo real las variables claves para el crecimiento y desarrollo del hongo comestible gírgola utilizando como parte del sustrato desechos de langostino en dos formas y así ofrecer condiciones de cultivo estables. Para ello, se elaboraron tres sustratos, uno control y los otros dos utilizando como residuos, hidrolizado de langostino (20%) y langostino (20%), respectivamente. Cada sustrato fue inoculado con el micelio secundario del hongo. Para la incubación se adoptó una metodología experimental a través del diseño de un sistema inteligente para el monitoreo de condiciones ambientales. Se utilizó la plataforma *Thingsboard* para la visualización y registro de los datos. Luego de 38 días de cultivo en los tres tipos de sustrato se obtuvo desarrollo micelar. Las variables de temperatura y humedad en los 3 ensayos se mantuvieron estables durante el cultivo. Los promedios y desviaciones de los registros de cada variable fueron: A) $21,6 \pm 1,8$ °C; B) $21,3 \pm 1,5$ °C; C) $21,6 \pm 1,6$ °C; temperatura ambiente $19,9 \pm 1,6$ °C y % de humedad $41,4 \pm 4,9$ %. Con estos resultados se concluye que se cumplieron los rangos de temperatura y humedad requeridos para el cultivo de gírgola, pudiendo capturarse correctamente con las nuevas tecnologías.

Palabras Clave: Hongos, desecho de langostino, variables, temperatura y humedad

Introducción

En las últimas décadas, los cambios en los patrones de consumo han aumentado la demanda de alimentos saludables y sostenibles (Baker et al., 2020; Kovalsky et al., 2020). En este contexto, el aprovechamiento de los subproductos del procesamiento de pescados y mariscos, que representan entre el 30 y 50% del peso procesado (Kelleher, 2008), ofrece una oportunidad para producir alimentos nutritivos y reducir el impacto ambiental. Estos subproductos, que suelen desecharse o usarse para harinas animales (FAO, 2020), contienen altos niveles de proteínas y lípidos, lo que ha atraído interés para su uso en la alimentación humana (Khawli et al., 2019). Una posible respuesta al desafío planteado para la provisión de alimentos en forma sostenible para el “nuevo consumidor” y la reducción del impacto ambiental de la producción pesquera se basa en aprovechar los residuos para la elaboración de alimentos que vincule reinos hasta ahora bastante alejados como el animal y el fúngico. Gracias a sus propiedades tanto nutricionales como medicinales, los hongos, se han convertido en el alimento funcional por excelencia. Las setas contienen cantidades relativamente grandes de proteínas de alta calidad, lo que hace interesante su cultivo, especialmente en los países en vía de desarrollo (Nieto & Chegwin, 2010). Actualmente, se han incorporado y desarrollado tecnologías para mejorar sustancialmente la producción comercial a gran escala, no solo de los hongos comestibles conocidos, sino también de otras especies potencialmente cultivables (Aguilar Doroteo, 2007).

El objetivo del presente trabajo fue monitorear en tiempo real las variables claves para el crecimiento y desarrollo del hongo comestible gírgola (*Pleurotus ostreatus*) utilizando como parte del sustrato desechos de langostino (*Pleoticus muelleri*) en dos formas y así ofrecer condiciones de cultivo estables.

Materiales y Métodos

Se elaboraron varios sustratos utilizando como base vegetal, rica en celulosa, pellets de trigo previamente hidratado y como base animal residuos de la industria pesquera marplatense, conformando los siguientes sustratos: A) 100% pellet de trigo (Control); B) 80% pellet de trigo y 20% desecho de hidrolizado de langostino; C) 80% pellet de trigo y 20% desecho de langostino. Una vez realizada la mezcla de los ingredientes, el sustrato fue sometido a un tratamiento térmico (autoclave, 20 min a 121°C) para eliminar microorganismos contaminantes. Cada sustrato fue inoculado con el micelio secundario (inóculo: 10% del peso del sustrato) del hongo. Todo el proceso se realizó dentro de una cabina de bioseguridad para evitar contaminación.

Posteriormente se incubó durante 38 días en una sala con temperatura entre 18 y 22 °C, en oscuridad con ventilación. Para la incubación se adoptó una metodología experimental a través del diseño de un sistema inteligente para el monitoreo de condiciones ambientales (temperatura y humedad ambiental) y por sustrato (medición de temperatura en cada sustrato). Para esto se implementó un sistema basado en Arduino con 3 sensores de temperatura ds18b20 y 1 sensor dht11 de temperatura y humedad ambiental. Se utilizó la plataforma *Thingsboard* (<https://thingsboard.io/>) para la visualización y registro de los datos, la duración del ensayo fue de 38 días.

Resultados

Luego de 38 días de cultivo en los tres tipos de sustrato se obtuvo desarrollo micelar (Figura 1). El sustrato control (a) fue el que presentó mayor desarrollo, luego el sustrato (b) con hidrolizado de langostino en su composición y, por último, el sustrato (c) con subproductos de langostino fue el que menor desarrollo presentó. Las variables de temperatura y humedad en los 3 ensayos se mantuvieron estables durante todo el periodo de cultivo (Figura 2). A continuación, se muestran los promedios y desviaciones de los registros de cada variable: A) $21,6 \pm 1,8$ °C; B) $21,3 \pm 1,5$ °C; C) $21,6 \pm 1,6$ °C; temperatura ambiente $19,9 \pm 1,6$ °C y % de humedad $41,4 \pm 4,9$ %.

