

ISSN 2591-6653

# Naturalia

Patagónica

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y CIENCIAS DE LA SALUD  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO

VOLUMEN 21 (2025)



# NATURALIA PATAGONICA

## Volumen 21 – 2025

**Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud  
Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco**

### **Director**

Dr. Osvaldo León Córdoba

### **Secretaría de Redacción**

Dra. María Luján Flores

### **Editor**

Dr. Osvaldo León Córdoba

### **Comité Editor**

Dra. Graciela Pinto Vitorino

Dra. Miriam Delma Escobar Daza

Dr. Augusto Crespi-Abril

Dra. Adriana Alicia Gallardo

Dra. Daniela Beatriz Ureta

Dra. Nadia Soledad Arias

Mg. Raúl Paulo Henny

Esp. Néstor Andres Acosta

Dra. Rosa María Manzo

### **Evaluadores**

Dr. Martín A. Hernández

Dra. Elisa Petenatti

Dr. Carlos Arturo Stortz

Dra. Susana Gorzalczany

Dra. María Luján Flores

Dra. Nora M. Andrea Ponce

Dr. Martín D. Novoa

Dra. Nadia Arias

Dr. Osvaldo León Córdoba

Dra. Alicia Boraso

Dra. María Cristina Matulewicz

Dra. Adriana Broussalis

Editorial:

Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud

Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco

Ciudad Universitaria Km 4, 9005, Comodoro Rivadavia, Chubut

## **EDITORIAL**

**Estimados lectores**

Con esta publicación se realiza la entrega del Volumen 21 de nuestra revista *Naturalia Patagónica*, desde su relanzamiento en el año 2002. Este número incluye cuatro artículos originales y tres resúmenes de tesis doctorales realizados por docentes e investigadores de nuestra Facultad.

Agradecemos desde ya el trabajo y la decisión de los investigadores de optar por nuestra revista para la publicación de sus investigaciones.

Es de esperar que los siguientes números contengan cada vez más trabajos, lo cual resulta muy importante para dar a conocer al mundo científico, la experiencia y el conocimiento alcanzado a través de los años sobre temas de la Patagonia Argentina, del país y del mundo en su conjunto.

Como siempre, estamos a disposición de todas las consultas y/o sugerencias que los lectores y autores deseen hacernos llegar, esperando se traduzcan en beneficios para todos en su conjunto.

Agradecemos como con cada número, a la Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, por el espacio en la web correspondiente.

Todos los números de nuestra revista se pueden descargar en forma gratuita desde nuestra dirección web <http://www.fcn.unp.edu.ar/sitio/naturalia>.

Confiamos en la buena receptividad de *Naturalia Patagónica* entre nuestros lectores habituales y entre los lectores en general, que se interesen por la problemática de las Ciencias Naturales y las Ciencias de la Salud especialmente en el ámbito de la región, invitando además a que se continúen sumando autores regionales y de otras latitudes, enviando su producción científica para nuestro siguiente número.

*A todos, Felices Fiestas!!!*

*Dr. Osvaldo León Córdoba - Director*

**Foto de tapa: "Cauquenes, guardianes de la estepa"**, la foto muestra a cuatro individuos de Cauquén Común (*Chloephaga picta*) y fue realizada por el Dr. Gabriel Punta en la Isla Grande de Tierra del Fuego, el 15 de enero de 2023.

## ***CONTENIDO***

### ***ARTICULOS CIENTIFICOS***

<b>Identificación por SDS-page de la proteína de la carne de guanaco.</b> Betiana Romina Garrido, Karina Cellerino, Laura Beatriz López, Marcela Aida González, María Angélica Fajardo .....	1-13
<b>Factores que influyen en la sobreutilización de los servicios de urgencias hospitalarias, por parte de la población pediátrica que acude al mismo, en la ciudad de Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut, en el año 2020.</b> Raul Paulo Henny .....	14-32
<b>Aspectos demográficos y utilización del hábitat de las tres especies de cauquenes migratorios en el área de invernada de la provincia de Buenos Aires, Argentina.</b> Gabriel Punta .....	33-53
<b>Estudio ficoquímico y bioactividad de dos especies de Chlorophyta del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.</b> Analía Verónica Uhrich, Clarisa Jordana Mrla, Osvaldo León Córdoba, María Luján Flores.....	54-65

### ***TESIS DE DOCTORADO DE DOCENTES E INVESTIGADORES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO***

<b>Estudio de cepas de <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>, agente etiológico de Linfadenitis Caseosa, en pequeños rumiantes.</b> Tesista: Adriana Alicia Gallardo .....	66-71
<b>Geohidrología del humedal costero de Bahía San Blas.</b> Tesista: Lucas Misseri .....	72-75
<b>Diseño y desarrollo de nuevos complejos supramoleculares de fluoroquinolonas y sulfamidas antibacterianas.</b> Tesista: Farm. Cecilia Daniela Avila.....	76-79

**CONTENTS****RESEARCH ARTICLES**

<b>Identification of guanaco meat protein through SDS-page.</b> Betiana Romina Garrido, Karina Cellerino, Laura Beatriz López, Marcela Aida González, María Angélica Fajardo ...	1-13
<b>Factors that influence the overuse of hospital emergency services, by the pediatric population that goes to the same, in the city of Comodoro Rivadavia, Chubut province, in the year 2020.</b> Raul Paulo Henny.....	14-32
<b>Demographic aspects and habitat use of the three species of migratory sheldgeese in the wintering area of Buenos Aires province, Argentina.</b> Gabriel Punta .....	33-53
<b>Phycochemical and bioactivity study of two species of Chlorophyta from Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.</b> Analía Verónica Uhrich, Clarisa Jordana Mrla, Osvaldo León Córdoba, María Luján Flores.....	54-65

**THESIS PHILOSOFICAL DOCTOR DEGREE OF RESEARCH OF THE  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y CIENCIAS DE LA SALUD DE  
LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA SAN JUAN BOSCO.**

<b>Study strains of <i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>, the etiological agent of caseous lymphadenitis, in small ruminants.</b> Tesista: Adriana Alicia Gallardo .....	66-71
<b>Geohydrology of the Bahía San Blas marsh.</b> Tesista: Lucas Misseri .....	72-75
<b>Design and development of new supramolecular complexes of fluoroquinolones and antibacterial sulfonamides.</b> Tesista: Farm. Cecilia Daniela Avila .....	76-79

## Identificación por SDS-page de la proteína de la carne de guanaco

## Identification of guanaco meat protein through SDS-page

**Betiana Romina Garrido<sup>1\*</sup>, Karina Cellerino<sup>2</sup>, Laura Beatriz López<sup>2</sup>, Marcela Aida González<sup>3</sup>, María Angélica Fajardo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Departamento de Bioquímica. Ciudad Universitaria, Km 4, Comodoro Rivadavia, 9000, Chubut, República Argentina.

<sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Bromatología. Junín 954, C1113 AAD, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina.

<sup>3</sup>Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. Ruta Nacional N° 168, Km 472, 3000, Santa Fe, República Argentina.

\*betianagarrido@gmail.com

### Resumen

El guanaco es una especie silvestre muy atractiva para el aprovechamiento de la carne por sus cualidades nutritivas. En la actualidad, la provincia de Chubut cuenta con áreas donde está presente el guanaco en forma silvestre, pero cazadores limitan la vida libre de la especie y proceden a venderla en forma clandestina en comercios o particulares, en forma de pieza entera o bien en chacinados o embutidos mezclado con otras carnes, ya sean vacunas o porcinas. La electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio (SDS-PAGE) se ha utilizado para la detección y cuantificación de diferentes especies cárnicas (vacuna, porcina, pollo y pavo) en productos crudos y cocidos. El objetivo de este trabajo fue realizar la identificación por SDS-PAGE de la proteína de carne de guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) en sistemas modelos de mezclas con otras especies cárnicas para detectar adulteraciones de productos cárnicos comerciales frescos. La metodología electroforética permitió detectar la mezcla de carne de guanaco con carne vacuna y con carne porcina. Se puede aplicar esta metodología al análisis de productos cárnicos comerciales frescos para verificar la presencia de carne de guanaco no declarada en los respectivos rótulos.

**Palabras claves:** adulteración de alimentos, electroforesis, fraude alimentario, *Lama guanicoe guanicoe*, productos cárnicos.

## Abstract

Guanaco is a wild species highly attractive for meat utilization due to its nutritional qualities. Currently, the province of Chubut has areas where the guanaco is present in the wild, but hunters restrict the free life of the species and proceed to sell it clandestinely in businesses or to individuals, either as a whole piece or in processed meats mixed with other meats, whether bovine or porcine. Polyacrylamide gel electrophoresis with sodium dodecyl sulfate (SDS-PAGE) has been employed for the detection and quantification of different meat species (bovine, porcine, chicken, and turkey) in raw and cooked products. The objective of this study was to identify guanaco meat (*Lama guanicoe guanicoe*) protein using SDS-PAGE in model systems of mixtures with other meat species to detect adulteration in fresh commercial meat products. The electrophoretic methodology allowed for the detection of guanaco meat mixed with bovine and porcine meat. This methodology can be applied to the analysis of fresh commercial meat products to verify the presence of undeclared guanaco meat on the respective labels.

**Key words:** electrophoresis, food adulteration, food fraud, *Lama guanicoe guanicoe*, meat products.

## Introducción

El guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) se encuentra particularmente concentrado en la Patagonia Argentina. La población estimada para la provincia del Chubut es de 657.304 individuos (Pedrana *et al.*, 2019) y para la provincia de Santa Cruz de 1.066.000 ejemplares (Travaini *et al.*, 2015). Históricamente, el guanaco fue un recurso importante en la economía de los pueblos originarios de la Patagonia, quienes no solo aprovecharon la carne para alimentación, sino también el cuero para toldos, vestimenta y abrigos, la lana para el tejido y los huesos para construir diversos instrumentos (de Lamo, 2011). A mediados de la década de 1970, la

exportación de pieles de guanaco desde la Argentina se constituyó en una actividad económica importante. En 1993, a raíz de la exportación de volúmenes elevados de cueros de guanacos desde la Argentina, el Comité de Fauna de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), recomendó la suspensión de las importaciones de guanaco provenientes de la Argentina hasta que se presentara un plan de manejo apropiado (Montes *et al.*, 2006). Para cumplir con la recomendación de la CITES, la Resolución 220/98 de la ex Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Nación (SRNyDS) y la

Resolución 82/03 de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) establecen directrices de manejo que regulan las actividades de exportación, tránsito interprovincial y comercialización en jurisdicción federal de productos y subproductos de guanaco. Asimismo, mediante la Resolución 477/06 de la SAyDS, se aprobó y reglamentó el Plan Nacional de Manejo del Guanaco, al cual adhiere la provincia del Chubut en el año 2007 por Resolución 047/07 del Ministerio de Industria, Agricultura y Ganadería. Este Plan atiende a la necesidad de regulaciones que tornen más sustentable el aprovechamiento de la especie (Baldi *et al.*, 2006). En la provincia del Chubut, el conflicto entre la abundancia de las poblaciones de guanacos, los intereses de la ganadería ovina y el aprovechamiento no sustentable, que obtenía grandes beneficios a partir de productos y subproductos del guanaco, han sido el resultado de una falta de conciencia respecto del valor de los recursos naturales en general y del guanaco en particular. Respondiendo a esta situación, en el año 2012 se aprobó el Plan Provincial de Manejo del Guanaco, mediante Resolución 113/12 de la Dirección de Fauna y Flora Silvestre (DFyFS). Este Plan, entre otras medidas, establece acciones tendientes a lograr la

comercialización de la carne de guanaco y sus productos y subproductos; desarrollando un mecanismo de certificación que incluya la trazabilidad de la carne y, eventualmente, su denominación de origen. A partir del año 2012, la provincia del Chubut aprueba la caza de guanaco por medio de disposiciones anuales, estableciendo la temporada habilitada. Actualmente, se autoriza el máximo para el transporte por salida de dos ejemplares machos adultos por cazador.

El guanaco es considerado un animal migratorio según el Centro de Monitoreo de la Conservación del Ambiente. Se denomina "especie migratoria" a los animales silvestres que en sus migraciones traspasan los límites de jurisdicciones nacionales o cuyas migraciones se desarrollan fuera de ellos. La Convención sostiene que los Estados deben proteger estas especies cuando transitan parte de sus ciclos biológicos en sus jurisdicciones, y que deben impulsar acciones articuladas para su conservación conjunta. Entre las acciones, se propone el trabajo con autoridades gubernamentales para desarrollar e implementar la conservación y el manejo del guanaco para ayudar a restablecer su rol como principal herbívoro en áreas protegidas y asegurar la persistencia de la

población (Wildlife Conservation Society, 2024).

Se trata de una especie silvestre muy atractiva para el aprovechamiento de la carne por sus cualidades nutritivas. Este alimento autóctono representa una opción alimentaria regional, con un potencial posicionamiento en el mercado nacional e internacional como una carne exótica. La carne de guanaco presenta un contenido de proteínas ligeramente mayor, un porcentaje de grasas totales significativamente menor y un nivel de colesterol ligeramente inferior, respecto a otras carnes rojas de consumo habitual (Garrido *et al.*, 2023).

En la actualidad, la provincia de Chubut cuenta con áreas donde está presente el guanaco en forma silvestre, pero cazadores limitan la vida libre de la especie y proceden a vender su carne en forma clandestina en comercios o particulares, en forma de pieza entera o bien en chacinados o embutidos mezclado con otras carnes, ya sean vacunas o porcinas. Establecer un estricto control bromatológico tanto del proceso de faena como las condiciones de venta es imprescindible para generar en la población seguridad a la hora de adquirir la carne de este animal, y por otro lado informar al consumidor el producto que realmente está adquiriendo. El Código Alimentario Argentino (CAA), en su

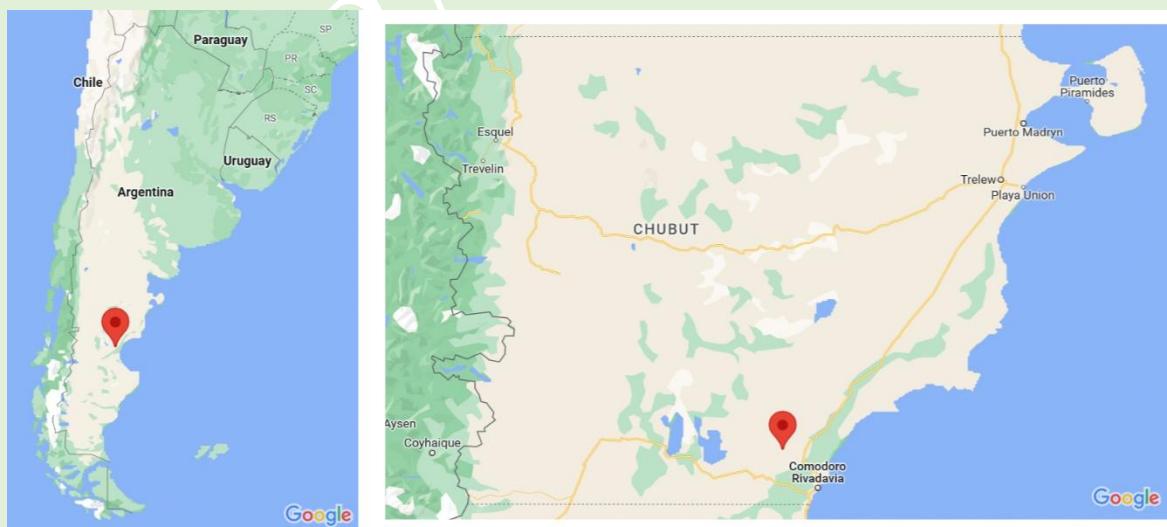
capítulo VI, permite en la elaboración de distintos tipos de embutidos y chacinados el empleo de diferentes especies cárnicas o bien mezclas de las mismas, las cuales deben estar declaradas en la lista de ingredientes. Queda prohibido adicionar a los alimentos substancias o ingredientes (aditivos) que no estén expresamente admitidos para cada caso por el Código (CAA, 2023). El no cumplimiento de la información declarada en el rótulo de un producto alimenticio representa un fraude hacia el consumidor. En ocasiones, este fraude puede tener implicaciones económicas, como sucede cuando se sustituyen materias primas de alto costo por otras más económicas. Además, podría tener consecuencias perjudiciales para la salud del consumidor aumentando el riesgo de enfermedades transmitidas por los alimentos. El uso de herramientas analíticas adecuadas es relevante a la hora de detectar fraude en los alimentos (Escobar *et al.*, 2023). Es necesario disponer de metodologías accesibles que posibiliten la identificación de las especies cárnicas empleadas en la fabricación de productos cárnicos, con el objetivo de detectar y prevenir posibles adulteraciones. La electroforesis en gel de poliacrilamida con dodecilsulfato de sodio (SDS-PAGE) se ha utilizado para la detección y cuantificación de diferentes especies cárnicas (vacuna,

porcina, pollo y pavo) en productos crudos y cocidos (Ekici, 2008; López *et al.*, 2009; Daguer *et al.*, 2010; López *et al.*, 2010; López *et al.*, 2011; Hermanto *et al.*, 2022). Esta metodología se propone como método de screening para el análisis de productos cárnicos para verificar el origen de las especies cárnicas utilizadas en la formulación (López *et al.*, 2011). El objetivo de este trabajo fue realizar la identificación por SDS-PAGE de la proteína de carne de guanaco (*Lama guanicoe guanicoe*) en sistemas modelos de mezclas con otras especies cárnicas para detectar adulteraciones de productos cárnicos comerciales frescos.

## Materiales y métodos

Obtención de las muestras: el lugar seleccionado para el muestreo de la carne

de guanaco fue la estancia “La Paulina” ( $45^{\circ}31'41''S$ ,  $67^{\circ}54'02''O$ ), ubicada a 66 km al norte de la ciudad de Comodoro Rivadavia en el departamento Escalante de la provincia de Chubut, Argentina (Figura 1). Los animales utilizados en el estudio proceden de zonas con predominio de un sistema de producción extensivo, donde la alimentación está basada en pastos nativos. Se utilizó el corte lomo proveniente de guanacos machos adultos jóvenes (aproximadamente 6 meses de edad). Las muestras fueron obtenidas al azar y faenadas en el lugar. Se conservaron a -20°C y se transportaron refrigeradas hasta el momento de su procesamiento.



**Figura 1:** zona de muestreo.  
**Figure 1:** sampling area.

Reparos éticos: el muestreo se ajustó a la legislación vigente respecto a la conservación de la fauna silvestre (Ley XI N° 10 de la Honorable Legislatura del Chubut) y se adaptó a la temporada de caza habilitada por la DFyFS de la provincia del Chubut, según disposición N°04/2022. Asimismo, se contó con la autorización de la DFyFS para la realización del proyecto de investigación mediante disposición N°56/2022 – DFyFS – MAGIyC.

Identificación por SDS-PAGE: se realizó el patrón electroforético en geles de poliacrilamida con dodecilsulfato sódico (SDS-PAGE) según metodología descrita por López *et al.* (2011). Para ello, previamente se realizó el desgrasado/deshidratado de las muestras con acetona.

Muestras: carne de guanaco (CG), carne vacuna (CV), carne porcina (CP), carne de pollo (CPo), sistema modelo 10% carne de guanaco en carne vacuna (10v), sistema modelo 20% carne de guanaco en carne vacuna (20v), sistema modelo 50% carne de guanaco en carne vacuna (50v), sistema modelo 80% carne de guanaco en carne vacuna (80v), sistema modelo 10% carne de guanaco en carne porcina (10p), sistema modelo 20% carne de guanaco en carne porcina (20p), sistema modelo 50% carne de guanaco en carne

porcina (50p) y sistema modelo 80% carne de guanaco en carne porcina (80p). Desgrasado/deshidratado de las muestras: se realizó con acetona por agitación en homogeneizador VirTis (VirTis® modelo 23) durante 5 minutos a velocidad media. Se dejó sedimentar el residuo sólido y luego se descartó la acetona por volcado. A continuación, se dejó evaporar el resto de acetona bajo lámpara. Las muestras fueron desgrasadas/deshidratadas dos veces. Se utilizó una relación muestra/acetona de 1/10 (5 g de muestra con 50 ml de acetona).

Extracción de proteínas totales: se utilizó buffer Tris-HCl 0,0625 M (pH 6,8) con 3% de SDS y 2% de 2-ME como solución extractiva. Se pesaron 30 mg de muestra desgrasada/deshidratada y se agregaron 2 ml de solución extractiva. Se calentó en baño de agua a 100 °C durante 5 minutos con agitación y posterior centrifugación a 3000 rpm durante 15 minutos. Los sobrenadantes se trasvasaron a tubos Eppendorf.

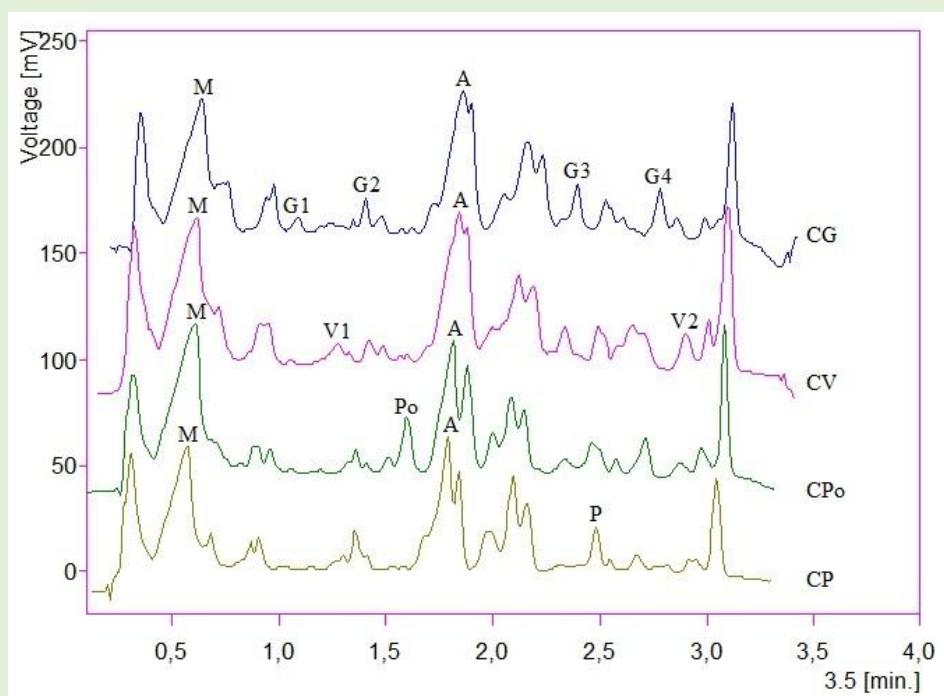
Electroforesis: se trabajó con geles de poliacrilamida en sistema discontinuo con gel de separación (poro fino) y gel de concentración (poro grueso). El gel de separación se preparó con 10% de acrilamida en una solución 1,5 M Tris-HCl con 0,4% de SDS (pH 8,8). El gel de concentración se preparó con 3% de

acrilamida en una solución 0,5 M Tris-HCl con 0,4% de SDS (pH 6,8). Se utilizó como buffer de corrida una solución 0,025 M Tris-HCl; 0,192 M glicina (ácido aminoacético) y 0,1% dodecilsulfato de sodio. Para la siembra de los extractos de proteínas se realizó la mezcla de 1 volumen de extracto de proteínas totales + 1/2 volumen de glicerina 50% + 1/2 volumen de azul de bromofenol (0,01% en agua). El volumen de siembra utilizado fue de 5 µl. La corrida electroforética se realizó a 180 V durante 45 minutos, utilizando una cuba electroforética Mini protean Tetra Cell de Bio Rad®. La tinción de las placas se realizó con azul de Coomassie durante 30 minutos. La destinción de las placas se realizó por difusión con solución decolorante en dos períodos de 20 minutos cada uno. Las resoluciones proteicas obtenidas se midieron por densitometría con equipo Shimadzu CS-910 Dual-Wavelength Chromatogram Scanner. Se trabajó con longitud de onda de máxima absorción de 550 nm y de mínima absorción utilizada como

referencia de 400 nm. La adquisición de datos se realizó con el programa Chromatography Station CSW de DataApex Ltd®.