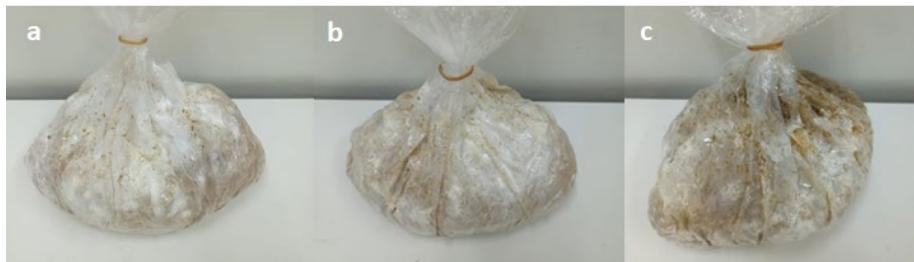


Figura 1. Desarrollo micelar en los tres sustratos a) Control: sustrato (pellet de trigo) + gorgojo gris; b) sustrato (pellet de trigo + hidrolizado de langostino) + gorgojo gris c) sustrato (pellet de trigo + desecho de langostino) + gorgojo gris.

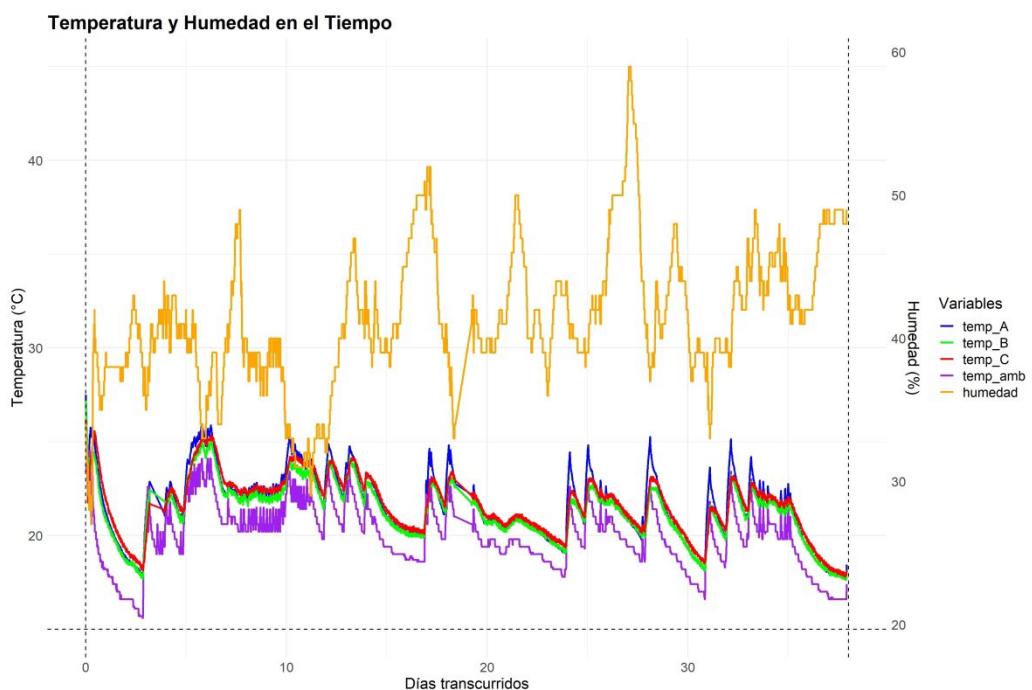


Figura 2. Variación de la temperatura y humedad durante el periodo de cultivo. temp_A) 100% pellet de trigo (Control); temp_B) 80% pellet de trigo y 20% desecho de hidrolizado de langostino; temp_C) 80% pellet de trigo y 20% desecho de langostino; temp_amb: temperatura ambiente y humedad: % de humedad relativa.

Conclusión

Este trabajo mostró que el uso de desechos de langostino como parte del sustrato para el cultivo de *Pleurotus ostreatus* es viable, aunque los resultados varían según el tipo de tratamiento del subproducto. El sustrato control (100% pellet de trigo) presentó el mayor desarrollo micelar, mientras que el sustrato con hidrolizado de langostino logró un crecimiento aceptable. Sin embargo, el sustrato con desechos de langostino sin hidrolizar mostró menor desarrollo, lo que sugiere que el pretratamiento del desecho es clave para mejorar su efectividad. Además, el sistema de monitoreo basado en Arduino permitió mantener controladas las variables de temperatura y humedad a lo largo del experimento, lo que garantizó un ambiente estable para el crecimiento de los hongos. Finalmente, estudios a mayor escala o en diferentes condiciones ambientales ayudarían a validar estos resultados y explorar su aplicabilidad industrial.

Referencias

AGUILAR DOROTEO, L. (2007). Producción de inóculo líquido para cultivo de *Pleurotus* spp [Tesis de grado]. Maestra en Ciencias en Bioprocessos. México: Instituto Politécnico Nacional.

BAKER, P.; MACHADO, P.; SANTOS, T.; SIEVERT, K.; BACKHOLER, K. LAWRENCE, M. (2020). Ultraprocessed foods and the nutrition transition: Global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. PUBLIC HEALTH/NUTRITION. Obesity Reviews. e13126. 21(12):1-20.

CAMANZI, L.; TROINANO, S. (2021). The evolutionary transformation of modern agri-food systems: emerging trends in consumption, production, and in the provision of public goods. Agricultural and Food Economics. 9:24

FAO. 2020. El estado mundial de la pesca y la acuicultura (2020). La sostenibilidad en acción. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

KELLEHER, V.K. (2008). Descartes en la pesca de captura marina mundial. Una actualización. FAO Documento Técnico de Pesca, (470).

KHAWLI, F.A.; PATEIRO, M.; DOMÍNGUEZ, R.; LORENZO, J.M.; GULLÓN, P.; KOUSOULAKI, K.; FERRER, E.; BERRADA, H. BARBA, F.J. (2019). Innovative Green Technologies of Intensification for Valorization of Seafood and Their By-Products. Marine Drugs. 17: 689; doi:10.3390/md17120689

KOVALSKY, I.; CAVAGNARI, B.M.; ZONIS, L.; FAVIERI, A.; GUAJARDO, V.; GERARDI, A.; FISBERGM M. (2020). La pobreza como determinante de la calidad alimentaria en Argentina. Resultados del Estudio Argentino de Nutrición y Salud (EANS). Nutr. Hosp. 37(1):114-122.

NIETO, I. Y CHEGWIN A. (2010). Influencia del sustrato utilizado para el crecimiento de hongos comestibles sobre sus características nutracéuticas. Revista Colombiana de Biotecnología, XII (1), 169-178.

Optimización de enzimas marinas recuperadas de residuos de la industria de anchoíta para el desarrollo de coagulantes lácteos

Bonadero, Cecilia²

Soto-Atampiz, Bárbara S²

Pablo Gimenez-Martinez^{2,3}

Fuselli, Sandra Rosa^{2,4}

Pereira, Nair dIA^{1,2,3}

Haran, Nora Selma²

¹Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mar del Plata. Grupo de investigación

LACUI. Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

²Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3250, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires,
Argentina.

³Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICET, 11 de septiembre 2626, Mar del Plata,
Prov. de Buenos Aires.

⁴Comisión de Investigaciones Científicas, CIC, Calle 526 entre 10 y 11, La Plata, Prov. de Buenos
Aires, Argentina.

Resumen: El presente estudio tiene como objetivo revalorizar los residuos de anchoíta *Engraulis anchoita* para desarrollar coagulantes lácteos mediante procesos biotecnológicos de bajo impacto ambiental. Para ello, se obtuvieron extractos enzimáticos de residuos de anchoíta y se evaluó su actividad comparándola con la de un coagulante comercial marca Hansen; además se aplicó una técnica de purificación de enzimas con carbón activado para optimizar su capacidad para hidrolizar caseína y coagular leche.

Introducción:

Argentina se destaca por su extenso litoral marítimo sobre el Océano Atlántico Sur y su abundante riqueza pesquera. Sin embargo, la industria pesquera genera una gran cantidad de residuos. En el caso particular de la salazón de anchoítas, los remanentes salados no pueden ser utilizados como materia prima para la producción de harina de pescado, y su disposición sin tratamiento adecuado en basurales a cielo abierto provoca una rápida descomposición, generando impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la salud pública. Además, estos desechos representan un costo adicional para las empresas, que deben asumir los gastos de su eliminación (Pereira y Fernández-Gimenez 2017; Pereira et al., 2019, 2020). La

revalorización de estos desechos, que constituyen una rica fuente de proteasas, es una estrategia atractiva para evitar la contaminación y promover su reutilización (Pereira et al., 2019). Una de las aplicaciones más prometedoras de estas proteasas es su uso en la coagulación de proteínas lácteas para la producción de queso.

Diversos autores han estudiado la actividad proteolítica de enzimas marinas, por ejemplo, D'Ambrosio et al. (2003) y Rossano et al. (2011) evaluaron la actividad de proteasas y peptidasas del crustáceo *Munida* y su potencial para la fabricación de quesos. Estos estudios demostraron la estabilidad de los extractos enzimáticos bajo diferentes condiciones de pH y temperatura y evaluaron su actividad proteolítica en solución. Además, en investigaciones previas, se han empleado distintos métodos para probar la funcionalidad de proteasas vegetales en la coagulación láctea (Ageitos-Martínez, 2011).