### **Resultados y discusión**

En la Figura 2 se presentan los densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco, vacuna, pollo y porcina. Se incluyen estas especies cárnicas por ser las más utilizadas en la elaboración de chacinados o embutidos. Si bien cada una de estas muestras presenta un patrón común, por ejemplo por la presencia de miosina (M) y actina (A), hay diferentes picos que resultan característicos de cada especie cárnea. En el densitograma de carne de guanaco se señalan los picos G1 de 89,6 kD; G2 de 69,5 kD; G3 de 29,8 kD y G4 de 22,1 kD. En el densitograma de carne vacuna se señalan los picos V1 y V2; en el de pollo se señala Po y en el de carne porcina se señala el pico P. La posición de estos picos característicos permite distinguir el origen de las especies cárnicas detectadas por electroforesis.

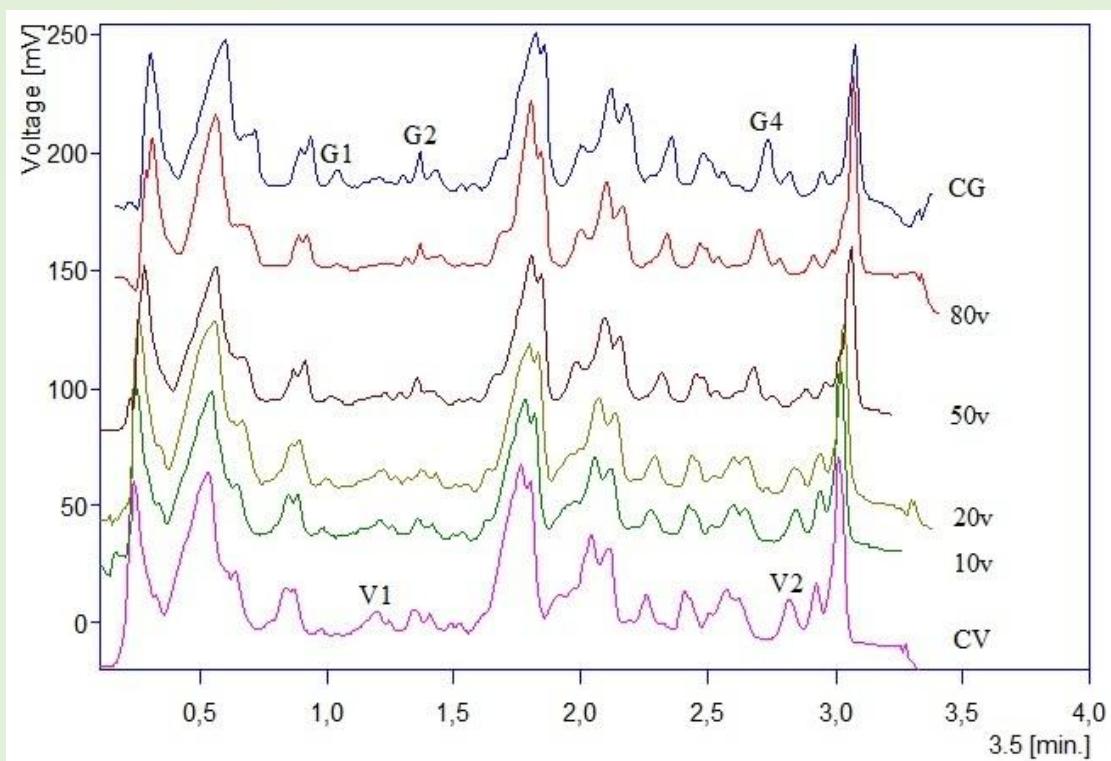


**Figura 2:** densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco (CG), vacuna (CV), pollo (CPo) y porcina (CP), separadas por SDS-PAGE.

**Figure 2:** densitograms corresponding to total proteins of guanaco meat (CG), bovine meat (CV), chicken meat (CPo), and porcine meat (CP), separated by SDS-PAGE.

Los picos G1, G2 y G4 permiten identificar la presencia de carne de guanaco en mezcla con carne vacuna, ya que no se superponen a los picos V1 y V2 característicos de carne vacuna, como se observa en la Figura 3. La presencia de carne de guanaco se presume a partir de 10% y se confirma a partir de 20% en el

sistema modelo de mezcla carne de guanaco y carne vacuna. En los densitogramas de la Figura 3 se observa que a medida que aumenta el porcentaje de carne de guanaco se incrementan los picos G2 y G4 de carne de guanaco y disminuyen los picos V1 y V2 de carne vacuna.

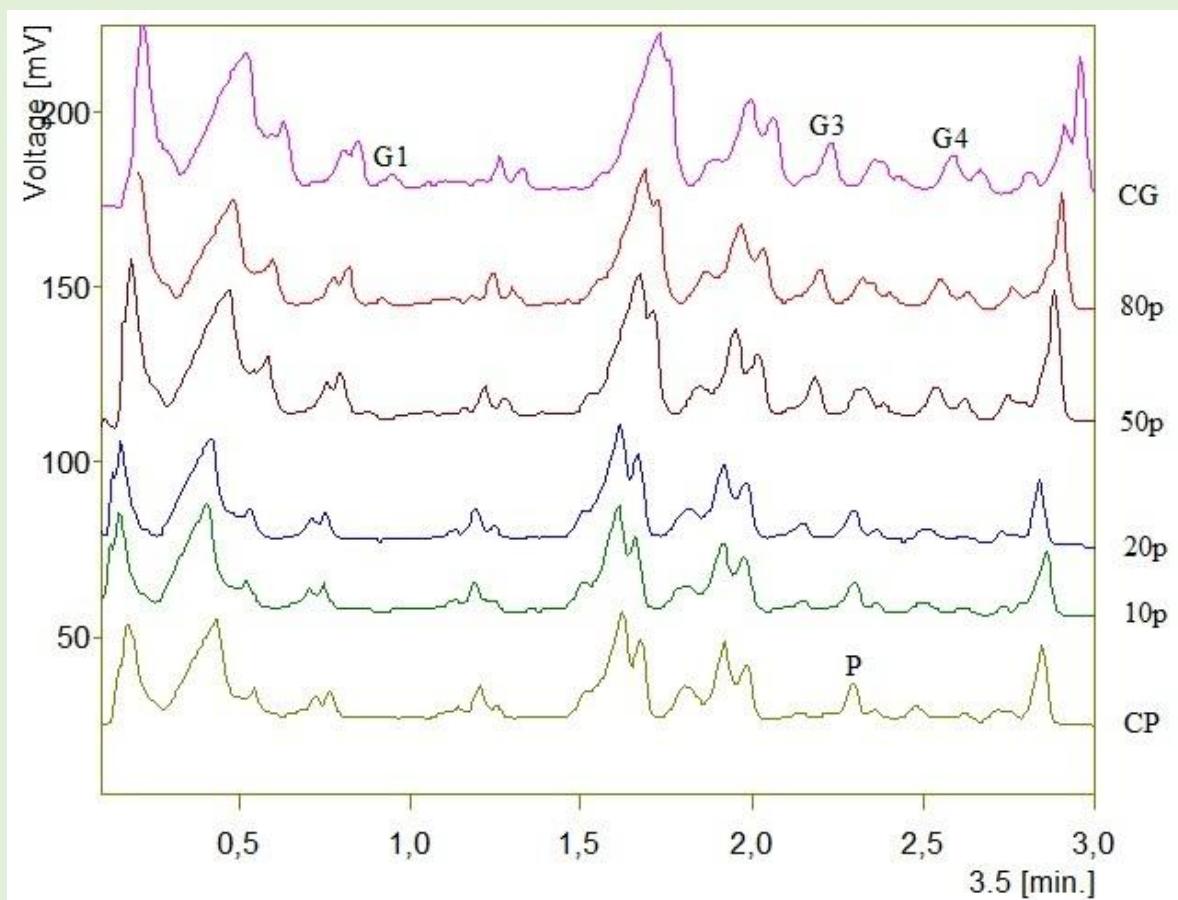


**Figura 3:** densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco (CG) y vacuna (CV), y sistemas modelos 80% (80v), 50% (50v), 20% (20v) y 10% (10v) de carne de guanaco en carne vacuna, separadas por SDS-PAGE.

**Figure 3:** densitograms corresponding to total proteins of guanaco meat (CG) and bovine meat (CV), and model systems with 80% (80v), 50% (50v), 20% (20v), and 10% (10v) guanaco meat in bovine meat, separated by SDS-PAGE.

Los picos G1, G3 y G4 permiten identificar la presencia de carne de guanaco en mezcla con carne porcina ya que no se superponen a picos de carne porcina. El perfil de la carne porcina es muy similar al perfil de la carne de guanaco, como se observa en la Figura 4. Solo el pico P presenta un aspecto diferente. En caso de necesitar una cuantificación se podría tomar ese pico como referencia de carne porcina. La

presencia de carne de guanaco se presume a partir de 10% y se confirma a partir de 20%, en el sistema modelo de mezcla carne de guanaco y carne porcina. En los densitogramas de la Figura 4 se observa que a medida que aumenta el porcentaje de carne de guanaco se incrementan los picos G3 y G4 de carne de guanaco y disminuyen el pico P de carne porcina.



**Figura 4:** densitogramas correspondientes a proteínas totales de carnes de guanaco (CG) y porcina (CP) y sistemas modelos 80% (80p), 50% (50p), 20% (20p) y 10% (10p) de carne de guanaco en carne porcina, separadas por SDS-PAGE.

**Figure 4:** densitograms corresponding to total proteins of guanaco meat (CG) and porcine meat (CP), and model systems with 80% (80p), 50% (50p), 20% (20p), and 10% (10p) guanaco meat in porcine meat, separated by SDS-PAGE.

No se han encontrado trabajos en la bibliografía que aborden la identificación de la proteína de la carne de guanaco mediante SDS-PAGE. Por lo tanto, estos resultados proporcionarían un marco de referencia para la identificación por electroforesis de esta especie cárnea con el objetivo de detectar adulteraciones de productos cárnicos comerciales frescos.

En el estudio realizado por Ekici (2008) se evaluó la eficacia de la metodología SDS-PAGE para identificar las especies

cárnicas en mezclas preparadas con carne cruda de cerdo y oveja. En el gel de separación se pudo observar claramente una banda propia de la carne de oveja, cuya densidad disminuye al disminuir la proporción de carne de oveja en la mezcla. Esta banda proteica, cuyo peso molecular es de 11,5 kD, demuestra que las carnes de cerdo y de oveja se pueden distinguir fácilmente entre sí mediante SDS-PAGE. La adulteración en mezclas de ambas especies es posible detectarse

en proporciones 5-10%. Este grado de detección es similar al encontrado en mezclas de carne de guanaco con otras especies en el presente trabajo. López *et al.* (2011) analizaron productos cárnicos cocidos elaborados en plantas piloto o comerciales que declaraban en su formulación carne vacuna, carne porcina, pavo y/o pollo, con la finalidad de evaluar la metodología SDS-PAGE como método de screening para identificar las especies cárnicas utilizadas. Fue posible detectar las diferentes carnes empleadas en la mayoría de las muestras analizadas debido a la presencia de picos específicos para cada especie. Se encontraron dos picos de pesos moleculares 66 kD y 57 kD característicos de carne vacuna, mientras que la carne porcina presentó dos picos característicos de 63,6 kD y 61,3 kD que permiten su detección en mezcla con otras especies cárnicas. Estos picos reportados por López *et al.* (2011) se superponen con los picos presentes en el patrón electroforético del guanaco y difieren de los picos característicos V1, V2 y P encontrados en el presente trabajo, los cuales se pueden utilizar para diferenciar estas especies cuando están mezcladas con carne de guanaco. Esto demuestra que resulta fundamental

analizar los densitogramas específicos de cada sistema modelo para cada mezcla de especies cárnicas con el fin de evaluar los picos característicos que pueden utilizarse para evaluar la presencia de las diferentes carnes.

### **Conclusiones**

La metodología electroforética permitió detectar las especies cárnicas empleadas en la formulación de sistemas modelo de mezcla carne de guanaco/carne vacuna y carne de guanaco/carne porcina, en los que se pudieron identificar claramente los picos característicos de cada especie cárnea. En estos sistemas modelos, la presencia de carne de guanaco se presume a partir del 10% y se confirma a partir del 20%. Por lo tanto, se puede aplicar esta metodología al análisis de productos cárnicos comerciales frescos para verificar la presencia de carne de guanaco no declarada en los respectivos rótulos.

### **Agradecimientos**

Las autoras desean expresar su agradecimiento a la Ing. Paola Fazzari, al Ing. Juan José Anglesio y al Sr. Alberto Miño de la Estancia “La Paulina” por su valiosa contribución en la recolección de las muestras necesarias para llevar a cabo este trabajo.

## Bibliografía

- Baldi, R.D., de lamo, D., Faillá, M., Ferrando, P., Funes, M., Nugent, P., Puig, S., Rivera, S. & von Thüngen, J. 2006. Plan Nacional de Manejo del Guanaco. Anexo I de la Resolución 477/2006.
- Código Alimentario Argentino. 2023. Capítulo VI - Alimentos cárneos y afines. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat\\_caa\\_capitulo\\_vi\\_carneos\\_act\\_2023\\_5.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/anmat_caa_capitulo_vi_carneos_act_2023_5.pdf)
- Daguer, H., Stephan, M.P., Barcellos, V.C. & Bersot, L.S. 2010. SDS-PAGE electrophoretic pattern of pork enhanced with non-meat proteins. *Ciência Rural*, **40** (2): 404-410.
- de Lamo, D.A. 2011. Camélidos sudamericanos. Historia, usos y sanidad ambiental. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.
- Ekici, K. 2008. The species identification of raw meat with SDS-PAGE technique. *Indian Vet. J.*, **85**: 1193-1195.
- Escobar, N., Beas, S., Gras, N. & Ronco, A.M. 2023. Fraude alimentario: Pasado, presente y futuro. *Rev. Chil. Nutr.*, **50** (1): 106-116.
- Garrido, B., Crovetto, C., González, M. & Fajardo, M. A. 2023. Composición nutricional de la carne de guanaco de la Patagonia Argentina. *Actualización en Nutrición*, **24** (4): 103-110.
- Hermanto, S., Rudiana, T., Zein, M.I.H.L. & Wisudawati, A.W. 2022. Methods validation of pork authentication in processed meat products (sausages) through densitometry analysis. *IJHAR*, **4** (1): 35-44.
- López, L.B., Binaghi, M.J., Greco, C.B., Mambrín, M.C. & Valencia M.E. 2009. Comparación entre un método electroforético y un método inmunoquímico para la detección de especies porcina y/o vacuna en productos cárnicos crudos o cocidos comerciales. Trabajo completo. XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- López, L.B., Greco, C.B., Binaghi, M.J., Mambrín, M.C. & Valencia, M.E. 2010. Identificación y cuantificación de especies vacuna y/o porcina en productos cárnicos frescos por SDS-PAGE. *Industria Cárnia Latinoam.*, **163**: 48-51.
- López, L.B., Binaghi, M.J., Greco, C.B., Mambrín, M.C. & Valencia M.E. 2011. Identificación de especies cárnicas en productos cárnicos cocidos: utilización de SDS-PAGE como método de screening. *Rev. Chil. Nutr.*, **38** (2): 187-196.
- Montes, M.C., Carmanchahi, P.D., Rey, A. & Funes, M.C. 2006. Live shearing free-ranging guanacos (*Lama guanicoe*) in Patagonia for sustainable use. *J. Arid. Environ.*, **64**: 616-625.

- Pedrana, J., Travaini, A., Zanón, J.I., Zapata, S.C., Rodríguez, A. & Bustamante J. 2019. Environmental factors influencing guanaco distribution and abundance in central Patagonia, Argentina. *Wildlife Research*, **46** (1): 1-11
- Travaini, A., Zapata, S.C., Bustamante, J., Pedrana, J., Zanón, J.I. & Rodríguez A. 2015. Guanaco abundance and monitoring in Southern Patagonia: distance sampling reveals substantially greater numbers than previously reported. *Zoological Studies*, **54** (23): 1-12.
- Wildlife Conservation Society. 2024. Disponible en: <https://argentina.wcs.org/es-es/Vida-silvestre/Guanaco.aspx>

**Factores que influyen en la sobreutilización de los servicios de urgencias hospitalarias, por parte de la población pediátrica que acude al mismo, en la ciudad de Comodoro Rivadavia, provincia del Chubut, en el año 2020**

**Factors that influence the overuse of hospital emergency services, by the pediatric population that goes to the same, in the city of Comodoro Rivadavia, Chubut province, in the year 2020**

**Raul Paulo Henny**

Profesor Adjunto de Práctica integrada uno. Carrera Licenciatura en Enfermería, Departamento de Enfermería. Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Ruta Provincial N° 1 S/N  
raulpauloh@yahoo.com.ar

**Resumen**

La presente investigación se realizó en el Hospital público de la provincia del Chubut, con el objetivo de identificar la accesibilidad integral a los servicios de salud de la unidad de Urgencias Pediátricas en relación a la percepción de utilización por padres de pacientes pediátricos de 1 mes a 2 años. Se analizan las variables sociodemográficas, accesibilidad y sobreutilización de la guardia pediátrica por parte de los padres y/o tutores responsables. Se aplicó un instrumento conformado por preguntas destinadas a identificar factores institucionales, así como a conocimientos, actitudes y prácticas en padres de pacientes pediátricos. Dentro de los factores institucionales en términos de accesibilidad se encontró que no guarda relación la distancia entre las viviendas y los Centro de Atención Primaria de la Salud (CAPS) con la necesidad de acudir a Urgencias desde el punto de vista geográfico. La mayoría utiliza automóvil para ir al CAPS y al hospital. En cuanto a disponibilidad se puede afirmar que las personas no asisten al CAPS principalmente por incompatibilidad con los horarios en primer lugar y en segundo lugar la disponibilidad de turnos. En cuanto a la calidad se señala que no siempre se considera buena la atención y finalmente sobre la oferta de atención de los servicios los padres reflejan que la sobreutilización del servicio de urgencia ocurre por dificultades en cuanto a disponibilidad, accesibilidad y calidad de los CAPS.

**Palabras claves:** Urgencia pediátrica, sobreutilización de servicios, accesibilidad, disponibilidad y calidad de los CAPS

## Abstract

This research was carried out in the public Hospital of the province of Chubut, with the aim of Identifying the comprehensive accessibility to health services of the Pediatric Emergency Unit in relation to the perception of use by parents of pediatric patients from 1 month to 2 years . Sociodemographic variables, accessibility and overuse of pediatric care by parents and / or responsible guardians are analyzed. An instrument made up of questions aimed at identifying institutional factors, as well as knowledge, attitudes and practices in parents of pediatric patients, was applied. Within the institutional factors in terms of accessibility, it was found that the distance between the dwellings and the CAPS is not related to the need to go to the Emergency Department from the geographical point of view. Most use a car to go to CAPS and the hospital. Regarding availability, it can be affirmed that people do not attend CAPS mainly due to incompatibility with the schedules in the first place and in second place the availability of shifts. Regarding quality, it is pointed out that care is not always considered good and, finally, regarding the offer of care of services, parents reflect that the overuse of the emergency service occurs due to difficulties in terms of availability, accessibility and quality of the CAPS.

**Keywords:** Pediatric emergency, overuse, accessibility

## Introducción

Hoy en día es imprescindible prestar una asistencia de calidad, segura y eficiente, en las unidades de urgencias, basada en el reconocimiento del tipo de pacientes que son atendidos en ellas, lo cual, permitirá una mejor organización y distribución de los recursos sanitarios destinados a la atención de las mismas.

Calderón Carrillo, Daniel. (2015) expresa que “tuvieron que pasar años y un hecho sobresaliente como la Convención sobre los Derechos del

Niño, celebrada en 1990, para establecer un punto clave en las políticas y el desarrollo del conocimiento científico en este sector de la población, ya que a partir de ese momento los infantes surgen como seres con valor moral y hubo consenso en el sentido de que todo individuo menor de 18 años sería considerado niño”.

“Una urgencia es toda aquella situación, que, en opinión del paciente, su familia o quienquiera que toma la decisión, requiere una atención médica

inmediata". Abril Los cartales, M, (2007).

Según Peralta Sánchez (2009) "La "emergencia médica" o "urgencia médica" se define como una lesión o enfermedad que supone una amenaza inmediata para la vida de una persona y cuya asistencia no puede ser demorada" En relación a la demanda de asistencia urgente pediátrica va a estar relacionada con la gravedad intrínseca de la sintomatología del niño y también con motivos socio familiares, como la sensación de angustia que generan los síntomas en las familias, la compatibilidad con la jornada laboral de padres y/o tutores con el horario de atención primaria o la percepción de que existe una necesidad de atención inmediata.

Sobre la importancia que tienen las unidades de urgencias pediátricas en las instituciones, Diez Guerra, *et al.* (2017) manifiesta que "están en la primera línea de atención de los sistemas sanitarios y desempeñan un papel fundamental para garantizar una respuesta rápida y de alta calidad para los pacientes que atienden". Este mismo autor plantea que al producirse un aumento en la demanda por parte de pacientes que no requieren atención, se ven afectados seriamente los recursos, tanto materiales como humanos y esto puede poner en riesgo la

seguridad de la atención a los pacientes que realmente necesitan de una atención urgente de forma efectiva y eficaz, y esto podría convertirse en un problema que afecte la calidad de la atención recibida. Este mismo autor plantea que la solución sería una "adecuada planificación como requisito fundamental para satisfacer las necesidades sanitarias de la población, conocer las necesidades asistenciales en un área geográfica determinada, considerando las características de la población pediátrica".

La frecuente concurrencia de los pacientes pediátricos a las unidades de urgencia, muchas veces por patologías que se pueden resolver en centros de atención primaria, son la causa que produce un incremento notorio en la unidad de urgencia del hospital.

Así lo señalan Fornes *et al.* (2017) "en los últimos años se ha visto un incremento de las demandas de los servicios de urgencias. Los recién nacidos constituyen un grupo poblacional con un alto índice de frecuentación y en muchos casos son consultas sobre su manejo o patologías banales que podrían haber sido resueltas en los centros de Atención Primaria".

Estadísticamente, indica que: "a pesar de que los daños causados al sistema de salud por el uso excesivo de las guardias, no han sido bien cuantificados y las

tendencias no han sido bien descritas, es probable que este uso excesivo de las unidades de urgencias, siga aumentando en todo el mundo”.

La realidad de nuestro hospital no escapa a las generalidades que se presentan en otros lugares al uso inadecuado del sistema de urgencias por partes de pacientes pediátricos, los cuales son traídos, por padres y/o tutores, que no encuentran a la hora que muchos de ellos llegan a su domicilio luego de su jornada laboral, de una oferta de salud destinada en la ciudad a poder dar respuesta a los problemas de salud que presentan sus hijos.

Ante esta situación planteada es que se propone llevar adelante la presente investigación en la cual nos proponemos, analizar cuáles son los factores de accesibilidad con los que se enfrentan los padres y/o tutores a la hora de buscar atención médica para sus hijos.

## Materiales y métodos

Esta investigación es de tipo cualitativa

### Diseño de investigación

Se realizó un estudio no experimental, observacional, descriptivo, transversal durante el mes de marzo 2020. Con el objetivo describir los motivos de consulta de un grupo de sujetos que demanden asistencia de la Unidad de

Medicina de Urgencia del Hospital público de la provincia del Chubut se diseñó un cuestionario que fue aplicado a 80 padres que acudieron al servicio de Urgencias en los distintos turnos. Se realizó un muestreo probabilístico, aleatorio simple.

### Instrumento de medición

Se diseñó un cuestionario de 17 preguntas con incisos conformado por preguntas generales, en su primera parte, en la segunda parte se abordan preguntas de accesibilidad, disponibilidad y aceptabilidad, y en su tercera parte se miden conocimientos, actitudes y prácticas en padres, utilizando escala de Likert. Se evaluó la confiabilidad del instrumento utilizando el Alfa de cronbach con un resultado de 0,80 por tanto se afirma que tiene una buena confiabilidad.

## Resultados

Se procesaron 80 encuestas a padres y/o tutores que acudieron al servicio de Urgencias en los distintos turnos de la ciudad de Comodoro Rivadavia de las cuales el 100 % fueron contestadas. El nombre de la encuesta fue “Accesibilidad geográfica, la oferta integral de salud y sobreutilización del servicio de urgencia”.

La muestra tomada para el estudio se conformó por 43 mujeres y 37 hombres

para un 54% y un 46% respectivamente, Tabla 1. En cuanto a los grupos etarios se hizo una división por clases donde hasta 30 días de nacidos se registró un 4%, de ellos, 2 mujeres y un hombre; entre 1 y 6 meses se registró el 35% de los cuales 16 fueron mujeres y 12 hombres; la clase de

7 a 12 meses estuvo representada por un 26% con 14 mujeres y 7 hombres; de 13 a 18 meses se encontró un 21% de la muestra de los cuales 9 fueron mujeres y 8 hombres y de 19 a 24 meses se registraron 2 mujeres y 9 hombres para un 14%.