En relación con las enzimas marinas, se ha demostrado que el langostino *Pleoticus muelleri* y el camarón *Artemesia longinaris* presentan una significativa actividad de endopeptidasas, como tripsina y quimotripsina en sus glándulas digestivas. Investigaciones han comprobado que los extractos enzimáticos obtenidos de las cabezas del langostino *P. muelleri* contienen proteasas aspárticas capaces de coagular leche y producir quesos (Pereira y Fernández-Giménez, 2017). Adicionalmente, se ha estudiado la capacidad coagulante de las enzimas presentes en la merluza (*Merluccius hubbsi*), la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y la anchoita sin salar (*Engraulis anchoita*) (Pereira et al., 2020).

Con el fin de aumentar la eficiencia de los extractos enzimáticos obtenidos de residuos pesqueros, se concentraron las enzimas de anchoita (*Engraulis anchoita*) a fin de reducir el volumen de coagulante necesario. Para ello, se evaluó el protocolo de adsorción con carbón activado al 5%, 10% y 15%, según Llorente (2000).

Materiales y Métodos

Para la obtención de los extractos enzimáticos de anchoita, los residuos de anchoita (vísceras y cabezas) fueron provistos por la planta Catesur de Mar del Plata. El material se homogenizó con agua destilada en una proporción de 1:2 (peso/volumen) utilizando un homogeneizador a alta velocidad. Posteriormente, la mezcla será centrifugada a 10,000 rpm durante 30 minutos a 4°C. El sobrenadante, que contiene las enzimas, se recuperó y guardó como extracto enzimático crudo a -20°C para su posterior evaluación.

La adsorción con carbón activado se llevó a cabo siguiendo el método de Llorente (2000), se probaron tres concentraciones de carbón activado (5%, 10% y 15%) para concentrar las enzimas. El carbón activado se añadió al extracto enzimático en las proporciones indicadas y se agitó

suavemente durante 1 hora a 4°C. Luego de la adsorción, la mezcla se centrifugó nuevamente a 10,000 rpm durante 15 minutos a 4°C. El sobrenadante se almacenó y se analizó para determinar su actividad enzimática.

La actividad caseinolítica del extracto concentrado se evaluó mediante el protocolo de Anson (1938), modificado por Geethanjali y Subash (2013). La actividad se expresó en Unidades de Actividad Caseinolítica (UCAS), definidas como la cantidad de enzima necesaria para liberar 1 μmol de tirosina por minuto a 37°C y pH 7.5.

El valor de actividad enzimática obtenido para los extractos de anchoita salada fue comparado con la del coagulante comercial Hansen. También se midieron las actividades de los extractos de anchoita salada semipurificadas con 0; 5; 10 y 15% de carbón activado. Todos los datos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) y se identificaron las diferencias significativas entre tratamientos utilizando la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 95% ($p < 0.05$).

Resultados

La actividad caseinolítica de los residuos del salado de anchoitas sin purificar fue de $4,019 \pm 0,02$ U/mL, sin diferencias significativas respecto a la actividad del coagulante Hansen, que registró un valor de $3,979 \pm 0,03$ U/mL.

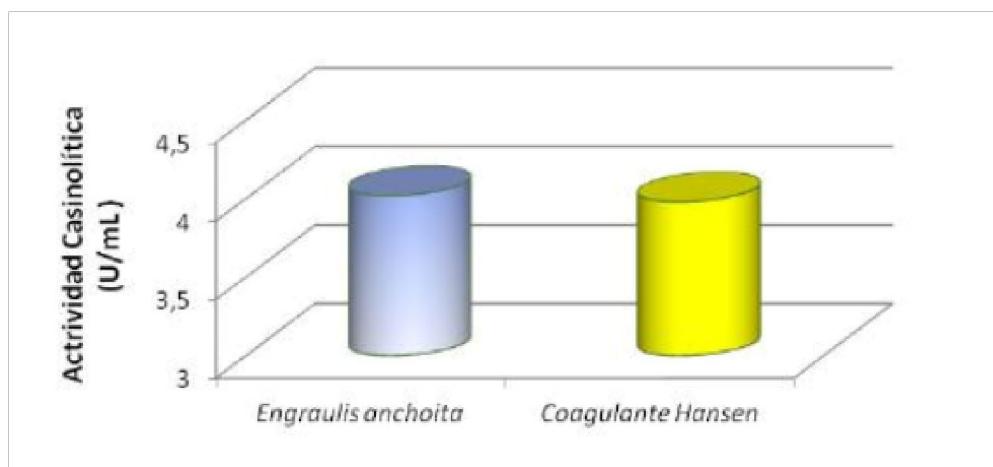


Fig. 1 Actividad caseinolítica por mL de enzima registrada para los residuos de *E. anchoita* salados sin purificar versus el coagulante comercial Hansen.

En cuanto a la optimización de la actividad de los extractos enzimáticos obtenidos a partir de residuos de anchoita, se observó un incremento del 10% al utilizar 5% de carbón activado para la semipurificación. Al aplicar concentraciones de 10% y 15%, los aumentos fueron del 50,78% y 48,27%, respectivamente, sin que se registraran diferencias significativas entre estas dos últimas dosis.

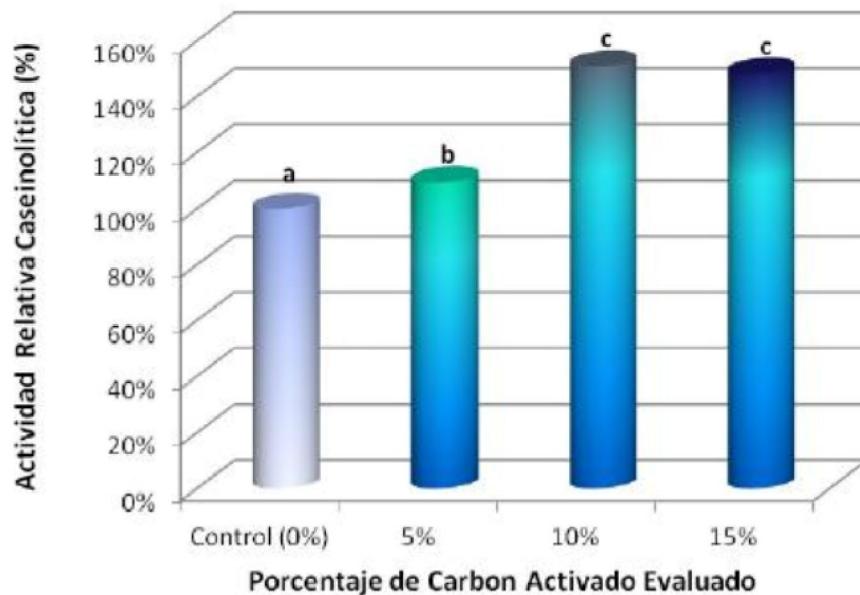


Figura 2. Evaluación del efecto de diferentes dosis de carbón activado sobre la actividad relativa de extractos enzimáticos de *E. anchoíta*. Diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que la actividad caseinolítica de los residuos de anchoíta salada no difiere significativamente de la del coagulante comercial Hansen, ello sugiere que los residuos de anchoíta podrían ser utilizados como coagulantes en la industria alimentaria. Mantener la actividad enzimática tras la extracción es clave, ya que ésta suele disminuir durante el proceso de liberación de enzimas de las matrices biológicas (Eisenthal y Danson, 2002). En este sentido, los residuos de anchoíta presentaron una actividad mayor que la de varios crustáceos. D'Ambrosio et al. (2003) reportaron una actividad significativamente menor en *Munida* (0.08 ± 0.01 U/mg), atribuible a diferencias fisiológicas y experimentales. Navarrete del Toro et al. (2006) registraron una actividad alta en *Panulirus interruptus* (2.51 ± 0.06 U/mg), pero inferior a la de los residuos de anchoíta, y valores aún más bajos en *Homarus gammarus* y *Cancer pagurus* (0.16 ± 0.04 U/mg y 1.53 ± 0.21 U/mg, respectivamente); *Pleoticus muelleri* también presentó menor actividad (1.4 ± 0.04 U/ml) según Pereira y Fernández-Giménez (2017). En contraste, Shamsuzzaman y Haard, (1985) hallaron una actividad muy alta en *Harp seal mucosa* (532.4 U/mg), probablemente por la especialización enzimática de los mamíferos, lo que hace difícil su comparación con residuos marinos.

Además, se observó que el uso de carbón activado para la semipurificación incrementó significativamente la actividad enzimática. Con una dosis del 5%, la actividad aumentó 10%, y con concentraciones de 10% y 15%, los incrementos fueron del 50.78% y 48.27%, respectivamente, sin diferencias significativas entre estas últimas. Esto sugiere que el carbón activado eliminó componentes no enzimáticos y mejoró la actividad específica, en línea con estudios previos sobre métodos de purificación (Duong-Ly y Gabelli, 2014).

En conclusión, los residuos de anchoita salada, que actualmente representan un problema ambiental, ofrecen un rendimiento competitivo en términos de actividad caseinolítica. Además, el tratamiento con carbón activado resulta una estrategia efectiva para mejorar dicha actividad sin recurrir a métodos más complejos y costosos como la cromatografía.

Agradecimientos: a la empresa pesquera Catesur y a la Lic. Florencia Ferreras, encargada de control de calidad en la planta, por brindarnos los residuos de anchoita salada evaluados en este estudio.

Bibliografía

Ageitos-Martinez J.M. 2011. Purificación, caracterización y expresión heteróloga de la proteasa menor extracelular (Epr) de *Bacillus licheniformis*. Tesis Doctoral Universidad de Santiago de Compostela, 220 pp.

Anson, M.L. 1938. The Estimation of Pepsin, Trypsin, Papain, and Cathepsin with Haemoglobin. *Journal of General Physiology*, 22, 79-89.

D'Ambrosio, A., R. Rossano, N. Ungaro, and P. Riccio. 2003. Proteolytic and milk clotting activities in extracts obtained from the crustaceans Munida. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 22 (3-4):145– 50. doi: 10.1016/S1381-1177(03)00026-2.

Duong-Ly, K. C., and S. B. Gabelli. 2014. Salting out of proteins using ammonium sulfate precipitation. In *Laboratory methods in enzymology: protein part C*, ed. Jon Lorsch, 1st ed., 541, 85–94. San Diego: Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-420119-4.00007-0.