**Tabla 1.** Distribución de pacientes que acuden al servicio de urgencias atendiendo a edad y sexo.  
**Table 1.** Distribution of patients attending the emergency department according to age and sex.

Edad	Mujeres		Hombres		Total	
	FA	FR %	FA	FR%	FA	FR%
Hasta 30 días	2	3%	1	1%	3	4%
1-6 meses	16	20%	12	15%	28	35%
7-12 meses	14	18%	7	9%	21	26%
13-18 meses	9	11%	8	10%	17	21%
19-24 meses	2	3%	9	11%	11	14%
Total	43	54%	37	46%	80	100%

En cuanto al sexo de los padres o tutores que asisten con sus hijos a urgencias se encontró que el 84% eran mujeres y el 16% hombres, Tabla 2. Se registraron en cuanto a grupos etarios, para menores de 25 años un 13% todas mujeres, entre 25 y 29 años un 43% siendo este el grupo más representativo, con 27 mujeres. Entre 30 y 34 años se registró un 19% del total y un 4% de los hombres. Entre 35 y

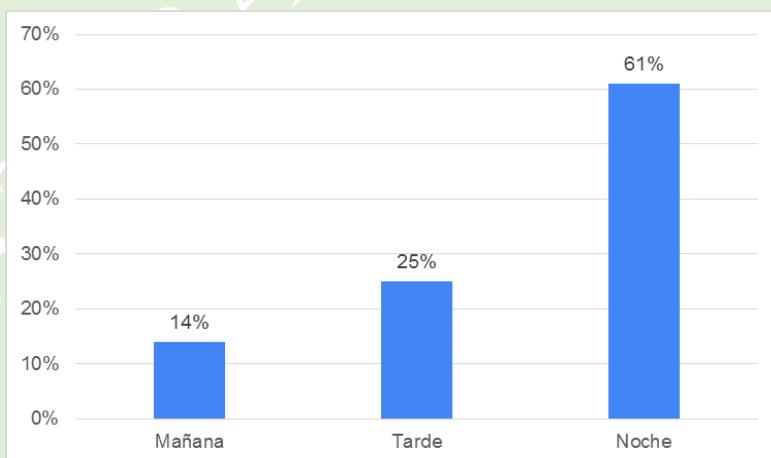
39 años se encontró un predominio igualmente de las mujeres sobre los hombres siendo estas el 14% y los hombres solo el 1%. Entre 40 y 44 años se encontró un 10% del total y un 2% de los hombres, mientras que entre los 45 y 49 años se registró el 1% de mujeres y para mayores de 50 no se obtuvo ningún registro.

**Tabla 2.** Sexo y Edad de los padres que acuden al servicio de urgencias.  
**Table 2.** Sex and age of parents who come to the emergency department.

Edad	Mujeres		Hombres		Total	
	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%
Menos de 25 años	10	13%	0	0%	10	13%
25 a 29 años	27	34%	7	9%	34	43%
30 a 34 años	12	15%	3	4%	15	19%
35 a 39 años	11	14%	1	1%	12	15%
40 a 44 años	6	8%	2	2%	8	10%
45 a 49 años	1	1%	0	0%	1	1%
Más de 50	0	0%	0	0%	0	0%
Total	67	84%	13	16%	80	100%

En la Figura 1 se evidencia que la mayoría de los padres acudieron con sus hijos al turno noche del servicio de

urgencias con un 61% de frecuencia, mientras que al turno tarde acudió un 25% y solo el 14% al turno mañana.



**Figura 1.** Turno de guardia al que acuden con mayor frecuencia.  
**Figure 1.** The shift they attend most frequently.

Para determinar los factores institucionales que pueden favorecer la sobreutilización del servicio de medicina

de urgencias se buscó asociación entre las variables: motivo por el que no acude a los CAPS y la realización de estudios

siempre que van a Urgencias, se calculó chi cuadrado, con una significancia de 0,05 y un grado de libertad de 6, con un resultado de 9,22 siendo mayor que chi cuadrado prueba, por lo que se afirma que ambas variables están asociadas, Tabla 3. Los padres que no acuden a los CAPS por el horario de atención de los mismos, consideran que siempre en

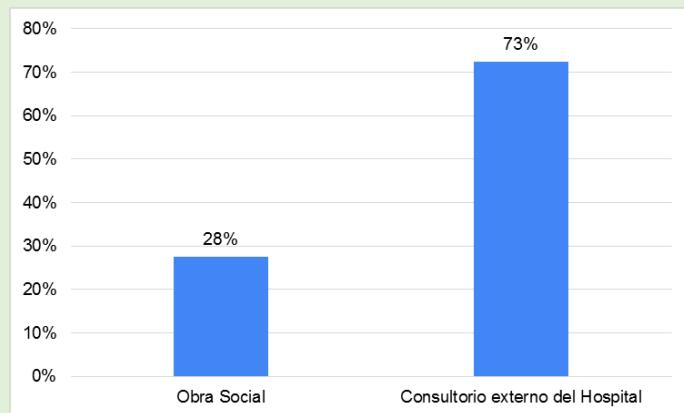
urgencias se le indican estudios complementarios y por eso acuden a este servicio. De forma general un 43% considera que siempre se les indican estudios a sus hijos/as y por eso acude al servicio, y un 29% considera que esto no siempre ocurre o que ocurre algunas veces.

**Tabla 3.** Factores institucionales que influyen en la afluencia de pacientes en el Servicio de Urgencias.  
**Table 3.** Institutional factors that influence the flow of patients in the Emergency Department.

Motivo por el que no acude al CAPS	En urgencias le solicitan siempre estudios					
	Sí		No		Algunas veces	
	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%
Tiempo de espera en la atención	9	11%	9	11%	9	11%
Horario de atención del CAPS	17	21%	5	6%	8	10%
Dificultad en el acceso de turnos	6	8%	5	6%	6	8%
Horario laboral de usted	2	3%	4	5%	0	0%
Total	34	43%	23	29%	23	29%

El 100% de la muestra afirmó disponer de centros de seguimiento para sus hijos, el 28% a través de obra social y el 73%

por consultorio externo del hospital, Figura 2.

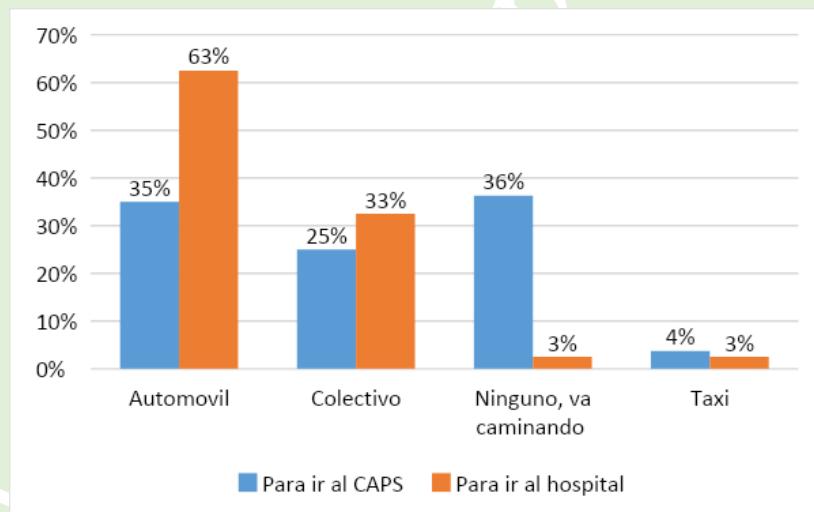


**Figura 2.** Indicadores de disponibilidad.

**Figure 2.** Availability indicators.

En la Figura 3 se muestra que el 35% utiliza automóvil para ir al CAPS y un 63% para ir al hospital, el 25% utiliza colectivo para ir al CAPS y el 33% para

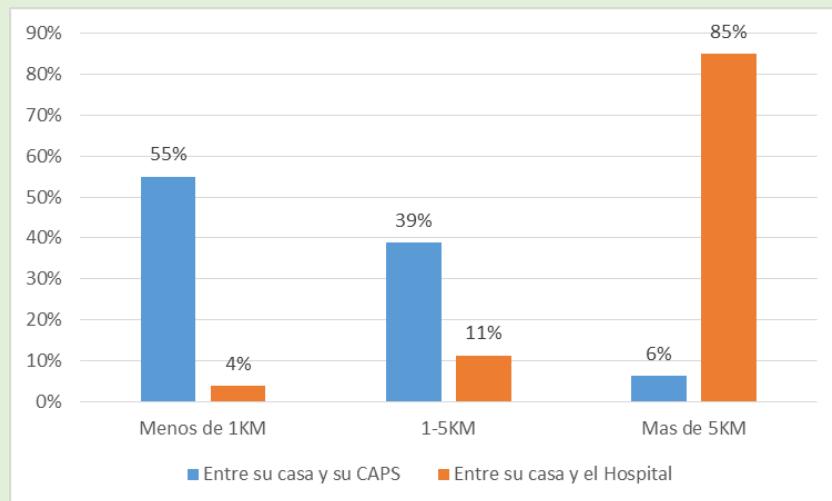
ir al hospital, el 36% va caminando al CAPS y solo un 3% va caminando al hospital, el 4% viaja en taxi.



**Figura 3.** Indicadores de accesibilidad. Medio de transporte. acudir al CAPS y el 3% para acudir al hospital.  
**Figure 3.** Accessibility indicators. Means of transport. Going to the Primary Care Center (CAPS) and 3% to go to the hospital.

Se observó para las variables distancia entre la vivienda de los pacientes y los CAPS y entre la vivienda de los pacientes y el Hospital que para la primera el 55% se encuentra a menos de 1km del CAPS, el 39% se encuentra

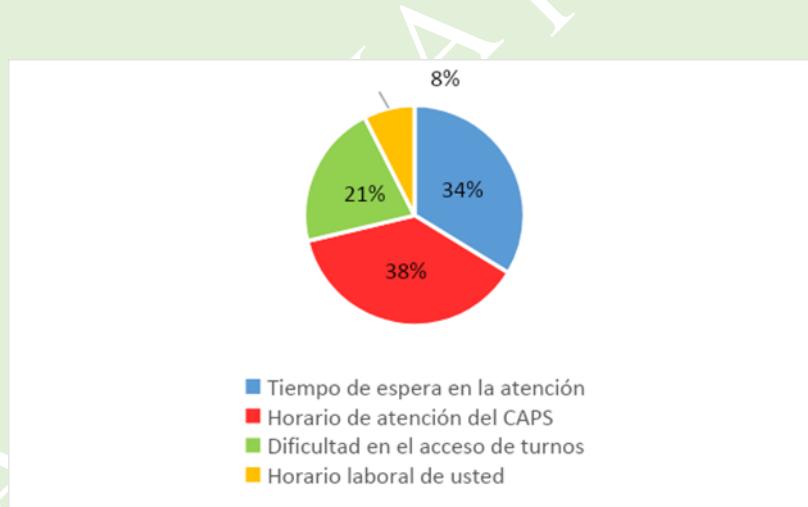
entre 1 y 5 km y el 6% a más de 5 km. En cuanto a la distancia entre la vivienda y el hospital se observó que el 85% vive a más de 5 km, el 11% entre 1 y 5 km y el 4% a menos de 1 km, Figura 4.



**Figura 4.** Indicadores de accesibilidad. Distancia al centro de salud más cercano.  
**Figure 4.** Accessibility indicators. Distance to the nearest health center.

El 38% de los participantes declaró no asistir a los CAPS por el horario de atención que manejan, un 34% expresó que no lo hizo debido al tiempo de espera

en la atención, un 21% refirió que existe poca accesibilidad a los turnos y un 8% no puede hacerlo por el horario de su trabajo en particular, Figura 5.

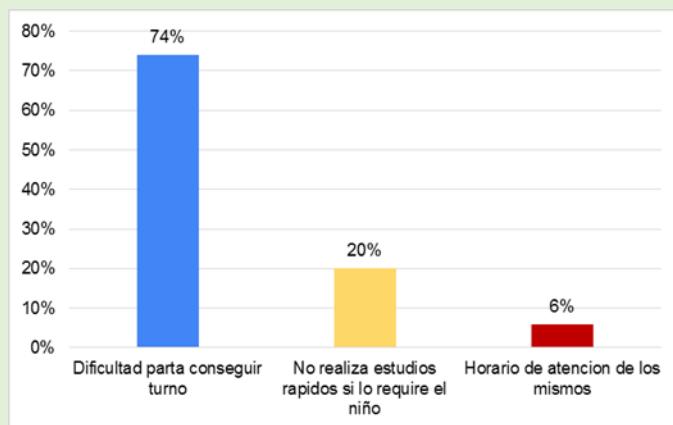


**Figura 5.** Indicadores de accesibilidad. Dificultades con los CAPS, obra social o privados.  
**Figure 5.** Accessibility indicators. Difficulties with primary healthcare centers, social security or private providers.

El 100% de la muestra utiliza con frecuencia el servicio de Urgencia, mientras que los CAPS, obra social o privado solo el 25% lo utiliza frecuentemente y un 35% a veces. Al indagar sobre las razones que tienen para

hacerlo se encontró que el 74% tiene dificultad para conseguir turno, el 20% contestó que en los consultorios no se realizan estudios rápidos en caso de que los requiera el niño y un 6% no acude a

estos por el horario de atención que manejan, Figura 6.

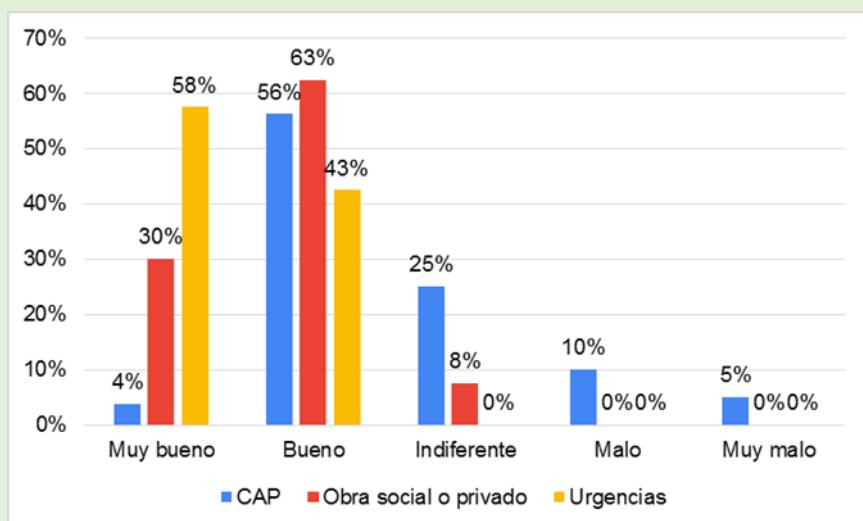


**Figura 6.** Indicadores de accesibilidad. Dificultades con los CAPS, obra social o privados.

**Figure 6.** Accessibility indicators. Difficulties with primary healthcare centers, social security or private providers.

En cuanto al nivel de aceptación se observó que el 4% considera que los CAPS son muy buenos y el 56% que son buenos, en cambio un 25% de las respuestas fueron indiferentes y un 15% valoró los CAPS de forma negativa. Para los consultorios por obra social o privada se valoró de muy buena la atención por

un 30%, buena por el 63% e indiferente para un 8%. Para el servicio de urgencias, el 58% dio una valoración de muy buena la atención y el 43% de buena. Para los consultorios por obra social y privados, así como para el servicio de urgencias no se registraron valoraciones negativas, Figura 7.

**Figura 7.** Indicadores de aceptabilidad. Nivel de aceptación de la atención recibida.**Figure 7.** Acceptability indicators. Level of acceptance of the care received.

De la muestra seleccionada ( $n=80$ ) se encontró que solo 7 personas conocían el horario de atención de los consultorios externos del hospital, representando un 9%, mientras que los 73 restantes que representan el 91% lo desconocían. De los encuestados, 24 personas afirmaron que se les informó sobre qué problema de salud se atienden en Urgencia para un

30%, mientras que 56 personas que representan un 70% negaron haber recibido esta información. Se encontró que 67 personas, lo que representa un 84% creyó que el problema de salud de su hijo/a solo podía ser resuelto en urgencias, mientras que 13 de las personas, representando un 16% no lo consideró así, Tabla 4.

**Tabla 4.** Nivel de conocimiento de padres que asisten a urgencias.**Table 4.** Level of knowledge of parents attending emergency rooms.

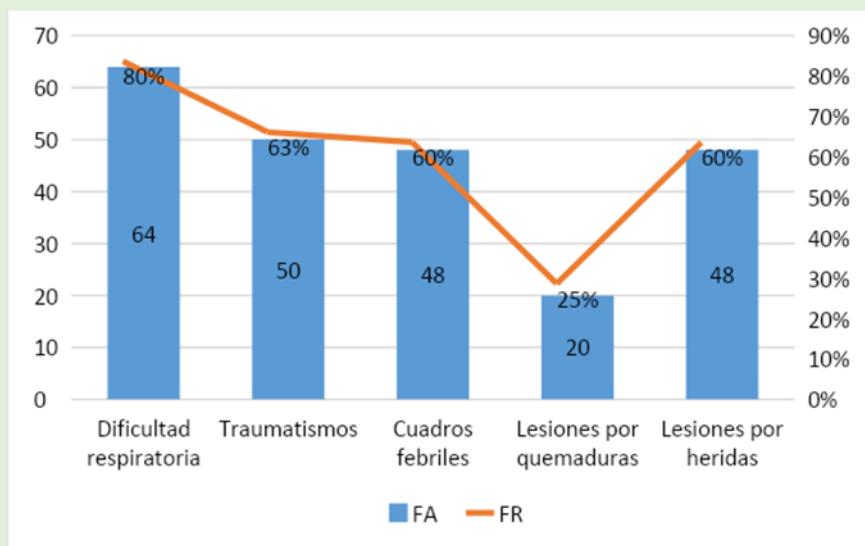
Ítems	Si		No	
	FA	FR%	FA	FR%
Conoce los horarios de atención de los consultorios externos del hospital	7	9%	73	91%
Le informaron sobre qué problema de salud se atienden en Urgencia	24	30%	56	70%
Cree que su problema de salud solo puede ser resuelto en urgencias	67	84%	13	16%

En lo referente a los problemas de salud que los padres consideran deben ser

atendidos por Urgencias se encontraron: para un 80% la dificultad respiratoria,

seguido por los traumatismos con un 63% de frecuencia relativa porcentual (FR), luego se sitúan las lesiones por heridas y los cuadros febris con una

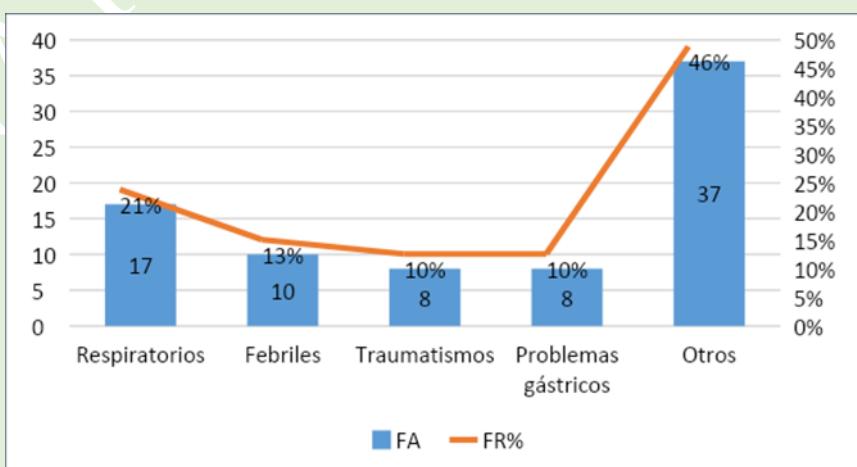
frecuencia relativa porcentual de un 60% y por último las lesiones por quemaduras para un 25%, Figura 8.



**Figura 8.** Problemas de salud que deberían atenderse en urgencias desde la percepción de los padres.  
**Figure 8.** Health problems that should be addressed in the emergency room from the parents' perspective.

Se observó que los motivos menos frecuentes de consulta fueron los traumatismos y los trastornos gástricos para un 10%, los febris estuvieron representados por el 13% de la muestra,

mientras que las causas respiratorias tuvieron un 21% de frecuencia, la mayor frecuencia registrada con un 46% fue para otros motivos de consulta, Figura 9.



**Figura 9.** Motivo de consulta.  
**Figure 9.** Reason for consultation.

El 25% de los padres consideró su motivo de consulta muy urgente, mientras que el 39% lo consideró no

urgente. Un 36% reflejó que su motivo de consulta era urgente, Tabla 5.

**Tabla 5.** Percepción del motivo de consulta.**Table 5.** Perception of the reason for consultation.

Clasificación	FA	FR%
Muy urgente	20	25%
Urgente	29	36%
No urgente	31	39%

El 36% de los encuestados acudió al servicio de urgencias para obtener atención rápida, mientras que el 34% lo hizo por recomendación de otra persona. El 29% lo hizo por decisión propia y solo el 1% acudió al servicio para solicitar recetas, indicaciones y/o certificados.

Se realizó prueba de hipótesis determinándose chi cuadrado calculado con un valor de 0.92, para 0.95 de probabilidad y un grado de libertad de 6, siendo mayor que chi cuadrado estándar

con un valor de 0.71 manteniendo los mismos parámetros por lo que se afirma que el tiempo de espera para los turnos de CAPS es uno de los factores que influye en la sobreutilización del servicio de urgencias Igualmente el horario de atención de los CAPS con un valor de chi cuadrado de 2,98, es otro de los factores que influye pero el valor más significativo estuvo dado para el factor accesibilidad de turnos con un chi cuadrado de 3,84, Tabla 6.

**Tabla 6.** Motivo que le hizo acudir al servicio de urgencia.**Table 6.** That was the reason he went to the emergency room.

Motivo	FA	FR%
Para obtener atención rápida	29	36%
Por recomendación de otra persona	27	34%
Decisión propia	23	29%
Para solicitar recetas, indicaciones y/o certificados	1	1%

## Discusión

En cuanto a las características de la muestra se encontró un predominio de las mujeres sobre los hombres y el grupo etario que más asiste al servicio fue el comprendido entre 1 y 6 meses, mientras que el menos representativo fue el de hasta 30 días de nacidos. Existe relación entre las variables edad y sexo y esto determina que las mujeres con edades entre 1 y 6 meses son más propensas a acudir al servicio de urgencias. Esto difiere ligeramente del estudio de Piñeiro Pérez, Muñoz Archidona, de la Parte Canchoa, Mora Sitjàa, Hernández Martína, Casado Verriera y Carabaño Aguado (2017) titulado Hiperfrecuentadores en Urgencias Pediátricas: ¿es toda la culpa de los padres? donde se encontró que la edad más frecuente de los pacientes atendidos era de 6 meses en cambio el sexo más frecuente era el masculino. La mayoría de los padres o tutores que acudieron a urgencias fueron mujeres entre 25 y 29 años.

Al analizar los factores que pueden influir en la accesibilidad geográfica, en relación con la sobreutilización del servicio de medicina de urgencias y la oferta integral de salud, se determinó que se deja de acceder a los CAPS no porque haya falta de conocimientos sobre su existencia, ni porque estos se encuentren

demasiado distantes de las viviendas, de hecho se encontró que la mayoría vivía más lejos del hospital que del CAPS; más bien las personas no asisten por incompatibilidad con los horarios en primer lugar y en segundo lugar por el tiempo de espera para la atención además de que existe poca disponibilidad de turnos.

En el estudio de Piñeiro Pérez *et al.* (2017) se expresa que solo el 3,65% de consultas en Urgencias Pediátricas precisaron ingreso y en el 52,2% de los casos, el motivo principal de ingreso fue la ansiedad por parte de la familia.

La mayoría de los padres desconoce el horario de atención de los consultorios externos del Hospital, existe desconocimiento en cuanto a los problemas que son atendidos en Urgencias y la mayoría de los padres que acudió a ese servicio pensaba que el problema de salud de su hijo/a solo podía resolverse ahí.

Representa una dificultad para la mayoría de los padres conseguir turno para consultorios externos, por lo cual no acuden. Un pequeño porcentaje descarta directamente los consultorios externos porque no se realizan estudios rápidos en caso de que los requiera el niño, otros lo hacen debido al horario de atención de los mismos.