Eisenthal, R. and M. J. Danson. 2002. Enzyme assays. <http://opus.bath.ac.uk/id/eprint/4231>.

Geethanjali, S. & A Subash. 2013. Comparative Study on Precipitation Techniques for Protease Isolation and Purification from Labeo rohita Viscera. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 22 (2), 121-128

Llorente, M. 2000. Geología del carbón y del petróleo. Recuperado el 20 de 06 de 2024, de geología del carbón y del petróleo.

<http://www.ingenieroambiental.com/4017/geologia%20del%20petroleo.pdf>

Navarrete del Toro, M. d L. A., F. García-Carreño, M. D. López, L. Celis-Guerrero, and R. Saborowski. 2006. Aspartic proteinases in the digestive tract of marine decapod crustaceans. *Journal of Experimental Zoology. Part A, Comparative Experimental Biology* 305 (8):645–54. doi: 10.1002/jez.a.

Pereira, N. d l A., and A. V. Fernández-Gimenez. 2017. Exogenous enzymes in dairy technology: Acidic proteases from processing discards of shrimp *Pleoticus muelleri* and their use as milk-clotting enzymes for cheese manufacture. *International Journal of Food Science & Technology* 52 (2):341–7. doi: 10.1111/ijfs.13285.

Pereira, N. D. A., Haran, N. S., Rodríguez, Y. E. y Fernández-Gimenez, A. V. 2020. Propuesta de un desarrollo industrial sostenible post covid19: Coagulante lácteo a partir de la utilización de restos del procesamiento de especies pesqueras comerciales mediante tecnología verde. Latvia, Lituania: Editorial Académica Española. ISBN: 978-620-0-40573-9

Pereira, N. D. A., Rodríguez, Y. E. y Garbari, D. M. 2019. Técnicas de obtención y utilización de enzimas de interés industrial provenientes de desechos del procesamiento del langostino argentino comercial *Pleoticus muelleri*. Latvia, Lituania: Editorial Académica Española. ISBN: 978-620-0-02034-5.

Rossano, R., Larocca, M. and Riccio, P. 2011. Digestive enzymes of the crustaceans *Munida* and their application in cheese manufacturing: a review. *Marine drugs*, 9(7), 1220-1231.

https://www.researchgate.net/publication/51552866_Digestive_Enzymes_of_the_Crustaceans_Munida_and_Their_Application_in_Cheese_Manufacturing_A_Review

Saborowski. 2006. Aspartic proteinases in the digestive tract of marine decapod crustaceans. *Journal of Experimental Zoology. Part A, Comparative Experimental Biology* 305 (8):645–54. doi: 10.1002/jez.a.

Shamsuzzaman, K., and N. F. Haard. 1985. Milk clotting and cheese making properties of a chymosin-like enzyme from harp seal mucosa. *Journal of Food Biochemistry* 9 (3):173–92. doi: 10.1111/j.1745-4514. 1985.tb00348.x.

Conocimiento y valoración de trazabilidad por parte de consumidores de alimentos pesqueros del Partido de General Pueyrredon

La Bella, V.¹

Lupín, B.²

Zanfrillo, A.²

¹Estudiante Avanzada Carrera Ingeniería Pesquera. Becaria EVC-CIN 2023-2024

²Grupo Innovación y Tecnologías Inteligentes en Organizaciones Sostenibles (ITIOS)

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Mar del Plata

Avda. Dorrego 281, Mar del Plata, Prov. de Buenos Aires, Argentina

Autor para correspondencia: verolabella81@gmail.com

Resumen: El objetivo del trabajo es evaluar el conocimiento y la valoración de los consumidores respecto a la trazabilidad de alimentos pesqueros (AP). A tal fin, se analizan descriptivamente datos provenientes de una encuesta a 260 consumidores de AP, residentes del Partido de General Pueyrredon (PGP). Los principales resultados indican que 116 encuestados declaran saber qué es la trazabilidad y la asocian con el seguimiento del alimento en todo su procesamiento. Se destaca la tecnología de identificación automática y captura de datos –código QR– como herramienta para informarse sobre trazabilidad y la disposición a pagar (DAP) un monto no demasiado elevado por la misma.

Palabras clave: demanda de AP – atributos de calidad – información sobre trazabilidad – disposición a pagar

Knowledge and assessment of traceability by consumers of fishery foods in the General Pueyrredon District

Abstract: The objective of this work is to evaluate the knowledge and assessment of consumers regarding traceability of fishery foods (FF). To this end, data from a survey of 260 consumers of FF residing in General Pueyrredon District are descriptively analyzed. The main results indicate that 116 respondents declare that they know what traceability is and associate it with the monitoring of food throughout its processing. The technology of automatic identification and data capture –QR code– is highlighted as a tool to obtain information about traceability and the willingness to pay a not too high amount for it.