Los padres consideran que la dificultad respiratoria, los traumatismos, las lesiones por heridas, cuadros febres y lesiones por quemaduras, deben ser atendidos por Urgencias en ese orden de frecuencia.

En cuanto a los motivos de consulta citados por los padres entre los menos frecuentes se sitúan los traumatismos y trastornos gástricos, los febres y las causas respiratorias, mientras que el mayor motivo de consulta fueron otros trastornos.

Resulta interesante que los motivos de consulta no se comportaron de forma proporcional en relación a lo que los padres identificaron como patologías que deberían ser atendidas por urgencia, por lo que se puede afirmar que los padres no siempre tienen en cuenta el problema de salud real del hijo/a al acudir al servicio de Urgencia.

En el estudio de Pérez Polo, Bartolomé Ferrero (2016) se habla de la percepción que tienen los padres en cuanto a la gravedad de la fiebre, donde el 45% lo considera así. Por otro lado, por la información que tienen los padres y el nivel profesional la mayoría toma medidas antitérmicas antes de acudir al servicio de urgencias, la limitación de este estudio es que algunas preguntas no fueron contestadas probablemente por falta de comprensión

En otro estudio donde se trata la demanda asistencial en urgencias pediátricas, de Muñoz García *et al.* (2008) se encontraron coincidencias con esta investigación ya que:

La mayor afluencia en turno de tarde está relacionada con la disponibilidad de tiempo por parte de los padres y de los propios niños. Las principales causas de atención pediátrica urgente son las enfermedades infecciosas y los traumatismos.

La mayoría de los padres reconoció que el problema de salud de su hijo no era urgente, y un cuarto de la muestra consideró que el problema de salud por el que acudieron era muy urgente. Al respecto se encontró un estudio de Fernández Cano & Martín Carballo (2000) donde se concluye:

Las consultas urgentes suponen un importante porcentaje de las consultas, alterando la organización de las actividades diarias. Un 41,8% de los casos podía haber solicitado cita previa. Llama la atención que un 16,7% de los casos refiere acudir de urgencias por comodidad. Los menores de 6 años fueron los que más acudieron de urgencias.

La mayoría acude a Urgencias para recibir atención rápida y otros por recomendación de otras personas, solo el 1% acudió para obtener certificados,

recetas y/o indicaciones, por lo que se evidencia que independientemente de que el problema de salud sea o no urgente, el 99% de las personas acudió por un problema real de salud. En el estudio de Ochoa Gómez *et al.* (2000) se evaluaron las visitas a un servicio de urgencias hospitalarias mediante un Protocolo de Adecuación de Urgencias Hospitalarias, previamente validado. Esta investigación reflejó que el 37,9% de las visitas fueron inapropiadas y más frecuentes en la población pediátrica. Los pacientes enviados por un médico, con traumatismos o proceso quirúrgico visitaron las urgencias más adecuadamente y se concluye que la adecuación de las visitas al servicio de urgencias se relaciona con el tipo de enfermedad.

El principal factor institucional que influye en que exista una sobreutilización del servicio de urgencia está dado de cierta forma por el hecho de que se indiquen estudios siempre que el paciente acude, al menos desde la percepción de los padres. Para futuras investigaciones habría que evaluar si realmente son necesarios los estudios indicados desde el punto de vista científico. Es necesario tener en cuenta que este estudio está basado en la percepción de los padres sobre los servicios y se pretendió desde su visión,

hallar las causas que provocan sobrecarga del sistema de urgencias médicas. Por su parte; En el estudio de Lapeña López de Armentia *et al.* (1996) titulado Estudio epidemiológico de las urgencias pediátricas en un hospital general. Factores implicados en una demanda inadecuada, se expresa al respecto:

Encontramos demanda inadecuada en la urgencia al acudir durante el turno de noche, provocada por la angustia y alarma que determinados síntomas durante la noche producen en los padres y que se traduce en un deseo de resolver el problema de la manera más inmediata posible. El tiempo de evolución de los síntomas también tiene relación con la urgencia inadecuada. Así, los síntomas que llevan 1- 4 días de evolución son los que tienen mayor asociación con la inadecuación. Puede ser debido a que los procesos que llevan menos de 24 horas o más de 4 días de evolución obligan, para su mejor valoración, a una mayor realización de exámenes complementarios que no se pueden practicar en atención primaria.

No obstante, los factores que en este caso están provocando sobreutilización del servicio de urgencias están más relacionados con las políticas de salud pues los CAPS no resuelven la totalidad de las demandas de los pacientes

pediátricos provocando que estos se vean obligados a asistir al servicio de urgencias. Se señala como indicador de aceptabilidad que la atención recibida en el servicio de urgencias es por lo general buena, no así en los CAPS donde se catalogó como mala, por algunos padres.

### Conclusiones

Existe desconocimiento por parte de los padres en cuanto al horario de atención de los consultorios externos del Hospital y a los problemas que son atendidos en Urgencias. Representa una dificultad conseguir turno para consultorios externos.

El mayor porcentaje de la muestra encuestada fueron mujeres en su mayoría de 25 a 29 años.

El grupo etario de niños más representado fue el comprendido entre 1 a 6 meses y el sexo más frecuente el femenino.

Dentro de los factores institucionales en términos de accesibilidad se encontró que no guarda relación la distancia entre las viviendas y los CAPS con la

necesidad de acudir a Urgencias desde el punto de vista geográfico. La mayoría utiliza automóvil para ir al CAPS y al hospital.

En cuanto a disponibilidad se puede afirmar que las personas no asisten al CAPS principalmente por incompatibilidad con los horarios en primer lugar y en segundo lugar la disponibilidad de turnos.

En cuanto a aceptabilidad los padres consideran que en el servicio de urgencias la atención es buena.

En cuanto a la calidad de los CAPS se señala que no siempre es buena la atención.

Sobre la oferta de atención de los servicios los padres reflejan que la sobreutilización del servicio de urgencia ocurre por dificultades en cuanto a disponibilidad, accesibilidad y calidad de los CAPS.

Se identificó la accesibilidad integral a los servicios de salud de la unidad de Urgencias Pediátricas en relación a la percepción de utilización por padres de pacientes pediátricos.

### Bibliografía

Agustín, J. 2014. Manual de protocolo y actuación en urgencia. Ed. Bayer Health. Ciudad Toledo P. 102-104.

Alsic, E., Hoysted, C., Kassam-Adams, N. Landolt, M. A. 2016. Psychosocial care for injured children: Worldwide survey among hospital emergency department staff the journalof pediatrics 170 227-233

- Bengoetxea Martínez, M, 2004. Perfil del usuario de la zona ambulatoria del Servicio de Urgencias del Hospital de Galdakao, revista gaceta medica de Bilbao, volumen 101, Pg. 115-120.
- Berg, G. M., Harshbarger, J. L., Ahlers-Schmidt, C. R. & Lippoldt, D. 2016. Exposing compassion. Fatigue and burnout syndrome in a trauma team: A qualitative study. Journal of trauma nursing 23 Pg. 3-10.
- Bilkis M, Faver Gonzalez, C; Vasicek, S, Zambrano J, Albanese P, Y Carballo, F 2006. Estudio multicentrico de la urgencia pediátrica, Arch Argent pediatr Pg. 301-308.
- Butler, A., Copnell, B., & Willworts, G, 2013. Family centred care in the pediatric intensive care unit, Revista an integrative review of the literature. Journal of clinical, nursing 23, pág. 208-201
- Briceño-León, R. 2005. Las ciencias sociales de la salud. Revista Fundación polar, Pg. 17-24
- Calderón Carrillo, Daniel. 2015. Los niños como sujetos sociales: notas sobre la antropología de la infancia. Nueva antropología 28 pg. 125-140
- Comes, Yamila; Solitario, Romina; Garbus, Pamela; Mauro, Mirta; Czerniecki, Silvina; Vázquez, Andrea; Sotelo, Romelia; Stolkiner, Alicia 2006. El concepto de la accesibilidad: La perspectiva relacional entre población y servicio. Facultad de Psicología-UBA/Secretaría de investigación, disponible anuario de investigación UBA pg. 201-209
- Díaz Guerra, J, L; Pindado Gaite, L. Álvarez Álvarez, C. Cabello Leonardo, M, T., Granda Álvarez, L y Pérez Cabero M, L. 2017., Influencia del cambio demográfico en la frecuencia de urgencia hospitalaria 13 años de experiencia. Revistas anales de pediatría, Barcelona págs. 1-7,
- Fernández Cano, G.& Martín Carballo,G. 2000. Urgencias pediátricas atendidas en una consulta de atención primaria (I): análisis de la demanda. Atención Primaria, Volume 26, Issue 2.
- Florentino J, 2006. Servicio de urgencia ¿todo es urgente?, revista de pediatría, Baires, pag.182-184
- Fornes Vivas R, MustienesBellot R, Navarro Junes A, Robleso Díaz L & Carvajal Rocca E. 2017. ¿Es adecuada la utilización del Servicio de Urgencias en el periodo neonatal?
- Pediatria Atención Primaria, vol. XIX, núm. 76, pp. 301-309.
- García Riqueta, R. 2016. Urgencia o situación crítica en atención primaria. Revista sociedad de pediatría de Andalucía occidental y Extremadura, págs. 34-41
- Hsiao, P. R., Redley, B., Hsiao, Y. -C.; Lin, & Lin, H. R. 2016. Family needs of critically ill patients in the emergency department international Emergency nursing N°26 pg. 15-19
- KatjaJanhunen, PaiveKankkuneny, Tarja Kvist. 2017. Percepción del personal de enfermería sobre la calidad de la atención para niños en Departamento de Urgencia, pág. 5-9,
- Martínez Jiménez J. 2000. Estudio de la demanda urgente de asistencia pediátrica en el servicio de urgencias del hospital general universitario de Guadalajara, Pg. 10-12
- Meseguer Henarejos AB, et al. 2008. Calidad percibida en la fisioterapia de atención primaria: situación y oportunidades de mejora en la atención a la cervicalgia, Pg. 68-80
- Landolt, M.A., Ystrom, E., Sennhauser, F. H. Gnehm, H. E. & Vollrath M. E. 2012, Thematual prospective influevoce of child and parental post-traumatic stress symptoms in pediatric pediatric Journal of child psychology and psychiatry 53 pág. 53-57
- Lapeña López de Armentia, Reguero Celada, García Rabanal, Gutiérrez Fernández, Abdallah& González Aparicio 1996. Titulado

- Estudio epidemiológico de las urgencias pediátricas en un hospital general. Factores implicados en una demanda inadecuada. ANALES ESPAÑOLES DE PEDIATRIA VOL. 44 Pg. 2-6.
- Lopasso, Mario Daniel 2011. La sobre utilización de los servicios de guardia en los hospitales del Conurbano Bonaerense: estudio de caso. El Hospital Equiza, Pg. 15-19
- Loscartales abril, M, 2007. Importancia de la clasificación en la atención del niño que acude a una consulta de urgencia. Revista Cuidados críticos y urgencia. Hospital Infantil HHUVR. Sevilla págs. 1-3.
- Medicine A.A et al., 2009. Medicine, american college of emergency physicians pediatric committee, emergencincy nurses asociation. Washintng D.S. and Emerrgmed. Nº 54 Pp. 543-552.
- Muñoz García, J.L., FandiñoOrgeira, J.M., Díaz Peromingo, J.A. 2008. Demanda asistencial de urgencias pediátricas atendidas en un hospital comarcal. Atención Primaria. Volume 40, Pg. 6-9
- Ochoa Gómez, J., Villar Arias, A., Ruiz Azpiazu, J.I., Bragado Blas,L., Gimeno Villa, C., Ramalle-Gómaraa, E. 2000. Visitas inapropiadas al servicio de urgencias de un hospital general. Pg. 12-16
- Organización Mundial de la Salud, 2018, Alianza para la salud de la madre, el recién nacido y el niño (ASMRN)
- Peralta Sánchez, M. 2009. Urgencia o atención inmediata: Una pequeña diferencia, Revista de pediatría de atención primaria Volumen XI Nº 44 Barcelona. Págs. 571-573,
- Pérez Polo,A. & Bartolomé Ferrero, V. 2016. Actitud y conocimiento de los padres sobre la fiebre. RevPediatri Aten Primaria vol.18 no.72 Madrid oct./dic. Pg. 42-48
- Picado Murillo, M, Castellón Acevedo E, 2015. Análisis de las consultas no urgentes en el horario matutino del servicio de emergencias del C.A.I.S. DR. Marcial Fallas Díaz, Pg. 7-8
- Piñeiro Pérez, R., Muñoz Archidonaa, C., de la Parte Canchoa, M., Mora Sitjàa, M., Hernández Martína, D., Casado Verriera, E. y Carabaño Aguado 2017. Hiperfrecuentadores en Urgencias Pediátricas: ¿es toda la culpa de los padres? Rev Pediatr Aten Primaria vol.19 no.74 Madrid abr./jun. 2017. Pg. 12-18
- Price, J., Kassam-Adams, N., Alderfer, M. A., Christofferson, J. & Kazak, A. E. 2016., Systematic review: A reevaluation and update of the integrative (Trayectomy) model of pediatric medical traumatic stress. Revista journal of pediatricpsychology 41, pág. 46-52,
- Ochoa Gómez, J., Villar Arias, A., Ruiz Azpiazu, J.I., Bragado Blas,L., Gimeno Villa, C., Ramalle-Gómaraa, E. 2000. Visitas inapropiadas al servicio de urgencias de un hospital general. Pg. 4-6
- Sánchez,Torres Diana Alejandra, et al. 2017., Accesibilidad a los servicios de salud. Debate teórico sobre determinantes e implicaciones en la política, Revista médica del instituto mexicano del seguro social Nº 25 pg. 45-52,
- Vado Velásquez, Katherine José y Sánchez Flores, Roberto Carlos. 2016. Evaluación de la adecuación de las hospitalizaciones en pacientes atendidos en el servicio de pediatría del Hospital Alemán Nicaragüense en base al protocolo de evaluación de la adecuación versión pediátrica, durante el mes de febrero del 2016. Otra thesis, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua. Pg. 104-112

# Aspectos demográficos y utilización del hábitat de las tres especies de cauquenes migratorios en el área de invernada de la provincia de Buenos Aires, Argentina

## Demographic aspects and habitat use of the three species of migratory sheldgeese in the wintering area of Buenos Aires province, Argentina

Gabriel Punta<sup>1, 2\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones en Hidrobiología, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Gales 48, (U9100CKN) Trelew, Chubut, Argentina.

<sup>2</sup> Secretaría de Pesca de la Provincia del Chubut, Avenida Libertad 279, (U9103HEC) Rawson, Chubut, Argentina.

\*gabrielpunta@gmail.com

### Resumen

En un contexto donde sus estatus de conservación son preocupantes, las evaluaciones y monitoreos de las distribuciones y tamaños poblacionales de los cauquenes migratorios sudamericanos durante la invernada pueden ser de importancia clave para su subsistencia a largo plazo. Durante la temporada invernal de 2017 recorrió 507 km para estudiar la distribución, el tamaño poblacional y de las bandadas, la asociación entre las especies y con las características ambientales del Cauquén Común *Chloephaga picta*, el Cauquén Real *C. poliocephala* y el Cauquén Colorado *C. rubidiceps* en el sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Realicé las estimaciones de las superficies ocupadas por los cauquenes utilizando un método de aprendizaje automático (Maxent). La población estimada para cada especie resultó de 292.320 individuos (rango 99.149-861.910) para *C. picta*, 121.980 (rango 32.796-453.720) para *C. poliocephala* y 1.077 para *C. rubidiceps*. El tamaño promedio de las bandadas por especie varió entre 3-319 individuos (media= 76,1, d.s.= 84,5) para *C. picta*, entre 1-288 individuos (media= 58,4, d.s.= 95,1) para *C. poliocephala* y entre 22-42 individuos (media= 32,0, d.s.= 14,1) para *C. rubidiceps*. Las asociaciones entre bandadas mostraron que las especies de menor tamaño se asociaron el 100% de los casos con las de mayor tamaño. La mayoría de las bandadas de cauquenes se hallaron en ambientes de trigo (69%) y en escasas ocasiones con presencia de ganado (6%). Dada la muy baja estimación poblacional nuevamente observada para la población continental migratoria de *C. rubidiceps*, la misma debería ser

tratada como una unidad evolutivamente significativa (ESU) para los fines de su categorización y conservación.

**Palabras clave:** *Chloephaga picta*, *Chloephaga poliocephala*, *Chloephaga rubidiceps*, estimaciones poblacionales, hábitat invernal, migración

## Abstract

In a context where their conservation status is of concern, assessments and monitoring of the distributions and population sizes of South American migratory sheldgeese during wintering may be of key importance for their long-term persistence. During the 2017 winter season I travelled 507 km to study the distribution, population and flock size, association between species and their environmental characteristics of the Upland Goose (*Chloephaga picta*), the Ashy-headed Goose (*C. poliocephala*) and the Ruddy-headed Goose (*C. rubidiceps*) in the south and southwest of Buenos Aires province, Argentina. I estimated the areas occupied by the sheldgeese using a machine learning method (Maxent). Population estimates for each species were 292,320 individuals (range 99,149–861,910) for *C. picta*, 121,980 individuals (range 32,796–453,720) for *C. poliocephala* and 1,077 individuals for *C. rubidiceps*. Average flock size per species ranged between 3–319 individuals (mean= 76.1, s.d.= 84.5) for *C. picta*, between 1–288 individuals (mean= 58.4, s.d.= 95.1) for *C. poliocephala* and between 22–42 individuals (mean= 32.0, s.d.= 14.1) for *C. rubidiceps*. Associations between flocks showed that smaller species were associated 100% of the time with larger species. The majority of sheldgeese flocks were found in wheat environments (69%) and rarely in the presence of livestock (6%). Given the continually very low population estimate for the continental migratory population of *C. rubidiceps*, this population should be treated as an Evolutionarily Significant Unit (ESU) for categorization and conservation purposes.

**Key words:** *Chloephaga picta*, *Chloephaga poliocephala*, *Chloephaga rubidiceps*, population estimates, winter habitat, migration

## Introducción

La protección y el manejo de especies en peligro requieren de un conocimiento detallado de su ecología, su historia natural, su biología poblacional y del estado de sus poblaciones. Ese conocimiento debe abarcar, entre otros temas, aspectos demográficos, de su distribución y del ambiente en el que viven (Primack, 2001). Para obtenerlo debe recurrirse en muchos casos al trabajo de campo. Los muestreos, y particularmente los monitoreos a largo plazo, de especies y poblaciones son reconocidos como importantes actividades en la conservación de la biodiversidad y en la biología de la conservación, dado que permiten distinguir entre las fluctuaciones anuales de aquellas que ocurren en el largo plazo (Magnuson, 1990, Ralph *et al.*, 1993, Marsh y Trenham, 2008).

Para el caso de los cauquenes migratorios sudamericanos, cuyas poblaciones se hallan todas en retroceso numérico (IUCN, 2016), existe una discrepancia entre su estatus global (a menudo catalogado como Preocupación Menor) y el estatus regional en Argentina, donde *C. picta* y *C. poliocephala* se consideran amenazadas y *C. rubidiceps* está en peligro crítico de extinción (MAyDS y AA, 2017). Por lo

tanto, una evaluación seguida de un monitoreo de la distribución (área y rango) y del tamaño poblacional en sus principales áreas de cría e invernada pueden ser la clave para aportar conocimiento sobre la situación actual, las tendencias poblacionales y finalmente, la estabilidad de las poblaciones de estas especies con graves problemas de conservación (Greenwood *et al.*, 1993, Brouwer *et al.*, 2003).

La caza excesiva o descontrolada es mencionada como un ejemplo clásico de una de las causas primordiales que ha llevado a la reducción dramática de los números poblacionales o directamente a la extinción de especies (Diamond, 1989, Krebs, 2009). Más aún, la cacería es mencionada como uno de los factores centrales que empujan a la extinción a las aves en los ambientes continentales y especialmente en Sudamérica en nuestros días (Butchart *et al.*, 2018). En este contexto, la caza intensiva en algunas de sus áreas de invernada ha sido señalada como uno de los factores clave que ha generado sus problemas de conservación actuales (Blanco y de la Balze, 2006, Petracci *et al.*, 2008). Baste recordar que hasta hace tan sólo unos pocos años atrás estaba permitida su persecución y cacería sin límite en la provincia de Buenos Aires, donde era

practicada o propiciada por los agricultores de la zona ya que el estado nacional los había declarado plaga (Chebez, *et al.*, 2008, Petracci *et al.*, 2016).

Dado que son migratorias, las poblaciones continentales de las tres especies de cauquenes *C. picta*, *C. poliocephala* y *C. rubidiceps* deben comportarse de manera eficiente y competitiva en diferentes ambientes. Durante la etapa de cría en zonas de estepa y precordillera localizadas al sur de Sudamérica y durante la de invernada en otras, a menudo tierras de cultivo intensivo (Jaramillo, 2005, Narosky e Izurieta, 2004, Kear, 2005, Punta, 2019, 2021). Estas últimas zonas, que para la mayor parte de sus poblaciones resultan ser de la pampa húmeda (Rodríguez Mata *et al.*, 2008, Narosky y González Táboas, 2021), presentan diferencias en la estructura de la vegetación, la disponibilidad de recursos, el clima, los competidores y los predadores respecto de las de reproducción, al igual que lo observado en gran parte de las poblaciones de gansos migratorios del mundo (Newton, 2017).

Por lo expresado, sin contar aquellos donde eventualmente realizan paradas migratorias, los cauquenes utilizan al menos dos tipos de hábitats para sobrevivir moviéndose con frecuencia a

través de diferentes zonas biogeográficas (Levey, 2005). Si cualquiera de esos ambientes en los que habitan según sea la época, es destruido, transformado o modificado de cualquier manera que genere mayores riesgos para esos individuos, su vulnerabilidad aumenta (Greenberg y Marra, 2005). Y ello es especialmente cierto en los de invernada, donde tratarán de mantenerse vivos y acceder a suficientes recursos para un rápido y temprano regreso a sus áreas de cría y así maximizar su éxito reproductivo (Moore *et al.*, 2005, Newton, 2013).

Si bien las formas de migración de los cauquenes no han sido exhaustivamente estudiadas, existen avances recientes importantes (Pedrana *et al.*, 2015, 2020, Punta, 2019). Si bien en general son reconocidas dos, la facultativa, parcial o ambiental y la obligada, completa o innata (Winkler, 2004), ninguna ha sido adjudicada a los cauquenes que pasan la invernada en el sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires. La primera es aquella en la cual los migrantes se mueven desde sus campos de cría, una distancia variable año a año, dependiendo de las condiciones ambientales (Berthold, 1984), con una parte de la población reproductiva que migra mientras otra permanece en las áreas de cría, inclusive con algunos

individuos que pueden migrar algunos años y otros no (Bell, 2004, Hockey, 2004). La segunda es en la cual los migrantes emprenden un itinerario programado, a menudo con poca influencia de las condiciones ambientales del área de cría, excepto el fotoperiodo, incluyendo virtualmente en el desplazamiento a toda la población de una especie desde sus áreas de cría a la zona de invernada (Newton, 2008).

En el presente trabajo presento información referida a aspectos de la demografía y utilización del hábitat de los cauquenes migratorios en su área principal de invernada en Argentina. Esta información incluye estimaciones poblacionales y describe la forma en que utilizaron el hábitat disponible. Adicionalmente aporto consideraciones sobre la estrategia de migración utilizada por cada una de las especies basadas en los números poblacionales y las áreas de distribución estimadas.

## Materiales y métodos

El área de invernada de los cauquenes en el sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires forma parte de la Provincia Fitogeográfica Pampeana, y de la unidad conocida como pseudoestepa de mesófitas con matorral serrano o Pampa Austral (Oyarzábal *et al.*, 2018). En esta región el uso actual del suelo está

destinado principalmente a la agricultura, donde predominan cultivos cereales, y en menor medida pasturas naturales e implantadas destinadas a la ganadería. Los terrenos en general son bajos y moderadamente ondulados con gran cantidad de cuerpos de agua de tipo lagunar. Aquí se concentra una gran producción de cultivos de invierno de Argentina, en particular trigo (*Triticum aestivum*), y en menor medida avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), centeno (*Secale cereale*) y colza (*Brassica napus*) (Moreyra *et al.*, 2014, Cantamutto *et al.*, 2016). La temperatura media anual en el área varía entre 13,5°C y 14,5°C, con el valor máximo de 24,1°C durante el mes de enero y el mínimo durante el mes de julio con 1,1°C. Las precipitaciones van desde 750 a 900 mm en promedio anual. La humedad relativa para el área estudiada fluctúa entre 61% y 78%, presentándose los mayores valores medios durante el otoño e invierno y los menores durante el verano (Carbone *et al.*, 2003).

A fin de minimizar la probabilidad del conteo repetido de individuos de cauquenes en una zona donde, hasta el presente, ocasionalmente se los ahuyenta y persigue en los ambientes donde se alimentan (Petracci e Ibáñez, 2023), traté de mantener reducido el número de días empleados en los conteos. Para ello,

transité un total de 507 km a lo largo de varias rutas (principales y secundarias) durante los días 13 al 15 de julio de 2017 entre las 10:00 y las 17:00 h (Figura 1). Efectué los muestreos recorriendo el camino en vehículo equipado con un GPS (Garmin gpsmap 76CSx), a una velocidad siempre inferior a 60 km/h. Para estimar la densidad de individuos de *C. picta* y *C. poliocephala* utilicé el método de transecto (Bibby *et al.*, 1992, Gibbons y Gregory, 2006), deteniendo el vehículo cada vez que observé cauquenes para georreferenciar su posición y determinar la distancia a la que se encontraban. Para medir las distancias usé un telémetro láser 6X21 (Hawk Endurance OLED) con un alcance de 1.500 m y una precisión de  $\pm$  1 m. Para estimar consistentemente el número de gansos empleé la técnica de conteo sucesivo. Esta prevé contar al menos dos veces los individuos hasta que el último de los conteos difiriera en

menos del 10% respecto del conteo previo (Rabinowitz, 2003, Martin y Bateson, 2007). Durante cada conteo, registré el número de individuos de cada especie, la presencia de ganado, de cuerpos de agua y el tipo y altura de la vegetación en el lugar donde se encontraban. Para el caso de *C. picta*, distinguí también el número de machos, hembras y machos de la forma blanca o barrada. Para esta última determinación definí a los machos de la forma blanca como aquellos cuyo plumaje del cuello y pecho fue total o parcialmente blanco y a los de la forma barrada como aquellos que tuvieron su cuello y pecho cubiertos totalmente con barras. Para tratar de mantener al mínimo posible cualquier disturbio conté los gansos siempre desde el interior del vehículo. En todos los conteos, utilicé binoculares 12x 42 (Nikon) y un telescopio 13-39x 50 (Opticron). Durante todo el estudio un acompañante condujo el vehículo.



**Figura 1.** Localización relativa de la provincia de Buenos Aires en Argentina y Sudamérica con indicación de la zona de estudio en el sur y sudoeste de la provincia y los tres recorridos o transectos realizados durante julio de 2017.

**Figure 1.** Relative location of Buenos Aires Province in Argentina and South America, showing the study area in the south and southwest of the province and the three transects conducted in July 2017.

Calculé las densidades de *C. picta* y *C. poliocephala*, empleando los registros obtenidos en el total de los transectos y utilizando el programa Distance Sampling, versión 7.3, Release 2 (Thomas *et al.*, 2010). Este programa se aplica frecuentemente para tratar datos obtenidos en conteos por transecto (Buckland *et al.*, 2001), modelándolos para ajustarlos a una función de probabilidad de detección. En su forma más simple, esta función asume que la detección disminuye con la distancia entre el objeto y el transecto, que todos los objetos a una distancia cero son detectados, que no se mueven hasta que se registra su posición, que las distancias

son medidas de manera precisa y que, para nuestro caso, esa distancia se toma al centro del grupo (Buckland *et al.*, 2008, 2015). Estimé la función de probabilidad de detección seleccionando dos de entre los posibles modelos (half normal y exponencial negativo), y dos de entre los posibles términos de ajuste (coseno y polinomial simple) (Southwood y Henderson, 2000). Elegí el modelo que mejor se ajustó a la distribución de las distancias perpendiculares obtenidas según el criterio de información de Akaike (AIC), donde los menores valores del Akaike indican el modelo más verosímil (Burnham y Anderson, 2002, 2004). Para

estimar la densidad (D) de *C. rubidiceps* usé el método del transecto de ancho fijo (Bibby *et al.*, 1992), empleando los registros obtenidos sobre un recorrido total de 207 km, tomando un ancho del transecto de 1000 m (500 m a cada lado del camino) y efectuando el cálculo final mediante la fórmula  $D = n/2AL$  (Henderson, 2003), donde n es el número total de individuos contados, A es el ancho del transecto y L el largo del transecto (km). En este caso no realicé correcciones por las bandadas no detectadas debido a la baja tasa de encuentros que impidió la utilización del Distance Sampling.

Para la estimación poblacional calculé la superficie de distribución de los gansos en la invernada 2017 utilizando el programa Maxent, versión 3.3.3 k octubre de 2011 (Phillips *et al.*, 2006), modelando la distribución geográfica de las tres especies de cauquenes a partir de los datos de presencias obtenidos durante los muestreos realizados y la información climática proveniente de WorldClim, versión 2.1 enero de 2020 (cuatro variables mensuales: temperaturas máxima, mínima y media y precipitación media, junto con 19 variables bioclimáticas) (Fick y Hijmans, 2017). Maxent es un método de aprendizaje automático de uso general que posee una formulación matemática

sencilla y precisa, que presenta una serie de aspectos que lo hacen idóneo para la modelización de la distribución de especies solo con datos de presencia (Franklin, 2010). Para la creación del modelo de salida escogí el formato logístico ya que el mismo es más fácil de conceptualizar porque proporciona un estimado de probabilidad de presencia de entre cero y uno (Phillips y Dudik, 2008, Phillips, 2020).

El cálculo final de la superficie de distribución de las especies lo realicé con el programa QGis, versión 3.22 Wiałowieża (QGis development team, 2021), delimitando con polígonos mínimos convexos las áreas que incluían aquellos transectos donde se observaron individuos de la especie en cuestión junto con la máxima probabilidad de ocurrencia posible. Así para *C. picta* y *C. poliocephala*, de las que se observaron individuos en los transectos 1, 2 y 3, pudo delimitarse esa área con las probabilidades de ocurrencia entre baja y alta, en tanto que para *C. rubidiceps*, de la cual se observaron individuos sólo en el transecto 2, la superficie pudo delimitarse en una zona donde las probabilidades de presencia fueron altas (IUCN, 1994, Burgman y Fox, 2003).

Para estudiar el hábitat utilizado por los cauquenes lo clasifiqué en categorías de acuerdo al tipo de vegetación observada

como así también la fisonomía y arquitectura de la misma. De esta forma agrupé los tipos de hábitat para el sur de la provincia de Buenos Aires en cinco categorías: 1) Campo arado: campo o lote recientemente laborado, sin vegetación, 2) Campo natural: campo o lote que, habiendo sido cultivado en alguna oportunidad, no evidencia signos de laboreo reciente. Presenta algún tipo de vegetación y a simple vista puede observarse una vegetación heterogénea y con alturas diversas, 3) Campo con pastura implantada: campo o lote con presencia mayoritaria de pastos (habitualmente de pocos centímetros de altura), 4) Rastrojo en pie: lote sin laboreo posterior a la cosecha y con restos del cultivo en pie y 5) Trigo: lote con cultivo casi en su totalidad de trigo y en muy menor proporción de otros cultivos de invierno. A efectos comparativos, durante los recorridos efectué muestreos sistemáticos a intervalos regulares de 15 km observando hacia cada lado del camino, hasta una distancia de 1.000 m. En estos muestreos colecté los mismos datos del hábitat que los registrados en ambientes con presencia de cauquenes. La asociación entre los cauquenes patagónico-pampeanos con el ganado doméstico, los cuerpos de agua y el tipo y altura de la vegetación, las evalué

registrando las presencias o ausencias de cada una de esas características en los sitios donde observé cauquenes y comparando esas proporciones con las obtenidas de las ocurrencias (presencias o ausencias) de ganado, cuerpos de agua y tipo y altura de la vegetación observadas en los sitios muestrados a intervalos regulares de 15 km. El tipo de vegetación, la altura y la pertenencia de cada ambiente a alguna de las categorías citadas las determiné visualmente.

Para efectuar las comparaciones referidas a la utilización y disponibilidad de elementos del hábitat empleé la prueba G (Sokal y Rohlf, 1995, McDonald, 2009), en tanto que para la referida a las proporciones de sexos usé la prueba de diferencia de proporciones (Siegel y Castellan, 1995). Los análisis de la varianza no paramétricos los realicé con la prueba de Kruskal-Wallis (Zar, 2010). Todos los análisis estadísticos los llevé a cabo utilizando la versión libre del programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2010).

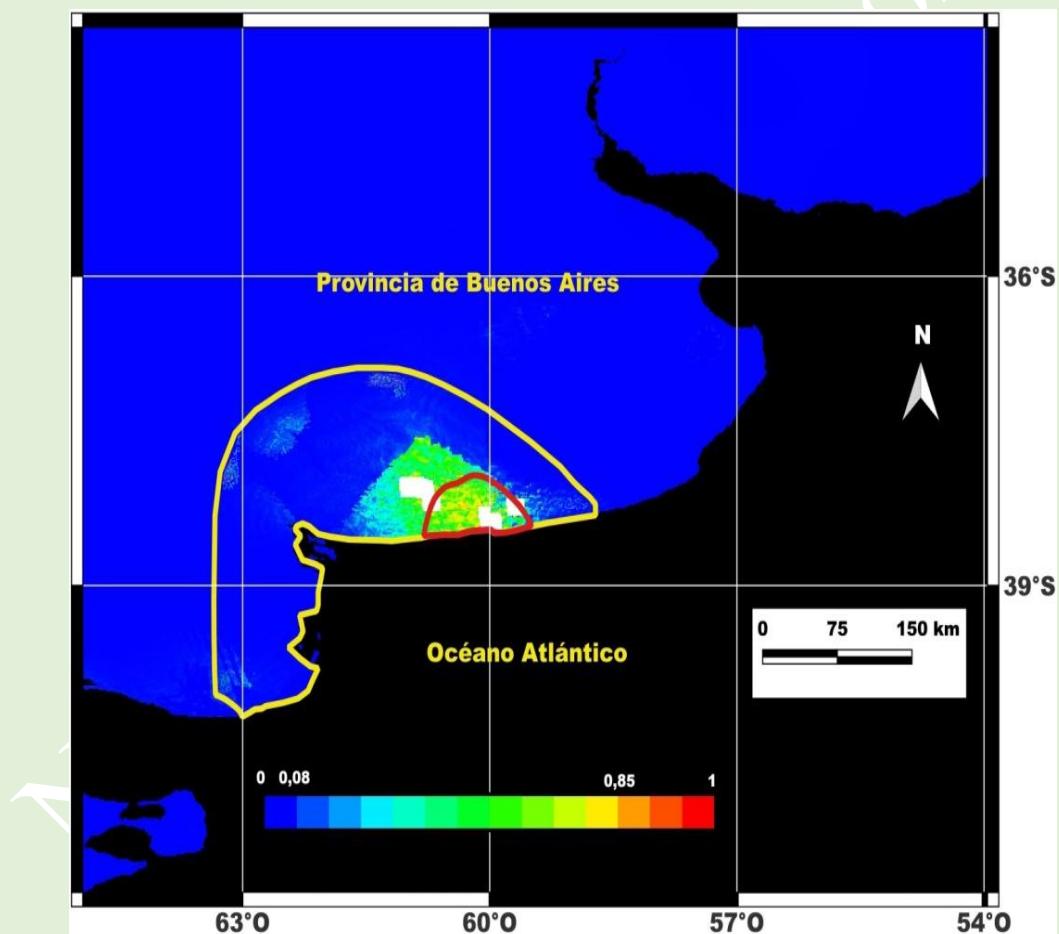
## Resultados

### Aspectos demográficos

El área de probabilidad baja a alta en la que se distribuyeron los cauquenes migratorios en el sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires fue de entre 0,08 y 1,00 y se encontró delimitada

aproximadamente por un polígono que abarca los partidos de Lobería, Necochea, Benito Juárez, Azul, Olavarría, Daireaux, Guaminí, Adolfo Alsina, Puan, Villarino y Patagones, abarcando una superficie de aproximadamente 72.000 km<sup>2</sup>. En esa área se estimó la distribución de *C. picta* y *C. poliocephala*. Dentro de la misma, que incluyó totalmente los partidos de

San Cayetano, Tres Arroyos, González Cháves y Coronel Dorrego, asigné a la alta probabilidad de distribución, de entre 0,85 y 1,00, la presencia de *C. rubidiceps*. Esa última área abarcó aproximadamente 5.000 km<sup>2</sup>. El área de probabilidad de distribución de todos los cauquenes migratorios y sus límites estimados se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Probabilidad de distribución de los cauquenes migratorios en el sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires. El polígono delimitado con línea anaranjada señala la superficie de distribución de *C. picta* y *C. poliocephala* (probabilidad de entre 0,08 y 1,00), en tanto que el polígono delimitado con la línea roja señala la superficie de distribución de *C. rubidiceps* (probabilidad de entre 0,85 y 1,00).

**Figure 2.** Probability of distribution of migratory sheldgeese in the south and southwest of Buenos Aires Province. The polygon marked by the orange line indicates the distribution area of *C. picta* and *C. poliocephala* (probability between 0.08 and 1.00), while the polygon marked by the red line indicates the distribution area of *C. rubidiceps* (probability between 0.85 and 1.00).

Mis transectos incluyeron todas las áreas de probabilidades posibles de distribución de los cauquenes (entre 0,00 y 1,00) y allí registré un total de 1.748 cauquenes, de los cuales 1.217 (69,6%) fueron *C. picta*, 467 (26,7%) *C. poliocephala* y 64 (3,7%) *C. rubidiceps*. *C. picta* fue la especie con mayor cantidad de individuos y bandadas en todos los recorridos. Su densidad resultó la más alta del grupo alcanzando los 4,06 individuos/km<sup>2</sup>, en tanto para *C. poliocephala* y *C. rubidiceps* resultó de

1,69 y 0,22 individuos/km<sup>2</sup>, respectivamente. La población estimada para cada especie resultó de 292.320 individuos (rango 99.149-861.910) para *C. picta*, 121.980 individuos (rango 32.796-453.720) para *C. poliocephala* y 1.077 individuos para *C. rubidiceps* (Tabla I). La estimación poblacional de *C. rubidiceps* se presenta sin un rango de confianza, ya que el método de transecto de ancho fijo aplicado a un único transecto no permite estimar este estadístico.

**Tabla I.** Esfuerzo de muestreo, probabilidad de ocurrencia, área de distribución, número de individuos y de bandadas, densidad y población estimada de las tres especies de cauquenes migratorios en el área de invernada de la provincia de Buenos Aires durante 2017.

**Table I.** Sampling effort, probability of occurrence, range, number of individuals and flocks, density and estimated population of the three species of migratory sheldgeese in the wintering area of Buenos Aires province during 2017.

Especies	Esfuerzo de muestreo (km)	Probabilidad de ocurrencia	Área de distribución* (km <sup>2</sup> )	Nº de individuos (Nº de bandadas)	Densidad (mín-máx, CV)	Población estimada
Cauqué Común	507	0,08-1,00	72.000	1.217 (16)	4,06 (1,38-12,0, 0,56) 0,05 (0,02-0,13, 0,48)	292.320
Cauqué Real	507		72.000	467 (8)	1,69 (0,45-6,30, 0,43) 0,03 (0,01-0,09, 0,26)	121.980
Cauqué Colorado	297	0,85 - 1,00	5.000	64 (2)	0,22	0,007

El tamaño promedio de las bandadas observadas fue de  $109,3 \pm 121,9$  individuos ( $n= 16$ ), en tanto que considerado por especies el tamaño varió entre 3-319 individuos (media= 76,1, d.s.= 84,5) para *C. picta*, entre 1-288 individuos (media= 58,4, d.s.= 95,1) para *C. poliocephala* y entre 22-42

individuos (media= 32,0, d.s.= 14,1) para *C. rubidiceps*. La distancia perpendicular media a la que observé las bandadas de cauquenes en toda el área de estudio fue  $226,2 \pm 101,6$  m (rango 45-374 m,  $n= 16$  mediciones). Para *C. picta* registré una mayor cantidad de machos ( $n= 654$ ) que de hembras ( $n= 563$ ),

aunque la proporción de machos respecto de la de hembras (54% vs. 46%, respectivamente) no difirió significativamente de una igualitaria de sexos (0,5) ( $Z= 1,4$ ,  $p= 0,08$ ). Los machos de la forma de color barrada resultaron ser el 18% ( $n= 46$ ), respecto del total de machos observados ( $n= 257$ ). Las asociaciones entre bandadas de las tres especies de cauquenes mostraron

que las especies de menor tamaño se asociaron el 100% de las ocasiones con las de mayor tamaño (*C. rubidiceps* y *C. poliocephala* con *C. picta* – la “mayor” – y *C. rubidiceps* con *C. poliocephala* – la “intermedia” –), en tanto que el resto de las asociaciones no superaron el 50% (Tabla II).

**Tabla II.** Proporciones de asociación entre bandadas de las tres especies de cauquenes migratorios en el área de invernada de la provincia de Buenos Aires durante 2017.

**Table II.** Proportions of association between flocks of the three species of migratory sheldgeese in the wintering area of Buenos Aires province during 2017.

Se asocia Especie	con <i>C. picta</i>	con <i>C. poliocephala</i>	con <i>C. rubidiceps</i>
<i>C. picta</i>	X	0,50	0,13
<i>C. poliocephala</i>	1,00	X	0,25
<i>C. rubidiceps</i>	1,00	1,00	X

### Utilización del hábitat

En el ámbito geográfico donde se llevó adelante el trabajo las bandadas de gansos no se hallaron equitativamente distribuidas en los distintos ambientes. Encontré a una amplia mayoría de ellas en ambientes de trigo (Tabla III) y ello, considerando la disponibilidad de distintos ambientes en el área estudiada (Tabla III), resultó en una asociación positiva y significativa ( $G= 47,2$ ,  $gl= 1$ ,  $p< 0,0001$ ).

En toda el área de estudio, en la gran mayoría de las oportunidades ( $> 90\%$ ),

las bandadas se observaron en los ambientes con vegetación de baja altura donde se alimentaban y en escasas ocasiones con presencia de ganado (6%). Si bien se hallaron en ambientes donde se observó agua en las proximidades en porcentaje apenas superior al 40%, esa proporción resultó significativa comparada con los ambientes con presencia de agua observados sistemáticamente en el área de estudio ( $G= 12,7$ ,  $gl= 1$ ,  $p< 0,001$ ) (Tabla III).

**Tabla III.** Ambientes con presencia o no de ganado, en proximidades o no de cuerpos de agua, sembrados con trigo o con otro tipo de vegetación y con vegetación de baja o alta en el área de invernada de los cauquenes migratorios de la provincia de Buenos Aires durante 2017.

**Table III.** Environments with or without livestock, near or far from water bodies, planted with wheat or other vegetation and with low or high vegetation in the wintering area of migratory sheldgeese in the Buenos Aires Province in 2017.

Tipo de ambiente	Con ganado	Sin ganado	Con agua	Sin agua	Trigo	Otra vegetación	Vegetación baja	Vegetación alta
	% (N)	% (N)	% (N)	% (N)	% (N)	% (N)	% (N)	% (N)
Con cauquenes	6 (1)	94 (15)	44 (7)	56 (9)	69 (11)	31 (5)	94 (15)	6 (1)
Muestreado sistemáticamente	12 (9)	88 (69)	6 (5)	94 (73)	15 (12)	85 (66)	73 (57)	27 (21)

### Discusión

Las tres especies de cauquenes se distribuyeron en una amplia zona de invernada en el sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires. No obstante, esta distribución distó mucho de acercarse a la uniformidad, ya que las probabilidades de hallar cauquenes se mostraron variables, con máximos al sur y en menor medida al sudeste de la ciudad de Tres Arroyos. Esta zona se halla casi totalmente comprendida dentro de una de las subregiones trigueras (y de otros cereales invernales) de importancia en Argentina, conocida como pampa serrana. El resto de la zona de distribución perteneció mayormente a la zona conocida como pampa semiárida sur (Abbate *et al.*, 2021).

Si bien mi estimación de la superficie total de distribución invernal de los cauquenes fue calculada por un método distinto, no resultó muy diferente de la

propuesta por Pedrana *et al.* (2018) ( $72.000 \text{ km}^2$  vs.  $93.617 \text{ km}^2$ , respectivamente). Y esta disparidad claramente puede hallarse influida por la diferencia entre la época de las invernadas y entre los años en que se realizaron los estudios. Investigaciones realizadas en otras áreas de invernada de cauquenes migratorios mostraron las variabilidades existentes en el número de cauquenes y la forma en que se distribuyen en el espacio a lo largo de un período de invernada como también las interanuales (Punta, 2019, Punta *et al.*, 2019).

Las densidades calculadas en este estudio, por medio del programa Distance Sampling, resultaron muy similares a las obtenidas por Pedrana *et al.* (2018) aplicando el mismo método ( $4,06$  vs.  $3,72$  individuos/ $\text{km}^2$  y  $1,69$  vs.  $1,62$  individuos/ $\text{km}^2$  para *C. picta* y *C. poliocephala*, respectivamente). En

cuanto a la que estimé para *C. rubidiceps*, fue bastante menor que la calculada por Blanco *et al.* (2008) (1,88 individuos/km<sup>2</sup>) pero muy semejante a la indicada por Petracci *et al.* (2019) para el mismo año (0,22 vs. 0,30 individuos/km<sup>2</sup>, respectivamente), quienes también utilizaron el método de transecto de ancho fijo.

Aunque los valores fueron diferentes, tal vez por la disparidad de fechas en que se hicieron las observaciones (julio vs. agosto, respectivamente), nuestro estudio coincidió en la escala de las proporciones de las tres especies de cauquenes con lo mostrado por Petracci *et al.* (2019) para la invernada de 2017, con *C. picta* con el mayor porcentaje de individuos, seguido por *C. poliocephala* y *C. rubidiceps*. El mismo patrón de coincidencias se observó en el tamaño promedio de las bandadas, siendo las más numerosas nuevamente las de *C. picta*, seguidas por las de *C. poliocephala* y por último las de *C. rubidiceps*, pero en este caso comparadas con el promedio de los cuatro años del estudio presentado por Petracci *et al.* (2019). El tamaño promedio de las bandadas de cauquenes observadas en Buenos Aires resultó mucho mayor que el de las registradas para la misma época y año en otros lugares de invernada. Un análisis de varianza no paramétrico

(prueba de Kruskal-Wallis) mostró que las diferencias resultaron estadísticamente significativas ( $H= 55,2$ ,  $p < 0,001$ ,  $n = 115$ ), indicando que el tamaño promedio de las bandadas de cauquenes observadas en Buenos Aires ( $109,3 \pm 121,9$ ,  $n = 16$ ) fue mucho mayor que el observado en los valles de Sarmiento ( $9,4 \pm 21,1$ ,  $n = 48$ ) e inferior del río Chubut ( $52,9 \pm 64,4$ ,  $n = 51$ ) (Punta *et al.*, 2019, Punta, G., datos inéditos).

La proporción de sexos, aunque levemente desbalanceada en favor de los machos respecto de las hembras, no se mostró distinta de un porcentaje igualitario, al igual que lo publicado por Petracci *et al.* (2019) para el mismo año 2017. La proporción de individuos machos de la forma barrada resultó idéntica a la observada para la misma fecha en el área de invernada del valle inferior del río Chubut (18% en ambas locaciones) (Punta, G., datos inéditos). Ello sugiere que ambas poblaciones en invernada provinieron en porcentajes similares de su amplio rango de distribución reproductiva. La comparación mediante una prueba de Kruskal-Wallis mostró que la distancia promedio a la que fueron observadas las bandadas resultó significativamente mayor que la registrada para las zonas de invernada de los valles de Sarmiento

( $157,8 \pm 114,8$  m, rango 29-490 m, n= 48 mediciones) e inferior del río Chubut ( $136,2 \pm 70,0$  m, rango 42-297 m, n= 51 mediciones) (Punta *et al.*, 2019, Punta, G., datos inéditos), durante ese mismo mes y año ( $H= 9,1$ ,  $p= 0,01$ , n= 115). Ello podría obedecer a un mayor disturbio o persecución por parte de seres humanos sobre los cauquenes en el área bonaerense (Wingfield *et al.*, 1998), como se ha visto que ocurre en otras especies de gansos en invernada (Madsen, 1995). La asociación entre bandadas de distintas especies parece seguir el patrón propuesto por Beauchamp (2014), donde las especies no líderes se asocian con las líderes en más del 50% de las ocasiones. En mis observaciones *C. poliocephala* y *C. rubidiceps* se asociaron de esa manera con *C. picta* y además *C. rubidiceps* se asoció con *C. poliocephala* de la misma forma.