Keywords: demand for FF – quality attributes – traceability information – willingness to pay

Introducción

Diversos fenómenos, como la globalización de los mercados alimentarios, han tornado a los consumidores más preocupados por la calidad de los alimentos, requiriendo información sobre su procedencia y atributos y exigiendo mayores controles en cuanto a la inocuidad (Metref & Calvo-Dopico, 2016). Una herramienta que contribuye a garantizar la calidad y la seguridad alimentaria y a transparentar la información, es la trazabilidad, siendo, particularmente, relevante en cadenas de valor extensas y complejas como las pesqueras (Rodríguez Salvador & Calvo Dopico, *op. cit.*). Paralelamente, la trazabilidad diferencia al producto en cuestión, agregándole valor y dota de eficiencia a la cadena de suministros (Vincenti, 2019).

Con base conceptual en el enfoque centrado en el cliente (Trejo *et al.*, 2012) y en la valoración de atributos de calidad, fundamentalmente en los intrínsecos relacionados con los procesos de producción, como lo es la trazabilidad (Caswell *et al.*, 2000), el objetivo general del trabajo es evaluar el conocimiento y la valoración de los consumidores respecto a la trazabilidad de los AP. Las preguntas de investigación planteadas son: ¿cómo perciben los consumidores la trazabilidad de los AP?, ¿qué tecnología identifican como más accesible para obtener información al respecto?, ¿pagarían más por AP que cuenten con un sistema de trazabilidad (ST)?

Materiales y métodos

Los datos empleados provienen de una fuente primaria: una encuesta virtual y autoadministrada a 260 consumidores de AP del PGP, relevada en abril-junio 2024, cuyo cuestionario fue validado externamente por especialistas y por una prueba piloto. Los encuestados tienen 18 años y más, participan en la elección y/o preparación de los alimentos de sus hogares y cuentan con heterogeneidad en cuanto a las características personales: prevalecen las mujeres (65,00%), aquellos de 35-59 años de edad (55,77%), quienes completaron estudios superiores – universitarios o terciarios– (53,85%), los que trabajan –en relación de dependencia o por cuenta propia– (77,69%) y los residentes en barrios de nivel socioeconómico medio (44,23%). Esta estructura demográfica y socioeconómica se corresponde al de otra encuesta virtual y autoadministrada sobre consumo de pescados y mariscos en el PGP, relevada en 2021 (Lupín *et al.*, 2021).

Se aplica metodología descriptiva, cuantitativa, calculando frecuencias sobre las respuestas brindadas –importancia relativa de los encuestados– y medidas resumen estadísticas, empleándose el software InfoStat Profesional®. Asimismo, para indagar sobre DAP por AP con información sobre trazabilidad, se aplicó el Método de Valoración Contingente (Hanemann,



1984), basado en las preferencias declaradas directamente por los encuestados, quienes enfrentan la compra hipotética de un producto con atributos innovadores. A partir de dicha situación ficticia, los consumidores declaran si están dispuestos a pagar un diferencial por el producto y, en caso afirmativo, cuánto.

Desarrollo

La mitad de la muestra total (130 casos) declara saber qué es la trazabilidad. Frente a la pregunta abierta del cuestionario de encuesta *¿qué es para usted la trazabilidad?*, las palabras que más se mencionan son *seguimiento, rastreabilidad y trayectoria* del producto. Posteriormente, al presentarles diferentes conceptos que describen el término en cuestión –pregunta cerrada, de respuesta múltiple–, eligen seguimiento del proceso productivo (44,62%), procedencia de las materias primas (29,23%), control del proceso productivo (25,77%), inocuidad (15,38%) y calidad (11,54%). Es de recordar que, para el *Codex Alimentarius*, la trazabilidad es *la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapa(s) especificada(s) de la producción, transformación y distribución*.

En cuanto a los beneficios derivados de la aplicación de un ST –pregunta cerrada, de respuesta múltiple–, estos encuestados señalan, fundamentalmente, la preservación de los recursos pesqueros (81,15%). Con porcentajes inferiores, también, indican inocuidad (35,38%), aseguramiento de la calidad (33,85%), disminución de la incertidumbre que genera el proceso productivo (25,38%), sostenibilidad de la industria pesquera (16,92%), desaliento de la pesca ilegal (15,83%) y reducción de la pesca incidental (8,85%).

Partiendo de la presentación de una definición correcta de trazabilidad orientada a AP, todos los encuestados (260 casos) expresaron su valoración mediante la DAP. Prevalece la intención de pagar hasta un 10,00% más por AP que incluyan una tecnología para informarse sobre la trazabilidad: 27,69% –fresco–, 20,77% –congelado– y 22,31% –conserva–. Solo una minoría está dispuesta a pagar un 20,00% más o un porcentaje mayor. Por su parte, el 17,69%, el 16,54% y el 19,62%, respectivamente para fresco, congelado y conserva, no pagaría un *plus*. De igual modo, entre el 12,00% y el 14,00%, no saben si pagaría más.

Asimismo, se refirieron sobre los sistemas para informarse acerca de la trazabilidad de AP –pregunta cerrada, de respuesta múltiple–. Los tres más elegidos son: código QR (73,08%), etiqueta (56,15%) y sello de calidad (54,62%). Contrariamente, el código de barras, la comunicación directa –vía mensaje de texto, *WhatsApp Messenger* o correo electrónico– y aplicaciones, no resultan atractivos.