La preferencia de los cauquenes migratorios por alimentarse en ambientes con pequeñas plantas de trigo, observada en este estudio durante julio de 2017, se mantuvo con similar intensidad en agosto (Petracci *et al.*, 2019). Como se mencionó anteriormente, las hojas de los cereales – especialmente las de trigo–, ricas en nutrientes, constituyen una parte esencial de la dieta de todas las especies de

gansos británicos y representan una fracción sustancial de la misma, al menos durante algunos meses del año (Newton, 2017).

Mi estimación de la población de *C. rubidiceps* en invernada, de poco más de 1.000 individuos, indica que prácticamente toda su población de las áreas de cría (excepto la de Malvinas) migra desde sus campos de cría en la región más austral del continente americano, incluyendo la zona norte de la isla grande de Tierra del Fuego, para concentrarse en un área relativamente pequeña, ubicada a miles de kilómetros de distancia, en la provincia de Buenos Aires.

Además, la migración que emprende se encuentra caracterizada por la consistencia anual en el momento de inicio (mediada por el fotoperíodo) la dirección y la distancia del movimiento (Petracci e Ibáñez, 2023). Todas estas características definen un modo de migración obligado o completo (innato). Por el contrario, el total poblacional estimado para *C. picta*, en esta área de invernada, de poco menos de 300.000 individuos, muestra que no toda su población migra, aun contando aquella porción que pasa la invernada en otras áreas (Punta, 2019, Punta *et al.*, 2019). Ello implica que ciertos individuos de la población migran y otros no, incluso con

algunos que migran unos años y otros no, mostrando también flexibilidad en las épocas y rutas migratorias (Pedrana *et al.*, 2018). Estas características definen un modo de migración facultativo, parcial o ambiental, el cual es visto como influido principalmente por las condiciones ambientales, especialmente, aunque no exclusivamente, por la disponibilidad de alimento (Hockey, 2004).

El caso de la migración de *C. poliocephala* no es completamente claro, ya que, si bien la gran mayoría de la población pasa la invernada en el sur y sudoeste de la provincia de Buenos Aires, existen otras áreas de invernada como por ejemplo el valle de Trevelin en Chubut y San Martín de los Andes en Neuquén (Punta, G., datos inéditos) y estuarios del sur de Chile (Couve y Vidal, 2003). Por lo tanto, para definir su modo de migración claramente resta obtener información.

Finalmente, mi estudio expone nuevamente una estimación extremadamente baja para la población continental migratoria de *C. rubidiceps*, la cual, independientemente de los

estudios restantes para confirmar su diferenciación de la población insular residente de Malvinas, debería ser tratada como una unidad evolutivamente significativa (ESU) y reclasificar de forma inmediata su status de conservación internacional en consecuencia.

### Agradecimientos

Deseo agradecer a mi querido hermano José Luis Punta, por acompañarme y ayudarme durante todo el trabajo de campo. Abrazo de corazón Pepe. A Guillermo Caille y Sandra Rivera por la lectura crítica del manuscrito y sus siempre útiles sugerencias. Al Secretario de Pesca de la provincia del Chubut, Gabriel Aguilar, por su incondicional apoyo para que este trabajo sea una realidad. Al señor Manuel Risso y su señora esposa Margarita por su hospitalidad en la hermosa estancia de su propiedad “Los Mirasoles”, al igual que a sus señores padres Manolo y Yolanda en Tres Arroyos. Finalmente, a Susana Risso y su esposo Roque Silva. ¡Nos quedó pendiente uno sin humo Negrito!

### Bibliografía

- Abbate, P.E., D.J. Miralles & A.H.M. Ballesteros. 2021. Mapa de subregiones trigueras

argentinas y de otros cereales invernales 2021. Documento PDF. INASE.

- Beauchamp, G. 2014. Social predation: how group living benefits predators and prey. Elsevier, London. UK.
- Bell, C.P. 2004. Inter and intrapopulation migration patterns. Ideas, evidence and research priorities. Pp. 41–52. En: Greenberg, R. & P.P. Marra (Eds). Birds of Two Worlds: The ecology and evolution of migration. The John Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Berthold, P. 1984. The control of partial migration in birds: a review. Ring 10: 253–265.
- Bibby, C.J., N.D. Burgess & D.A. Hill. 1992. Bird Census Techniques. Academic Press Ltd., London, UK.
- Blanco, D.E. & V.M. de la Balze. 2006. Harvest of migratory geese (*Chloephaga spp.*) in Argentina: an overview of the present situation. Pp. 870–873. En: Boere, G.C., C.A. Galbraith & D.A. Stroud (Eds). Waterbirds around the world. A global overview of the conservation, management and research of the world's waterbird flyways. The Stationery Office. Edimburgo, UK.
- Blanco, D.E., V.M. de la Balze & B. López-Lanús. 2008. Situación actual y propuesta de acciones para la conservación del Cauquén Colorado y otras especies de cauquenes o “avutardas” en el sur de la provincia de Buenos Aires. Informe Wetlands International/Fundación Humedales.
- Brouwer, J., N.E. Baker & B. Trolliet. 2003. Estimating bird population sizes and trends: what are the hard data, what are the unavoidable assumptions? A plea for good documentation. Wader Study Group Bull. 100: 197–201.
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burnham, J.L. Laake, D.L. Borchers & L. Thomas. 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford. UK.
- Buckland, S.T., S.J. Marsden & R.E. Green. 2008. Estimating bird abundance: making methods work. Bird Conservation International 18: 91–108.
- Buckland, S.T., E. Rextad, T.A. Marques & C.S. Oedekoven. 2015. Distance sampling: methods and applications. Methods in statistical ecology. Springer International Publishing.
- Burgman, M.A. & J.C. Fox. 2003. Bias in species range estimates from minimum convex polygons: implications for conservation and options for improved planning. Animal Conservation 6: 19–28.
- Burnham, K.P. & D.R. Anderson (Eds). 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. Springer-Verlag, New York. USA.
- Burnham, K.P. & D.R. Anderson. 2004. Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. Sociological Methods & Research, 33: 261–304.
- Butchart, S.H., S. Lowe, R.W. Martin, A. Symes, J.R. Westrip & H. Wheatley. 2018. Which bird species have gone extinct? A novel quantitative classification approach. Biological Conservation 227: 9–18.
- Cantamutto, M., C. Bertucci & D. Huarte (compiladores). 2016. El trigo en el sudoeste bonaerense. INTA. Ministerio de agroindustria. Argentina.
- Carbone, M.E., M.C. Píccolo & G.M.E. Perillo. 2003. Caracterización climática de la cuenca del arroyo Claromecó, Argentina. Papeles de geografía: 41–60.
- Chebez, J.C., D. Blanco, M. Rumboll & S. Imberti. 2008. Cauquén colorado. En: Chebez, J.C. (Ed.). Los que se van. Fauna argentina amenazada. Pp. 148–155. Editorial Albatros, Buenos Aires. Argentina.

- Couve E. & C. Vidal. 2003. Birds of Patagonia, Tierra del Fuego & Antarctic Peninsula, the Falkland Islands & South Georgia. Editorial Fantástico Sur Birding Ltda., Punta Arenas. Chile.
- Diamond, J. 1989. Overview of recent extinctions. Pp. 37–41. En: Western, D. & M. Pearl (Eds). Conservation for the Twenty-first Century. Oxford University Press., New York. USA.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada & C.W. Robledo. 2010. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Fick, S.E. & R.J. Hijmans. 2017. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 37: 4302-4315.
- Franklin, J. 2010. Mapping species distributions: spatial inference and prediction. Cambridge University Press, Cambridge. UK.
- Gibbons, D. W. & R. D. Gregory. 2006. Birds. Pp.308–344. En: Sutherland, W. (Ed) Ecological Census Techniques: a Handbook. Cambridge University Press, Cambridge. UK.
- Greenberg, R. & P.P. Marra. 2005 (Eds). Birds of Two Worlds: The ecology and evolution of migration. The John Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Greenwood, J.J.D., S.R. Baillie, H.Q.P. Crick, J.H. Marchant & W.J. Peach. 1993. Integrated population monitoring: Detecting the effects of diverse changes. Pp. 267–342. En: Furness, R.W. & J.J.D. Greenwood (Eds). Birds as monitors of environmental change. Chapman and Hall, London. UK.
- Henderson, P.A. 2003. Practical methods in ecology. Blackwell Publishing, Oxford. UK.
- Hockey, P.A.R. 2004. Predicting migratory behavior in landbirds. Pp. 53–62. En: Greenberg, R. & P.P. Marra (Eds). Birds of Two Worlds: The ecology and evolution of migration. The John Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Jaramillo, A. 2005. Aves de Chile. Ediciones Lynx, Barcelona. España.
- Kear, J. 2005. Ducks, geese and swans. Oxford University Press, Oxford. UK.
- Krebs, C.J. 2009. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Benjamin Cummings, San Francisco. USA.
- Levey, D.J. 2005. Overview. Pp. 65–66. En: Greenberg, R. & P.P. Marra (Eds). Birds of Two Worlds: The ecology and evolution of migration. The John Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Madsen, J. 1995. Impacts of disturbance on migratory waterfowl. Ibis 137: S67–S74.
- Magnuson, J.J. 1990. Long-term ecological research and the invisible present. BioScience 40: 495-501.
- Marsh, D.M. & P.C. Trenham. 2008. Tracking current trends in plant and animal population monitoring. Conservation Biology 22: 647–655.
- Martin, P. & P. Bateson. 2007. Measuring behaviour. An introductory guide. Cambridge University Press, Cambridge. UK.
- MAyDS & AA. (2017). Categorización de las Aves de la Argentina (2015). Buenos Aires: Informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y de Aves Argentinas, Buenos Aires. Argentina.
- McDonald, J.H. 2009. Handbook of Biological Statistics. Sparky House Publishing, Baltimore. Maryland. USA.
- Moore, F.R., R.J. Smith & R. Sandberg. 2005. Stopover ecology, of intercontinental migrants. En route problems and consequences for reproductive performance. Pp. 251–261. En:

- Greenberg, R. & P.P. Marra (Eds). Birds of Two Worlds: The ecology and evolution of migration. The John Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Moreyra, F., F. Giménez, J.R. López, E. Tranier, M.R. Ortellado, H. Krüger, A. Mayo & F. Labarthe. 2014. Verdeos de invierno: utilización de verdeos de invierno en planteos ganaderos del sudoeste bonaerense. Ediciones INTA, Bordenave, Buenos Aires. Argentina.
- Narosky, T. & D. Izurieta. 2004. Aves de Patagonia y Antártida. Vázquez Mazzini, Buenos Aires. Argentina.
- Narosky, T. & F. González Táboas. 2021. Aves de la Provincia de Buenos Aires: guía de campo, Ecoval Ediciones. Córdoba.
- Newton, I. 2008. The migration ecology of birds. Academic Press, London. UK.
- Newton, I. 2013. Bird populations. Harper Collins Publishers, London. UK.
- Newton, I. 2017. Farming and birds. Harper Collins, London. UK.
- Oyarzábal, M., J. Clavijo, L. Oakley, F. Biganzoli, P. Tognetti, I. Barberis, H.M. Maturo, R. Aragón, P.I. Campanello, D. Prado, M. Oesterheld & R.J.C. León. 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. Ecología Austral 28: 040–063.
- Pedrana, J., J.P. Seco Pon, J.P. Isacch, A. Leiss, P.O. Rojas, G. Castresana, J. Calvo, L. Bernad, S.D. Muñoz, N.O. Maceira & K. Pütz. 2015. First insights into the migration pattern of an Upland Goose (*Chloephaga picta*) based on satellite tracking. Ornitología Neotropical: 245–253.
- Pedrana, J., L. Bernad, J.N. Bernardos, J.P. Seco Pon, J.P. Isacch, S.D. Muñoz & N.O. Maceira. 2018: Winter population size estimations of three migratory sheldgeese in the southern pampas, Argentina. Waterbirds 41: 16–21.
- Pedrana, J.; K. Pütz, L. Bernad, S.D. Muñoz, A. Gorosábel, G. Castresana, A. Leiss & J.P. Seco Pon. 2020. Spatial and temporal variation in the migration of Ruddy-headed Goose in southern South America using satellite tagging. Bird Conservation International: 1–15.
- Petracci, P.F., H. Ibáñez, A. Scorolli, N. Cozzani, D. Blanco, V. de la Balze, D. Forcelli, S. Goldfeder, D. Mac Lean, M. Carrizo, M. Zamorano, J. Cereghetti, R. Sarriá & J. Veiga. 2008. Monitoreo poblacional de cauquenes migratorios (*Chloephaga spp.*) en las provincias de Buenos Aires y Río Negro: Una actualización sobre su estado crítico de conservación. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Buenos Aires. Argentina.
- Petracci, P.F., S.M. Zalba, V. Delhey & C.A. Darrieu. 2016. Efecto del pastoreo por el Cauquén Común (*Chloephaga picta*) en cultivos de trigo (*Triticum durum*). Ornitología Neotropical 27: 169–180.
- Petracci, P.F.; L. Marbán, H. Ibáñez, J. Meriggi, J. Cereghetti, C. Klimaitis, J. Aguirre, R. Baigún, R. Sarria, M. León, M.E. Bravo, M. Amorós, R. Dosio, L. Grabosqui, F. Hartmann, M. Figueroa, P. Malmoria, R. Bahía, R. Tejerina, J. Klimaitis, W. Prado, M. Dolsan, B. Federico, P. Castro, A. Jones, S. Rivera, F. Hollmann, L. Catrín, M. Rizzutti, J.C. Inostrosa & C. Pardo. 2019. Monitoreo Poblacional de Cauquenes Migratorios (*Chloephaga spp.*) en áreas de invernada de las provincias de Buenos Aires, La Pampa, Río Negro y Chubut, Argentina. Temporadas migratorias 2015 a 2018. Informe Técnico.
- Petracci, P. & H.V. Ibáñez. 2023. Cauquén Colorado (*Chloephaga rubidiceps*). En: Dalia, A.V., V. Bauni, M. Homberg & A. Giacchino (Eds). Dos décadas de trabajo con especies

- amenazadas de la Argentina. Fundación de historia natural Azara.
- Phillips, S. J. 2020. "A Brief Tutorial on Maxent. Disponible en: [http://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/Maxent/](http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/Maxent/)
- Phillips, S.J., R.P. Anderson & R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231–259.
- Phillips, S.J. & M. Dudik. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography 31: 161–175.
- Primack, R. 2001. Aplicaciones de la biología de poblaciones. Pp. 385–404. En: Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. Fondo de cultura económica, México D.F. México.
- Punta, G. 2019. Aspectos de la ecología poblacional, utilización del hábitat, ecología alimentaria, conectividad migratoria y conservación de los cauquenes en el valle inferior del río Chubut. Naturalia Patagónica 13: 1–177.
- Punta, G., M.S. Feijóo, E. Laztra, J.R.C. Saravia, G. Murga, S. Pérez Gallo & M. Ricci. 2019. Aspectos de la ecología poblacional, utilización del hábitat, dieta y conservación de los cauquenes en el valle de Sarmiento. Informe final inédito. Universidad nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Comodoro Rivadavia. Argentina.
- Punta, G. 2021. Aspectos demográficos y asociación con el ganado de tres especies de gansos patagónicos a fines de la temporada reproductiva en la región de Magallanes, Chile austral. Revista Chilena de Ornitología 27: 9–20.
- QGis development team, 2021. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponible en: <http://qgis.osgeo.org>
- Rabinowitz, A. 2003. Manual de capacitación para la investigación de campo y la conservación de la vida silvestre. WCS-FAN, Santa Cruz. Bolivia.
- Ralph, C.J., G.R. Geupel, P. Pyle, T.E. Martin & D.F. DeSante. 1993. Handbook of field methods for monitoring landbirds. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-144-www. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- Rodríguez Mata, J., F. Erize & M. Rumboll. 2008. Aves de Sudamérica. Guía de Campo Collins. Harper Collins Publishers, Buenos Aires. Argentina.
- Siegel, S. & N.J. Castellan. 1995. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Trillas, México D.F. México.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1995. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. W. H. Freeman & Company, New York. USA.
- Southwood, T.R.E. & P.A. Henderson. 2000. Ecological methods. Blackwell Science Ltd., Oxford. UK.
- Thomas, L., S.T. Buckland, E.A. Rexstad, J.L. Laake, S. Strindberg, S.L. Hedley, J.R.B. Bishop, T.A. Marques & K.P. Burnham. 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. Journal of Applied Ecology 47: 5–14.
- IUCN. 1994. IUCN Red List Categories. Gland, Switzerland: International Union for the Conservation of Nature, Species Survival Commission.
- IUCN. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org>

- Wingfield, J.C., D.L. Maney, C.W. Breuner, J.D. Jacobs, S. Lynn, M. Ramenofsky & R.D. Richardson. 1998. Ecological Bases of Hormone-Behavior Interactions: The “Emergency Life History Stage”. Amer. Zool. 38:191–206.
- Winkler, D.W. 2004. How do migration and dispersal interact? Pp. 401–413. En: Greenberg, R. & P.P. Marra (Eds). *Birds of Two Worlds: The ecology and evolution of migration*. The John Hopkins University Press, Baltimore. USA.
- Zar, J.H. 2010. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Nueva Jersey. USA.

NATURALIA Patagónica

## Estudio ficoquímico y bioactividad de dos especies de Chlorophyta del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina

## Phycochemical and bioactivity study of two species of Chlorophyta from Golfo San Jorge, Patagonia Argentina

Analía Verónica Uhrich<sup>1\*</sup>, Clarisa Jordana Mrla<sup>2</sup>, Osvaldo León Córdoba<sup>3</sup>, María Luján Flores<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Farmacología II, <sup>3</sup>Química Biológica II y <sup>4</sup>Farmacognosia. GQBMRNP y LACROMI-AAI, Centro Regional de Investigación y Desarrollo Científico Tecnológico (CRIDECIT); Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Km 4, s/N°, Comodoro Rivadavia, 9000, Chubut, Argentina. <sup>2</sup>Gob. Chubut, Argentina.

E-mail: \*auhrich2001@yahoo.com

### Resumen

Las Chlorophyta incluyen diversas macroalgas de interés en salud. Para este trabajo se seleccionaron las especies *Ulva rigida* C. Agardh y *Enteromorpha compressa* L. (Ulvaceae) presentes en las costas de la región central del Golfo San Jorge, a fin de investigar la potencialidad terapéutica y caracterizar los principales grupos químicos responsables de las propiedades biofarmacológicas determinadas. Se colectaron en playas con y sin contaminación antrópica; se secaron, molieron y extrajeron con etanol. Los extractos se fraccionaron mediante solventes de distinta polaridad. Cada fracción fue caracterizada mediante reacciones químicas cualitativas. La actividad biológica se analizó mediante los ensayos de inhibición de la elongación radicular, actividad antioxidante y antibacteriana. Ambas especies de algas verdes evidenciaron flavonoides, otros polifenoles, lípidos, carbohidratos y esteroides. La inhibición del desarrollo radicular, que presume una posible actividad antitumoral resultó importante en ambas especies estudiadas. La actividad antioxidante solo fue significativa en *Enteromorpha compressa* L.; la actividad antibacteriana resultó negativa en ambas especies estudiadas. Estos resultados constituyen una contribución al conocimiento de las algas estudiadas, evidenciando su potencialidad como fuente rica de moléculas bioactivas, en particular como antitumorales.

**Palabras claves:** *Ulva rigida*, *Enteromorpha compressa*, metabolitos, bioactividad

## Abstract

*Chlorophyta* includes various macroalgae of interest in health. For this work, the species *Ulva rigida* C. Agardh and *Enteromorpha compressa* L. (Ulvaceae) present on the coasts of the central region of the Golfo San Jorge were selected, in order to investigate the therapeutic potential and characterize the main chemical groups responsible for the determined biopharmacological properties. They were collected on beaches with and without anthropic pollution; they were dried, ground and extracted with ethanol. The extracts were fractionated using solvents of different polarity. Each fraction was characterized by qualitative chemical reactions. The biological activity was analyzed by assays of root elongation inhibition, antioxidant and antibacterial activity. Both species of green algae showed flavonoids, other polyphenols, lipids, carbohydrates and steroids. The inhibition of root development, which presumes a possible antitumor activity was important in both species studied. The antioxidant activity was only significant in *Enteromorpha compressa* L.; the antibacterial activity was negative in both species studied. These results constitute a contribution to the knowledge of the algae studied demonstrating their potential as a rich source of bioactive molecules, particularly as antitumor agents.

**Keywords:** *Ulva rigida*, *Enteromorpha compressa*, metabolites, bioactivity

## Introducción

Las algas marinas constituyen una fuente inagotable de exploración, convirtiéndolas en uno de los recursos de mayor potencialidad para la obtención de productos de interés en salud. Son cada vez más las publicaciones científicas que describen a las macroalgas marinas como fuente de sustancias con estructuras novedosas y diferentes actividades biológicas (Mayer et al., 2022; Shanon y Abu-Ghannam, 2016;

Pandey, 2016). En particular, diversos metabolitos primarios y secundarios biosintetizados por estos organismos han demostrado una amplia variedad de actividades biológicas (Mayer et al., 2021; Vairappan et al., 2001). Entre los más importantes que han sido aislados e identificados se destacan polisacáridos, fenoles, lípidos, pigmentos, péptidos y proteínas (Ganesan et al., 2019).

La División *Chlorophyta* incluye diversas macroalgas de interés en salud.

Productos provenientes de algunas especies han demostrado propiedades medicinales interesantes (El Gamal, 2010). Si bien el uso de algas marinas en la medicina tradicional es menos conocido que el uso de plantas terrestres, existen registros en la antigua literatura china acerca del empleo de algas marinas como medicinales antes del 2000 AC (Stirk1 et al., 2003).

*Ulva* y *Enteromorpha* (Ulvaceae) son géneros abundantes en las costas patagónicas argentinas. Poseen una amplia distribución mundial, sin embargo, poco se conoce en cuanto a la composición química y actividad biológica de las especies que habitan nuestra región; menos aún, que relacionen estos aspectos con los usos tradicionales de las especies.

Existen descripciones acerca del uso de especies de *Ulva* en la medicina tradicional oriental (Zeng y Zhang, 1984), y también ha sido descripto que los pueblos originarios de la Patagonia Argentina (Tehuelches) y de Chile (Mapuches), utilizaban especies de *Ulva* a las que llamaban luga luga, para las inflamaciones internas, la gota y las escrófulas (Wilhelm de Mösbach, 1992). Además, algunas especies de *Ulva* han sido mencionadas en la prevención del desarrollo de tumores. También existen descripciones de *Enteromorpha* en la

medicina tradicional china, atribuyéndole propiedades anticancerígenas, antiinflamatorias y antibacterianas (Huang et al., 2022).

Las costas patagónicas de la República Argentina presentan una gran diversidad algal. El Golfo San Jorge posee características particulares dada su ubicación geográfica, mostrando zonas con impacto antrópico, además de la presencia de hidrocarburos.

Teniendo en cuenta los aspectos señalados, se seleccionaron las especies de Chlorophyta *Ulva rigida* C. Agardh y *Enteromorpha compressa* L. presentes en las costas de la región central del Golfo San Jorge, a fin de investigar la potencialidad terapéutica y caracterizar los principales grupos químicos responsables de las propiedades biofarmacológicas determinadas.

## Materiales y Métodos

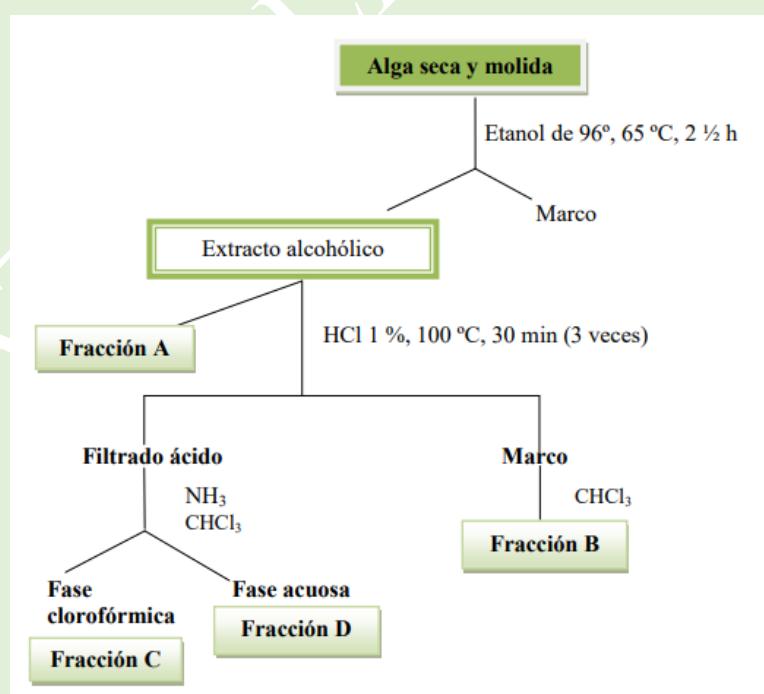
### Colecta del material algal y área de estudio

Las algas se colectaron de forma manual durante la estación primavera en el intermareal de dos playas situadas en la zona central del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina: Punta Borja, con fuerte contaminación antrópica ( $45^{\circ} 52'S$ ,  $67^{\circ} 28'W$ ), y Punta Maqueda, libre de contaminación antrópica ( $46^{\circ} 01'S$ ,  $67^{\circ} 35'W$ ). Los ejemplares se limpiaron

manualmente para eliminar restos de arena, epífitas y fauna acompañante. Para la clasificación, se emplearon las claves de identificación sistemática (Boraso, 2013). Una muestra de cada especie de cada colecta se depositó en el Herbario Regional Patagónico (Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco) bajo los números de registro 7086 para *Ulva rigida* y 7868 para *Enteromorpha compressa*. El resto del material colectado fue secado a temperatura ambiente, bajo techo y al abrigo de la luz, reducido a polvo en un molinillo de paletas provisto de un tamiz de malla 20 y pesado.

**Preparación de los extractos y caracterización ficoquímica**

El material algal correspondiente a cada especie, secado y reducido a polvo, fue sometido a una extracción con etanol de 96° durante dos horas y media, a 65 °C en un baño de agua termostatizado. Los extractos crudos fueron fraccionados mediante cambios de pH y partición con un solvente de menor polaridad (cloroformo), obteniéndose distintas fracciones (Figura 1). Todas las fracciones obtenidas fueron analizadas mediante reacciones cualitativas usuales de identificación de grupos químicos (Harborne, 1991).



**Figura 1.** Obtención y fraccionamiento de los extractos etanólicos de *Ulva rigida* y *Enteromorpha compressa* colectadas en primavera en playas de la región central del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.  
**Figure 1.** Obtaining and fractionation of the ethanolic extracts of *Ulva rigida* and *Enteromorpha compressa* collected in spring on beaches of the central region of Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.

### Ensayos de actividad biológica

- Determinación de la inhibición de la elongación de las raíces de trigo, actividad que presume actividad antitumoral: se realizó empleando semillas de *Triticum sativum* var. Klein pegaso, de acuerdo a la metodología descripta por Desmarchelier et al. (1995).
- Determinación de actividad antioxidante: se utilizó el método de inhibición del DPPH (radical 2,2-difenil-1-picrilhidracilo), descripto por Koleva et al. (2002).
- Actividad antibacteriana: se trabajó con soluciones de cada extracto de concentración final de 250 µg/ml, utilizando como solvente etanol al 70 %. Las cepas utilizadas fueron *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Sthaphylococcus aureus* (ATCC 29213) y *Escherichia coli* (ATCC 25922). Se empleó el medio de cultivo Antibiótico N° 1; como control negativo, etanol al 70 % y como control positivo, una solución de estreptomicina de 10 mg/ml. El método usado fue difusión en ágar (Martinez et al., 1997).

### Resultados y Discusión

La División Chlorophyta comprende diversos géneros abundantes y relativamente fáciles de colectar; sin embargo, su química es aún poco conocida en diversas regiones, tal como ocurre en la Patagonia Argentina. Para estas algas se han descripto mucho menos compuestos que para las algas rojas (Rhodophyta) y pardas (Phaeophyta) (Silva et al., 2013). A fin de determinar los principales grupos químicos presentes en las especies colectadas en primavera en las playas Punta Maqueda y Punta Borja, se realizó un screening químico.

Tal como se observa en la Tabla 1, el screening químico efectuado evidenció la presencia de una amplia variabilidad de metabolitos siendo flavonoides, polifenoles, hidratos de carbono, lípidos y esteroides los principales grupos químicos presentes en ambas especies de ambas playas.

Los flavonoides se encuentran ampliamente distribuidos y estudiados en las plantas terrestres, no así en algas (Cotas et al., 2020). Existen estudios que describen la presencia de flavonoides en distintas especies de algas marinas (Yoshie et al., 2002; Yoshie et al., 2003; Zeng et al., 2001). En los últimos años,

se han incrementado los estudios sobre flavonoides y otros compuestos fenólicos en algas debido a sus potenciales propiedades bioactivas (Fernando et al. 2022; Palaniyappan et al. 2023; Sadeghi et al. 2024). Nuestros resultados constituyen entonces un nuevo aporte a la presencia de sustancias de naturaleza flavonoide en algas marinas patagónicas, en particular en especies de *Ulva* y *Enteromorpha*.

Los polifenoles son un grupo de compuestos con una importante variabilidad de actividades biológicas. Estas sustancias juegan un papel importante en la defensa celular de las algas frente a situaciones de estrés abiótico y biótico. Diversos estudios han informado sobre el efecto protector que ejercen los compuestos fenólicos sobre los talos de las algas, contra la fotodestrucción por la radiación UV (Connan et al., 2006). Los hidratos de carbono son componentes primarios de importancia fundamental del metabolismo ya que aportan la energía

necesaria para la respiración y otros procesos metabólicos; representan en conjunto con los lípidos, los grupos químicos más importantes de la biomasa algal. En particular, en las algas verdes, los principales polisacáridos presentes son los ulvanos, localizados en la pared celular, los cuales cumplen funciones estructurales y han demostrado poseer propiedades bioactivas (Hentati et al., 2020).

En cuanto a los esteroides, han sido descriptos como constituyentes comunes en las algas y existen estudios que han identificado la presencia de esteroides en *Ulva*, sugiriendo su posible contribución a las propiedades farmacológicas de estas algas verdes (Ktari, 2017).

En ningún caso se detectaron triterpenos, cardenólidos, leucoantocianidinas ni alcaloides. De todos los grupos químicos hallados, las quinonas fueron las que manifestaron marcadas diferencias entre especie; solo fueron detectadas en *Ulva rigida* colectada en Punta Maqueda.

**Tabla 1.** Resultados del análisis ficoquímico de *Ulva rigida* y *Enteromorpha compressa* colectadas en primavera en playas de la región central del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.**Table 1.** Results of the phycochemical analysis of *Ulva rigida* and *Enteromorpha compressa* collected in spring on beaches of the central region of Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.

Grupo químico de Metabolitos	<i>Ulva rigida</i>		<i>Enteromorpha compressa</i>	
	Punta Maqueda	Punta Borja	Punta Maqueda	Punta Borja
Flavonoides	+	+	+	+
Polifenoles	+	+	+	+
Lípidos	+	+	+	+
Hidratos de carbono	+	+	+	+
Esteroides	+	+	+	+
Antraquinonas	+	+/-	-	-
Alcaloides	-	-	-	-

A fin de evaluar los extractos de *Ulva* y *Enteromorpha* como posibles fuentes de moléculas bioactivas, se llevaron a cabo diversos bioensayos.

Las algas marinas constituyen una importante fuente metabolitos que han mostrado promisorias actividades antitumorales (Blunt et al., 2006). El ensayo de inhibición del crecimiento radicular, constituye un bioensayo primario de citotoxicidad, el cual predice una posible actividad antitumoral. Como puede apreciarse en los resultados obtenidos que se muestran en la Tabla 2, todas las muestras mostraron efecto inhibitorio del desarrollo radicular a las concentraciones ensayadas, sin diferencias entre el ambiente marino de muestreo. La mayor actividad se observó en las diluciones del extracto

perteneciente a *Ulva rigida* colectada en Punta Maqueda, destacándose que a la concentración de 0,05 %, produjo una inhibición de casi el 50 % (49,2 %), llegando al 86,6 % en la dilución de 0,5 %. Resultó llamativo el comportamiento de los extractos de *E. compressa* de ambas playas en estudio. Como se observa en los resultados, mayores concentraciones de los extractos resultaron inhibir menos el desarrollo radicular, si bien no fueron muy diferentes los resultados obtenidos con ambas diluciones. Resulta evidente que existe actividad, indicada además porque en el caso del extracto al 0,5 % de *E. compressa* de Pta. Maqueda, se observó la producción de engrosamiento apical semejante a lo provocado por la Vinblastina (control positivo). No

obstante, para esta especie la actividad no fue dependiente de la dosis utilizada,

lo cual marca una diferencia importante con lo ocurrido con *U. rigida*.

**Tabla 2.** Efecto sobre el desarrollo radicular de distintas concentraciones de los extractos etanólicos de *Ulva rigida* y *Enteromorpha compressa* colectadas en primavera en playas de la región central del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.

**Table 2.** Effect on root development of different concentrations of ethanolic extracts of *Ulva rigida* and *Enteromorpha compressa* collected in spring on beaches in the central region of Golfo San Jorge, Patagonia, Argentina.

Playa de colecta	Especie	Concentración (%)	% de Inhibición
Punta Maqueda	<i>U. rigida</i>	0,5	86,6
		0,05	49,2
	<i>E. compressa</i>	0,5	68,7
		0,05	85,0
Punta Borja	<i>U. rigida</i>	0,5	83,0
		0,05	43,9
	<i>E. compressa</i>	0,5	83,0
		0,05	90,0

Numerosas investigaciones han revelado que compuestos bioactivos como polisacáridos, terpenos, esteroles, ácidos grasos poliinsaturados y compuestos fenólicos, poseen actividad anticancerígena y citotóxica (Carte, 1996; Synytsya et al., 2010). Los flavonoides y compuestos fenólicos son conocidos también por poseer efectos antitumorales (Cotas et al., 2020).

La capacidad antioxidante de *Enteromorpha compressa* fue significativa, superando el 50 % de inhibición en todos los casos, mientras

que la actividad antioxidante de los extractos de *Ulva rigida* no fue relevante (Tabla 3).

Yan et al. (1998) trabajaron con extractos metanólicos de dos especies de *Ulva*, *U. lactuca* y *U. pertusa*; los resultados que obtuvieron empleando el método del DPPH, revelaron una actividad antioxidante del 8 % para *U. lactuca* y del 15 % para *U. pertusa*. En el mismo estudio, los extractos metanólicos de dos especies de *Enteromorpha*, *E. intestinalis* y *E. prolifera*, mostraron una actividad del 15 y 7 %, respectivamente.

**Tabla 3.** Resultados de la actividad antioxidante de los extractos etanólicos de *Ulva rigida* y *Enteromorpha compressa* colectadas en playas de la región central del Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.

**Table 3.** Results of the antioxidant activity of the ethanolic extracts of *Ulva rigida* and *Enteromorpha compressa* collected on beaches of the central region of Golfo San Jorge, Patagonia Argentina.

Playa de colecta	Especie	Inhibición del DPPH (%)
Punta Maqueda	<i>Ulva rigida</i>	-
	<i>Enteromorpha compressa</i>	55
Punta Borja	<i>Ulva rigida</i>	-
	<i>Enteromorpha compressa</i>	67

Diversos autores alrededor del mundo han estudiado la actividad antibacteriana de diversas especies de *Ulva* y *Enteromorpha* (Tuney et al., 2006; Nair et al., 2007; Abdel-Khalil et al., 2014; Muñoz et al., 2020). En base a los antecedentes existentes se evaluó esta actividad para los extractos crudos alcohólicos de las especies de *Ulva* y *Enteromorpha* colectadas en primavera en ambas playas. Ninguna de las muestras ensayadas demostró actividad antibacteriana frente a las cepas de *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) y *Staphylococcus aureus* (ATCC 29213) empleadas en el análisis.

Muñoz et al (2020) estudiaron extractos etanólicos de *Ulva* y *Enteromorpha* colectadas en Perú, los cuales mostraron importaron actividad antibacteriana frente a bacterias Gram positivas como

*Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*.

Estas diferencias en los resultados descriptos, en comparación a otros trabajos efectuados con las mismas especies, pero de otras latitudes, se pueden atribuir al menos en parte a factores relacionados con el hábitat y la localización geográfica de los sitios de colecta. Las zonas del Golfo San Jorge donde se realizaron las colectas de los ejemplares han sido consideradas en estudios previos como dos áreas contrastantes. Punta Maqueda es una playa natural, libre de perturbación antrópica, mientras que Punta Borja es una playa situada en una zona urbana, sobre la cual ejerce su efecto la actividad humana. Es posible pensar entonces que estos factores puedan influir sobre la variabilidad de las especies y sobre sus características bioquímicas, existiendo antecedentes al respecto (Muse et al.,

1998). También la estación de colecta (primavera) puede haber influido en los resultados de actividad antibacteriana, ya que la producción de metabolitos secundarios en macroalgas marinas varía estacionalmente (Trigui et al., 2012).

## Conclusiones

Las especies analizadas evidenciaron un patrón metabólico complejo, destacándose derivados fenólicos, lípidos, hidratos de carbono y esteroides. La presencia de flavonoides constituye un nuevo aporte al conocimiento de estos metabolitos en algas marinas patagónicas, en particular en especies de *Ulva* y *Enteromorpha*.

La inhibición del desarrollo radicular sugiriendo posible actividad antitumoral, resultó importante en ambas especies

estudiadas. La actividad antioxidante solo resultó significativa en *Enteromorpha compressa*.

Nuestros resultados muestran que las algas estudiadas constituyen una fuente potencial de moléculas bioactivas, fundamentalmente en relación a antitumorales, por lo que la investigación continúa a fin de profundizar en el estudio químico y en la actividad antitumoral.

## Agradecimientos

El trabajo forma parte de proyectos de investigación subsidiados por PNUD ARG 02/018, FONCYT (PICTO GSJ 36871, PME 2015), PI UNPSJB, PICT 3865-2019. AVU, OLC y MLF forman parte de la Carrera de Doctorado en Farmacia que integra la COIFFA.

## Bibliografía

- Abdel-Khaliq, A.; Hassan, H.; Rateb, M.; Hammouda, O. Antimicrobial activity of three *Ulva* species collected from some Egyptian Mediterranean seashores. *Int J Eng Res Gen Sci.* **2014**, 2, 648-669.
- Blunt, J.W.; Copp, B.; Munro, M.; Northcote, P.; Prinsep, M. Marine natural products. *Nat Prod Rep.* **2006**, 23, 26–78.
- Boraso A. *Elementos para el estudio de las macroalgas de Argentina*. Editorial Universitaria de la Patagonia EDUPA, Comodoro Rivadavia, 207 pp, 2013.
- Carte, B.K. Biomedical potential of marine natural products. *Bioscience*. **1996**, 46, 271-286.

- Connan, S.; Delisle, F.; Deslandes, E.; Ar Gall, E. Intra-thallus phlorotannin content and antioxidant activity in Phaeophyceae of temperate waters. *Bot Mar.* **2006**, 49, 39-46.
- Cotas, J.; Leandro, A.; Monteiro, P.; Pacheco, D.; Figueirinha, A.; Gonçalves, A.; da Silva, G.; Pereira, L. Seaweed Phenolics: From Extraction to Applications. *Mar Drugs.* **2020**, 18, 384. <https://doi.org/10.3390/md18080384>
- Desmarchelier, C.; Mongelli, E.; Coussio, J.; Giuletti, A.; Ciccia, G. Etnobotánica y bioactividad de plantas medicinales utilizadas por un grupo indígena Takana de la Amazonia peruana. *Acta Farm Bonaerense*. **1995**, 14, 195-208.

- El Gamal, A. Biological importance of marine algae. *Saudi Phar J.* **2010**, 18, 1–25.
- Fernando, I.P.S.; Lee, W.; Ahn, G. Marine algal flavonoid and phlorotannins: an intriguing frontier of biofunctional secondary metabolites. *Crit Rev Biotechnol.* **2022**, 42, 23–45. doi:10.1080/07388551.2021.1922351.
- Ganesan, A.; Tiwari, U.; Rajauria, G. Seaweed nutraceuticals and their therapeutic role in disease prevention. *Food Science and Human Wellness.* **2019**, 8, 252–263.
- Harbone J.B. *Phytochemical Methods*. Chapman and Hall, Londres, 288 pp, 1991.
- Hentati, F.; Tounsi, L.; Djomdi, D.; Pierre, G.; Delattre, C.; Ursu, A.V.; Fendri, I.; Abdelkafi, S.; Michaud, P. Bioactive Polysaccharides from Seaweeds. *Molecules.* **2020**, 9, 25:3152. doi:10.3390/molecules25143152
- Huang, P.; Hong, J.; Mi, J.; Sun, B.; Zhang, J.; Li, C.; Yang, W. Polyphenols extracted from *Enteromorpha clathrata* alleviates inflammation in lipopolysaccharide-induced RAW 264.7 cells by inhibiting the MAPKs/NF-κB signaling pathways. *J Ethnoph.* **2022**, 286, 114897. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114897>
- Koleva, I.; Van Beek, T.; Linssen, J.; Groot, A.; Evstatleva, L. Screening of Plant Extract for Antioxidant Activity: a comparative Study of Three Testing Methods. *Phytochem Anal.* **2002**, 13, 8–17.
- Ktari, L. Pharmacological Potential of *Ulva* Species: A Valuable Resource. *J. Anal. Pharm. Res.* **2017**, 6, 1–4.
- Martinez, M.; Molina, N.; Boucourt, E. Evaluación de la actividad antimicrobiana del *Psidium guajava* L. (Guayaba). *Rev Cubana Plantas Med.* **1997**, 2, 12–14.
- Mayer, A.; Guerrero, A.; Rodriguez, A.; Taglialatela-Scafati, O.; Nakamura, F.; Fusetani, N. Marine Pharmacology in 2016-2017: Marine Compounds with Antibacterial, Antidiabetic, Antifungal, Anti-inflammatory, Antiprotozoal, Antituberculosis, Antiviral and Anthelmintic Activities; affecting the Immune and Nervous System, and other Miscellaneous Mechanisms of Action. *Marine Drugs.* **2021**, 19 (2), 49. <http://doi.org/10.3390/md19020049>
- Mayer, A.; Pierce, M.; Howe, K.; Rodríguez, A.; Taglialatela-Scafati, O.; Nakamura, F.; Fusetani, N. Marine pharmacology in 2018: Marine compounds with antibacterial, antidiabetic, antifungal, anti-inflammatory, antiprotozoal, antituberculosis and antiviral activities; affecting the immune and nervous systems, and other miscellaneous mechanisms of action. *Pharmacol Res.* **2022**, 183, 106391. doi:10.1016/j.phrs.2022.106391.
- Muñoz, A.; Santome, S.; Leon, Q. Actividad antibacteriana de extractos hexánico y etanólico de macroalgas marinas de la Bahía de Ancón, Lima - Perú. *Rev Investig Vet Perú.* **2022**, 31. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17829>.
- Nair, R.; Chabbadiya, R.; Chanda, S. Marine algae: screening for a potent antibacterial agent. *J Herb Pharmacother.* **2007**, 7, 73–86.
- Palaniyappan, S.; Sridhar, A.; Kari, Z.A.; Téllez-Isaías, G.; Ramasamy, T. Evaluation of Phytochemical Screening, Pigment Content, In Vitro Antioxidant, Antibacterial Potential and GC-MS Metabolite Profiling of Green Seaweed *Caulerpa racemosa*, *Mar. Drugs.* **2023**, 21, 278. <https://doi.org/103390/md21050278>
- Pandey, V. Marine Pharmacology: A Promising Hand for New Drug Development. *Research and Reviews Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* **2016**, 54–59.
- Sadeghi, A.; Rajabiyan, A.; Nabizade, N.; Mevegoli Nezhad, N.; Zarei-Ahmady, A. Seaweed-derived phenolic compounds as diverse bioactive molecules: A review on identification,

- application, extraction and purification. *Int J Biol Macromol.* **2024**, 266, 131147. Doi: 10.1016/j.ijbiomac.2024.131147
- Shannon, E.; Abu-Ghannam, N. Antibacterial Derivatives of Marine Algae: An Overview of Pharmacological Mechanisms and Applications. *Marine Drugs.* **2016**, 14, 81. <https://doi.org/10.3390/mdl4040081>
- Silva, M.; Vieira, L.; Almeida, A.; Kijjoa, A. The Marine Macroalgae of the Genus *Ulva*: Chemistry, Biological Activities and Potential Applications. *Oceanography.* **2013**. doi: 10.4172/2332-2632.1000101
- Stirk1, W.; Schwalb, A.; Light, M.; Medková, J.; Lenobel, R.; Strnad, M.; Van liStaden, J. Potential medicinal value of some South African seaweeds. *South African Journal of Botany.* **2003**, 69, 462–468.
- Synytsya, A.; Kim, W.J.; Kim, S.M. Structure and antitumor activity of fucoidan isolated from sporophyll of Korean brown seaweed *Undaria pinnatifida*. *Carbohydr Polym.* **2010**, 81, 41-48.
- Trogui, M.; Gasmi, L.; Zouari, I.; Tounsi, S. Seasonal variation in phenolic composition, antibacterial and antioxidant activities of *Ulva rigida* (Chlorophyta) and assessment of antiacetylcholinesterase potential. *Appl Phycol.* **2012**; 1: 319-328.
- Tuney, I.; Cadirci, B.H.; Unal, D.; Sukatar, A. Antimicrobial activities of the extracts of marine algae from the coast of Urla (Izmir, Turkey). *Turkish J Biol.* **2006**, 30, 171-175.
- Vairappan, C.; Daitoh, M.; Suzuki, M.; Abe, T.; Masuda, M. Antibacterial halogenated metabolites from the Malaysian *Laurencia* species. *Phytochemistry.* **2001**, 58, 291-297.
- Wilhelm de Mösbach, E. *Botánica Indígena de Chile*. Editorial Andres Bello, Chile, pp 140, 1992.
- Yan, X.; Nagata, T.; Fan, X. Antioxidative activities in same common seaweeds. *Plant Foods Hum Nutr.* **1998**, 52, 253-262.
- Yoshie, Y.; Wang, W.; Hsieh, Y.; Suzuki, T. Compositional Difference of Phenolic Compounds between Two Seaweeds, *Halimeda* spp. *J Tokyo Univ Fish.* **2002**, 88, 21-24.
- Yoshie-Stark, Y.; Hsieh, Y.P.; Suzuki, T. Distribution of flavonoids and related compounds from seaweeds in Japan. *J Tokyo Univ Fish.* **2003**, 89, 1-6.
- Zeng, L.; Wang, C.; Su, J.; Li, D.; Owen, N.; Lu, Y.; Lu, N.; Zheng- Qi, T. Flavonoids from the Red Alga *Acanthophora spicifera*. *Chin J Chem.* **2001**, 19, 1097-1100.
- Zeng, C.; Zhang, J. Chinese seaweeds in herbal medicine. *Hydrobiología.* **1984**, 22, 152-154.
- Xu, J.; Liao, W.; Liu, Y. An overview on the nutritional and bioactive components of green seaweeds. *Food Prod Process and Nutr.* **2023**, 5, 18. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00132-5>

## **Estudio de cepas de *Corynebacterium pseudotuberculosis*, agente etiológico de Linfadenitis Caseosa, en pequeños rumiantes.**

## **Study strains of *Corynebacterium pseudotuberculosis*, the etiological agent of caseous lymphadenitis, in small ruminants.**

**Tesista: Adriana Alicia Gallardo. Directora: Dra. Silvia Estevao Belchior. Co-director: Mg. Fernando Paolicchi.**

Carrera de Doctorado en Bioquímica. Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco Sede Comodoro Rivadavia. Tesis defendida el 18 de marzo de 2021. Número total de páginas: 181.