Finalmente, se les solicitó que calificaran su grado de acuerdo con diferentes afirmaciones, en una escala 1-5 –nada a totalmente de acuerdo–. La Tabla 1 ilustra al respecto.

Tabla 1. Opinión sobre ST en AP

Afirmaciones	Medidas estadísticas resumen			% encuestados que califican con 4-5 puntos
	Media	Desvío Estándar	Coeficiente de Variación	
Debería ser obligatorio que todos los AP tengan un ST.	4,28 puntos	1,06 puntos	24,74%	76,92%
Cualquier ST debería estar controlado por un organismo público.	4,30 puntos	1,15 puntos	26,82%	80,38%
Un ST es esencial para garantizar que el consumo de AP sea seguro para la salud.	4,16 puntos	1,11 puntos	26,68%	75,00%
Un ST es esencial para asegurar la conservación del recurso pesquero y que el procesamiento del mismo sea cuidadoso con el ambiente.	4,00 puntos	1,15 puntos	28,80%	68,85%
Un ST en los AP es una señal de buena calidad.	3,78 puntos	1,27 puntos	33,54%	62,31%
Actualmente, se cuenta con información suficiente para conocer la trazabilidad de los AP.	2,17 puntos	1,09 puntos	50,51%	10,38%
Un ST es más necesario si los AP se venden envasados respecto a los comercializados sueltos o por kg.	3,05 puntos	1,46 puntos	47,86%	40,77%

Fuente: elaboración propia en base a la Encuesta 2024.

Conclusiones

Del total de la muestra, 116 encuestados declaran saber qué es la trazabilidad y la asocian correctamente con el seguimiento del alimento en todo su procesamiento. Entre los beneficios derivados de la implementación de un ST, la preservación del recurso pesquero es el más reconocido. Por su parte, el código QR es la tecnología destacada para informarse sobre la trazabilidad de estos alimentos. Sin distinción de especie ni de modalidad de presentación, un

alto porcentaje de los encuestados pagaría un diferencial por AP con información de trazabilidad, aunque un monto no demasiado elevado. La mayoría de los encuestados opina que un ST de los AP debería ser obligatorio y controlado por un organismo público. Asimismo, lo consideran esencial para asegurar la preservación del recurso pesquero y el ambiente, el cuidado de la salud y la calidad, pero piensan que, actualmente, la información al respecto no es suficiente.

Si bien a gran parte de los encuestados, lo concerniente a trazabilidad no les resulta ajeno, se advierte la necesidad de difundir clara, precisa y fehacientemente información sobre la importancia de la misma y de las ventajas de su implementación, siendo un atributo diferenciador de calidad. Dado el tipo de muestreo, no probabilístico, se debe ser cauteloso en cuanto a la extensión de los resultados obtenidos al total de la población. En todo caso, dichos resultados pueden orientar, guiar, la construcción de lineamientos de programas, políticas públicas y normativa acorde y futuras investigaciones al respecto.

Referencias bibliográficas

- Metref, H. & Calvo-Dopico, D. (2016). Señalización de la calidad y análisis de los beneficios asociados a la trazabilidad. Análisis del Mercado del atún en España. *ITEA*, 112(4), 421-437. <https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2016/112-4/421-437%20ITEA%20112-4.pdf>
- Rodríguez-Salvador, B. & Calvo Dopico, D. (2020). Understanding the value of traceability of fishery products from a consumer perspective. *Food Control*, 112, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107142>
- Vincenti, M. (2019, agosto). Trazando los alimentos para todos. *É Alimentación*, XXV (7), 48-49. <https://www.calameo.com/read/001393942ab65bbdca0ac>
- Trejo, J. M., Gutiérrez, J. S. & Uribe, E. G. G. (2012, diciembre 10). Modelo de Negocios, Necesidades del Cliente y Gestión de la Innovación: propuesta de proceso conceptual para la mejora competitiva. *RIICO*, 6(1). <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/469/1345>
- Caswell, J. A.; Noelke, C. M. & Mojdzuska, E. M. (2002). Unifying two frameworks for analyzing quality and quality assurance for food products. En B. Krissoff, M. Bohman & J. A. Caswell (Eds.), *Global Trade and Consumer Demand for Quality*, (pp., 43-61). Springer-Verlag. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-5329-5_3
- Lupín, B.; Zanfrillo, A.; Fernández, L.; Ojeda, S.; Leuci, V.; Gómez, S. & Herrera, A. (2021, noviembre 30). *Aspectos generales del consumo de pescados y mariscos en el Partido de General*

Pueyrredon. (Ponencia). I Jornadas de Ciencia y Tecnología-I Encuentro de Investigadores en Formación. UTN-FRMDP, Mar del Plata-Argentina.
<https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/887>

Hanemann, W. M. (1984, August). Welfare evaluation in Contingent Experiments with Discrete Responses. *American Journal of Agricultural Economists*, 66(3), 332-341.
<https://doi.org/10.2307/1240800>



**IV Jornadas de Ciencia y Tecnología
IV Encuentro de investigadores en formación**



UTNMDP
Regional Mar del Plata