Email: adryarg@yahoo.com.ar

**Palabras claves:** zoonosis ocupacional, ganadería ovina, fosfolipasa D, células MDBK.

### **Resumen**

*Corynebacterium pseudotuberculosis*, agente etiológico de linfadenitis caseosa (LC), es un bacilo Gram positivo, pleomórfico con forma de cocobacilo y agrupación en empalizada. Es inmóvil, no esporulado, no capsulado, anaerobio facultativo y desarrolla en medios de cultivos enriquecidos. La LC es una enfermedad infecto-contagiosa de evolución crónica, que afecta principalmente ovejas y cabras. En equinos y vacunos se manifiesta como linfangitis ulcerativa y en vacas lecheras puede causar mastitis. La LC en ovejas adultas se presenta en forma cutánea y/o visceral. Es considerada una zoonosis ocupacional a nivel mundial. Los objetivos de esta tesis fueron estudiar las características morfológicas, fisiológicas, metabólicas y de virulencia en

aislamientos de *C. pseudotuberculosis*, de distintas localizaciones geográficas, aislados de lesiones de LC en pequeños rumiantes y determinar si existe relación entre estos aislamientos locales y de otras regiones con alta prevalencia de LC. Se estudiaron 35 aislamientos de *C. pseudotuberculosis* de distintos orígenes: 7 de caprinos y 28 de ovinos, aislados de distintas lesiones y de diferentes lugares geográficos; 21 aislamientos de Rio Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego (Argentina) y 14 aislamientos de los estados de San Pablo: Aracatuba y de Salvador de Bahía (Brasil). Fueron identificados y confirmados por métodos bioquímicos y moleculares. Por otro lado, se determinó la sensibilidad a antibióticos por los métodos de difusión en agar y dilución. Además, se investigó la presencia de integrones que contienen

genes de resistencia. Asimismo se estudiaron factores de virulencia, entre ellos: ácidos micólicos por cromatografía en capa delgada (TLC) de los ésteres metílicos de ácidos micólicos extraídos de aislamientos de *C. pseudotuberculosis*; exotoxina (foslipasa D) que es el principal factor de virulencia de este microorganismo y se determinó su acción mediante las pruebas de CAMP y CAMP reversa y mediante la técnica de SDS-PAGE se obtuvo su masa molecular aparente; producción de otras enzimas extracelulares y capacidad de formación de biopelículas, para la cual se utilizó un método colorimétrico con cristal violeta al 0,1 % que permitió categorizar dicha capacidad. Mediante la técnica de microscopia electrónica de barrido, se determinó la interacción de una selección de aislamientos de *C. pseudotuberculosis* en líneas celulares MDBK (Madin Darb Bovine Kidney) y posteriormente efectos citopáticos sobre las células, utilizando técnicas de coloración de Giemsa y microscopía óptica. Finalmente se aplicaron sistemas de información geográfica (SIG), como herramienta de análisis espacial de aislamientos de *C. pseudotuberculosis* biovariedad ovis provenientes de distintos sitios geográficos con el fin de encontrar una relación entre los mismos. Los resultados obtenidos mostraron que los aislamientos

fueron positivos para la producción de catalasa y ureasa; mostraron reacción variable para  $\alpha$ -glucosidasa y fosfatasa alcalina y el 100 % fueron negativos para nitratoreductasa, pirazinamidasa, pirrolidonil arilamidasa,  $\beta$ -glucuronidasa,  $\beta$ -galactosidasa, N-acetil- $\beta$ -glucosaminidasa, hidrólisis de esculina y gelatina a 22 °C y a 37 °C. Se determinó que el 100 % de los aislamientos provenientes de la Patagonia Argentina y la región noreste de Brasil, correspondían a la **biovariedad ovis**. Se registraron biotipos en los aislamientos en relación a la fermentación de los azúcares glucosa, galactosa y maltosa, determinándose que el 33 % de los aislamientos correspondieron al biotipo Glu<sup>+</sup>Gal<sup>-</sup>Mal<sup>-</sup> y el 67 % a Glu<sup>+</sup>Gal<sup>-</sup>Mal<sup>+</sup>. El 33 % de los aislamientos de origen ovino y provenientes de Argentina presentó el biotipo Glu<sup>+</sup>Gal<sup>-</sup>Mal<sup>-</sup>. Los restantes aislamientos de Argentina al igual que los procedentes de Brasil fermentaron la maltosa, haciendo referencia al biotipo Glu<sup>+</sup>Gal<sup>-</sup>Mal<sup>+</sup>. Este biotipo se observó en un 70 % en la presentación cutánea, mientras que el biotipo Glu<sup>+</sup>Gal<sup>-</sup>Mal<sup>-</sup> se manifestó en un 60 % en la presentación visceral. Por el método de difusión, amoxicilina-clavulánico, ampicilina, cefotaxima, cefoxitina, ciprofloxacina, cloranfenicol,

eritromicina, estreptomicina, gentamicina, imipenem, kanamicina, norfloxacina, penicilina, rifampicina, tetraciclina, trimetroprima-sulfametoxazol y vancomicina fueron activos frente al 100 % de los aislamientos, mientras que amicacina y oxacilina presentaron resultados variables. En los aislamientos que desarrollaron frente a amicacina y oxacilina, se investigó la presencia de integrones de clase 1. El resultado fue negativo, sugiriendo la ausencia del integrón asociado a la resistencia antibiótica. Utilizando el método de dilución, los antibióticos más activos correspondieron a los grupos de cefalosporinas, glucopéptidos, macrólidos, quinolonas y tetraciclinas. Se demostró menor actividad de  $\beta$ -lactámicos y aminoglucósidos. No se registró variabilidad en los perfiles antibióticos en los aislamientos procedentes de diferentes fuentes. De acuerdo a los frentes de corrida (Rf) obtenidos, esta bacteria presentó los ácidos micólicos AM tipo IV, V y VI. Los aislamientos de Argentina y de Brasil mostraron el mismo perfil de ácidos micólicos. Las pruebas de CAMP y CAMP reversa resultaron positivas poniendo en evidencia la acción de la exotoxina. La masa molecular aparente de la misma se estimó en 29,55 kDa. Se registró un 100 % de actividad hemolítica en sangre de oveja, confirmando la

producción de fosfolipasa D. El 3 % de los aislamientos no presentaron hemólisis sobre eritrocitos humanos y ninguno tuvo acción sobre eritrocitos de equino. Los aislamientos exhibieron el siguiente perfil enzimático: el 100 % mostró positiva la producción de catalasa, ureasa, carboxilesterasa, amilasa, hemolisina en sangre de carnero y actividad proteolítica. El 48 % y el 97 % de los aislamientos exhibieron positiva la producción de caseinasa y hemolisina en sangre humana, respectivamente. El 100 % de los aislamientos mostró negativa la producción de lecitinasa, lipasa verdadera, fenilalanina deaminasa, hemolisina en sangre de caballo y gelatinasa a 4 °C y 37 °C. Los resultados de los diferentes ensayos confirmaron la producción de la fosfolipasa y otras enzimas y sugieren el papel de estos factores de virulencia sobre los efectos citopáticos que se observaron en los cultivos celulares durante un período de 72 h. Se demostró la capacidad de adherencia a las 6, 24 y 72 h post infección; y se observó que las bacterias provocaron efectos citopáticos sobre las células MDBK: lisis celular, vacuolas citoplasmáticas y alteración de la relación núcleo/citoplasma. En el análisis estadístico, respecto a la lisis celular no se encontraron diferencias significativas para las 6 h post infección del cultivo, mientras

que, si existieron diferencias significativas a partir de las 24 h, observándose 100 % de lisis celular en el 50 % de los aislamientos estudiados. Por otro lado, la vacuolización citoplasmática reveló diferencias significativas desde las 6 h de iniciada la infección. El 50 % de los aislamientos provocó la vacuolización citoplasmática en más del 60 % de la monocapa celular a las 72 h postinfección. Para el análisis de la alteración en la relación núcleo/citoplasma se observaron diferencias significativas entre los distintos aislamientos a diferentes tiempos de infección. El 50 % provocaron la alteración en la relación núcleo/citoplasma en más del 40 % de la monocapa celular a las 24 h postinfección. Todos los aislamientos estudiados mostraron la capacidad de producir biopelículas y el mayor porcentaje correspondió a productores moderados (47 %). Entre los aislamientos de Argentina predominaron tanto los productores débiles (36 %) como los moderados (36 %) mientras que en Brasil el 75 % de los aislamientos mostraron capacidad de producción de biopelículas moderada y no se detectaron productores fuertes. Los SIG mostraron una distribución dispersa de los aislamientos que condujo a realizar el análisis de los mismos considerando la variable clima; que permitió encontrar una relación entre

los aislamientos provenientes de provincias de la Patagonia Argentina y estados de Brasil. Surgieron dos grupos bien diferenciados, el 74 % tuvo una relación directa con el clima seco por otra parte el 26 % de los aislamientos se ubicó en zonas asociadas a la clasificación de clima lluvioso y templado. A partir de estos resultados se concluye que: -Existe una amplia variabilidad fenotípica entre los aislamientos de *C. pseudotuberculosis* y presentan capacidades diferenciales en su metabolismo, sensibilidad antibiótica, grados de intensidad del daño celular y de formación de biopelículas. Conocer estas características permitió establecer aspectos diferenciales y hallar una vinculación climática-estacional con respecto a su presentación endémica en las regiones de procedencia de los aislamientos investigados. -Los aislamientos de *C. pseudotuberculosis* provenientes de ambos países corresponden a la **biovariedad ovis**. Entre los aislamientos de Argentina y Brasil existen variantes bioquímicas para la producción de enzimas  $\alpha$ -glucosidasa y fostafatasa alcalina y en la fermentación de la maltosa. Se destacan 2 biotipos, **Glu<sup>+</sup> Gal<sup>-</sup> Malt<sup>-</sup>** y **Glu<sup>+</sup> Gal<sup>-</sup> Malt<sup>+</sup>**. Siendo este último más frecuente en la presentación cutánea y el primero en ambas formas, cutánea y visceral. -El 100 % de los aislamientos corresponden a *C.*

*pseudotuberculosis* biovariedad ovis confirmados mediante la secuenciación del gen que codifica para el 16S ARNr, con un muy alto grado de similitud frente a cepas de referencia depositadas en bancos genéticos. -Una amplia gama de antibióticos utilizados en salud pública y/o veterinaria, ensayados por el método de difusión en agar, *in vitro*, resultan eficaces frente a *C. pseudotuberculosis* biovariedad ovis. Existen resultados variables frente a amicacina y oxacilina. Los aislamientos con y sin desarrollo frente a amicacina provienen tanto de la región patagónica Argentina como de los estados de Brasil. -No se detectaron integrones clase 1 en los aislamientos de *C. pseudotuberculosis* biovariedad ovis que desarrollaron frente a aminoglucósidos; por lo tanto, es posible que el mecanismo de resistencia este dado por otros elementos genéticos. -En el método de dilución (CIM) *in vitro*, se demuestra una alta sensibilidad de *C. pseudotuberculosis* biovariedad ovis frente a diferentes grupos de antibióticos, pero también menor actividad de β-lactámicos y aminoglucósidos. -Los aislamientos de *C. pseudotuberculosis* biovariedad ovis procedentes de diferentes fuentes no registran variabilidad en los perfiles antibióticos. -A pesar de las diferencias de localización geográfica,

sitio de lesión y especie animal, los aislamientos de *C. pseudotuberculosis* biovariedad ovis de Argentina y de Brasil muestran el mismo perfil de ácidos micólicos: tipo IV, V y VI, que corresponden a cetomicolatos, epoximicolatos y micolatos dicarboxilicos, respectivamente. -El 100 % de los aislamientos presentan la fosfolipasa D, confirmada por técnica de PCR (gen *pld*) y revelada en el laboratorio por las pruebas bioquímicas de CAMP y CAMP reversa. -*C. pseudotuberculosis* biovariedad ovis es capaz de adherirse e invadir líneas celulares no fagocíticas, permaneciendo viable hasta 72 h, induciendo diferentes grados de intensidad en los efectos citopáticos estudiados. -Los aislamientos de *C. pseudotuberculosis* biovar ovis, demuestran virulencia debido a la producción de algunas enzimas (catalasa, caseína, carboxilesterasa, amilasa, ureasa, hemolisina), capacidad de adherencia e internalización en líneas celulares no fagocíticas con producción de ECP y formación de biopelículas. -Los SIG resultan útil para identificar como variable al clima permitiendo establecer un vínculo climático-estacional entre aislamientos de *C. pseudotuberculosis* biovar ovis provenientes de zonas endémicas de LC de Argentina y de Brasil.

**Publicaciones científicas derivadas de la**

**Tesis:** -Gallardo AA., Toledo RA., González Pasayo RA., Azevedo V., Robles C., Paolicchi FA., Estevao Belchior SG. “*Corynebacterium pseudotuberculosis* biovar ovis: evaluación de la sensibilidad antibiótica *in vitro*” Rev Argent Microbiol. 2019;51(4):334-338.

-Gallardo, A.A., Azevedo, V., Malena, R., M. Oppedisano, M. R. Leunda & F. A. Paolicchi. “Cytopathic efects in MDBK cell lines after adhesion and internalization of *Corynebacterium pseudotuberculosis* biovar ovis”. Braz J Microbiol. 2025. <https://doi.org/10.1007/s42770-025-01697-8>

## Geohidrología del humedal costero de Bahía San Blas

### Geohydrology of the Bahía San Blas marsh

**Tesista:** Lucas Misseri. Directoras: Dra. Eleonora Carol y Dra. María del Pilar Alvarez

Carrera de Doctorado en Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.

Tesis defendida el 19 de septiembre de 2024. Número total de páginas: 188.

Email: lucasmisseri1@gmail.com

**Palabras Clave:** agua subterránea, marisma, geomorfología litoral, hidroquímica, suelos hidromórficos.

#### Resumen

Las marismas son uno de los ambientes geohidrológicos más variables tanto espacial como temporalmente. El litoral de Bahía San Blas, ubicado al sur de la provincia de Buenos Aires, constituye un entorno costero en donde humedales de tipo marismas se desarrollan en las márgenes de extensos canales de marea. Esta zona de humedales que se enmarca dentro de la Reserva Natural de Uso Múltiple Bahía San Blas brinda numerosos servicios ecosistémicos a la población local. Pese a la importancia de estos humedales costeros y al rol que el agua superficial y subterránea juega en el sustento de los mismos, no existen estudios geohidrológicos para esta zona. El objetivo general de la tesis doctoral es definir el funcionamiento geohidrológico del humedal costero de Bahía San Blas, en el sector litoral del canal Jabalí. Por su parte, los objetivos específicos incluyen:

realizar una caracterización geológica, geomorfológica y climática regional abarcando el litoral de Bahía San Blas; definir las características pedológicas del sustrato del humedal y la dinámica del flujo subterráneo en relación a los flujos mareales y condiciones climáticas; caracterizar geoquímicamente las aguas subterráneas y superficiales dentro del ambiente de humedal; determinar tanto los procesos geohidrológicos como las variables climáticas, edáficas y geomorfológicas que condicionan la geoquímica y la variabilidad espacio-temporal de la composición de las aguas (subterráneas y superficiales) y formular un modelo conceptual de comportamiento geohidrológico del humedal.

Para ellos, se efectuó la recopilación de información antecedente en relación a la geología y geomorfología, se recopilaron datos mareales y climáticos y se efectuaron balances hídricos. Para el

estudio de suelos se efectuaron calicatas en distintos sectores del humedal mientras que para el estudio de la hidrodinámica e hidroquímica del humedal se generó una red de monitoreo para la medición de niveles y muestreo de agua. Se describieron los suelos determinándose las características texturales, mineralogía (DRX y MEB), salinidad y pH. Particularmente en algunos suelos se efectuaron ensayos de pH de oxidación. Por su parte la red de monitoreo de agua cuenta con puntos de medición de agua superficial y subterránea, estos últimos compuestos por perforaciones someras. Los niveles de agua se midieron con sonda sonora manual y con sensores de registro continuo. En cada punto se midió *in situ* la conductividad eléctrica del agua y el pH y se extrajeron muestras para la determinación de iones mayoritarios, nutrientes, trazas e isótopos estables de la molécula de agua. El conjunto de datos fue analizado integralmente y se generó un modelo conceptual del funcionamiento geohidrológico del humedal.

Los resultados obtenidos muestran que el canal Jabalí es un gran canal de mareas al cual se asocian humedales dominados por ambientes de marismas salinas. Estos ambientes se encuentran circundados por diversas geoformas entre las que destacan Cordones litorales y Terrazas marinas. Entre los primeros, resaltan los Cordones

gravosos que limitan casi la totalidad de la planicie mareal del canal Jabalí, ubicándose los de edad pleistocena al Oeste del mismo y los de edad holocena hacia el Este. También se reconocen Cordones arenosos que impiden el acceso del mar en el Sudeste de la zona de estudio, condicionando las características de la región de Paso Seco. La marisma se sobreimpone a geoformas tales como las Planicies Fangosas, las Barras arenosas, los Cordones gravosos y, en la región de Paso Seco, la Planicie Arenosa. Se ha verificado la influencia de estas geoformas en el aporte del material parental de las secuencias pedo-sedimentarias determinando las clases texturales predominantes, derivando también en contrastes de permeabilidad que en superficie se traducen en variaciones en la capacidad de infiltración del agua mareal en el humedal.

El humedal es inundado periódicamente por la marea, cuyo rango se ubica en el límite micromareal-mesomareal, discriminándose una zona de marisma baja inundada a diario por las pleamaras de cuadratura y otra de marisma alta alcanzada sólo por las pleamaras de sicigia y las extraordinarias. En las márgenes dominan los suelos del orden Entisoles, presentando abundantes discontinuidades litológicas y rasgos hidromórficos como moteados en la marisma alta y colores gley

en la marisma baja. Sobre la superficie de muchos de los perfiles estudiados se hallaron costras salinas, cuya formación se relaciona a un clima árido a semiárido en donde la evapotranspiración excede a la precipitación, favoreciendo la precipitación de sales a partir de la evaporación total del agua mareal. De esta manera, los suelos más salinos resultaron ser aquellos ubicados en la marisma alta y en el sector distal del canal Jabalí. Asimismo, se comprobó la presencia de materiales sulfídicos bajo condiciones reductoras a partir de un ensayo de pH de incubación y la observación de pirita framboidal en el MEB.

Por otro lado, la combinación de factores, como la clase textural de los perfiles, la posición topográfica y la distancia a la boca del canal, condiciona la relación entre el agua superficial y el agua subterránea, lo que se traduce en desfasajes temporales entre las fluctuaciones mareas y las registradas en el nivel freático. Si bien el flujo mareal es el principal aporte de agua al humedal, la posición más elevada del nivel freático en las geoformas adyacentes al humedal del canal Jabalí respecto del nivel de la marisma, evidencia que el humedal también recibe la descarga de agua subterránea desde los Cordones y Terrazas adyacentes, donde ocurre la recarga preferencial del agua subterránea por la

infiltración del agua de lluvia. De acuerdo a los análisis isotópicos, en la planicie mareal actual ocurre la mezcla de agua de lluvia y mareal, predominando esta última, especialmente en la marisma baja.

En adición, se diferencian facies bicarbonatadas sódicas en los Cordones holocenos y cloruradas sódicas en los Cordones pleistocenos y la Primera terraza, mientras que el agua subterránea de la marisma presenta facies cloruradas sódicas con mayor salinidad. Dentro de la marisma el aporte de agua mareal y la disolución de sales evaporíticas son los procesos geoquímicos que determinan la composición del agua. La marisma baja posee menor salinidad que la marisma alta y ésta su máxima salinidad en Paso Seco. Las especies solubles de nutrientes presentan menores proporciones en las unidades del humedal en comparación con la geomorfología adyacente las cuales pueden recibir aportes mediante las actividades productivas de tipo principalmente ganadera. Contrariamente, los elementos trazas poseen mayores concentraciones en la marisma, donde en el sector más elevado, se concentran aún más debido a la evaporación y posterior disolución de sales.

Los resultados de esta tesis permitieron proponer un modelo geohidrológico de funcionamiento de la marisma del canal

Jabalí donde se sintetizan los factores y procesos que lo controlan. El entendimiento de la complejidad de este tipo de humedales, es un paso clave para la generación de líneas bases que

colaboren con una gestión responsable y eficiente de estos ambientes que proveen servicios ecosistémicos tanto ambientales como sociales.

NATURALIA patagónica

## Diseño y desarrollo de nuevos complejos supramoleculares de fluoroquinolonas y sulfamidas antibacterianas.

## Design and development of new supramolecular complexes of fluoroquinolones and antibacterial sulfonamides.

**Tesista:** Farm. Cecilia Daniela Avila

**Directora:** Dra. Graciela Pinto Vitorino (Química Medicinal, Depto. Farmacia, CRIDECIT, FNCyCS, UNPSJB).

**Co-directora:** Dra. María Rosa Mazzieri (Farmacoquímica II, Depto. de Ciencias Farmacéuticas, FCQ, UNC).

**Tesis para obtener el título de:** Doctor en Farmacia de la FCNyCS, UNPSJB.

**Lugar de realización:** Carrera de Doctorado en Farmacia. Grupo Química Medicinal (GQM), Centro Regional de Investigación y Desarrollo Científico Tecnológico (CRIDECIT). Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

**Lugar de presentación:** FCNyCS, UNPSJB. Tesis defendida el 25 de abril de 2025, calificación sobresaliente 10 (diez). Número total de páginas: 288.

**Palabras clave:** complejos supramoleculares, fluoroquinolonas, sulfamidas, molienda asistida, sólidos farmacéuticos.

### Resumen

La creciente prevalencia de Ingredientes Farmacéuticos Activos (IFA) escasamente solubles en agua representa un riesgo significativo de biodisponibilidad errática, con posibles consecuencias sobre la seguridad y eficacia terapéutica, especialmente en formulaciones orales.

Para superar esta limitación, se han desarrollado diversas estrategias, entre las cuales la formación de complejos supramoleculares constituye una alternativa eficiente para optimizar las propiedades fisicoquímicas y biofarmacéuticas de los IFA.

Paralelamente, el aumento de patógenos microbianos multirresistentes convierte al tratamiento de las infecciones bacterianas en un desafío actual de la química medicinal, que impulsa la búsqueda de nuevos agentes terapéuticos o de combinaciones con eficacia sinérgica y menor riesgo de efectos adversos.

El objetivo general de esta Tesis Doctoral fue optimizar las propiedades farmacéuticas y biofarmacéuticas de Fluoroquinolonas (FQ) y Sulfonamidas Antibacterianas (SA), ambos IFA de escasa solubilidad y permeabilidad, mediante estrategias de ingeniería de

cristales y química supramolecular. Se seleccionaron las FQ norfloxacino (NOR) y ciprofloxacino (CIP), junto con las SA sulfanilamida (SNA) y sulfametoxazol (SMX), por su relevancia terapéutica y su potencial para formar sólidos multicomponentes. Además, se exploró el uso de coformadores (COF) seguros seleccionados del listado de sustancias GRAS (del inglés: *Generally Recognized as Safe*), como nicotinamida, ácido antranílico, ácido cítrico, ácido málico y ácido tartárico, considerando su capacidad para generar interacciones intermoleculares del tipo puente de hidrógeno, tanto en solución como en el estado sólido, y su compatibilidad ácido-base ( $pK_a$ ).

Los sólidos multicomponentes fueron obtenidos por diferentes técnicas, incluyendo molienda en seco, molienda asistida por solvente (LAG), difusión de vapor, evaporación lenta y disminución controlada de temperatura. Como etapa preliminar, se analizaron las posibles interacciones IFA-IFA e IFA-solvente en solución y se validó un método espectrofotométrico UV-Vis de primera derivada para la cuantificación simultánea de los componentes. Posteriormente, se identificaron y caracterizaron los polimorfos de cada IFA, se sintetizaron los sólidos multicomponentes y se seleccionaron los sistemas más

promisorios para su caracterización estructural y evaluación biofarmacéutica consistente en la determinación de la solubilidad en equilibrio (S), velocidad de disolución (VD) y coeficiente de partición aparente ( $\log P_{ap}$ ) de los aductos obtenidos y en comparación con los IFA individuales.

Se obtuvieron 9 aductos formados por IFA-IFA o IFA-COF que fueron caracterizados mediante difracción de rayos X de polvo (DRXP), espectroscopía infrarroja (FT-IR), análisis térmico (DSC y TGA) y microscopía electrónica de barrido (MEB). Los resultados confirmaron la formación de nuevas entidades sólidas estabilizadas por interacciones de puente de hidrógeno y transferencia parcial de carga entre los grupos funcionales polares de los componentes. Entre los sistemas estudiados, los obtenidos por molienda asistida con acetonitrilo (LAG-ACN) resultaron los más relevantes. El aducto NOR-SMX<sub>LAG-ACN</sub> corresponde a un cocristal en el que predominan las especies no ionizadas, con interacciones entre los grupos C=O y OH de NOR y el grupo SO<sub>2</sub>NH de SMX. Por su parte, CIP-SMX<sub>LAG-ACN</sub> forma un aducto en el que el grupo SO<sub>2</sub> de SMX interactúa con el grupo NH<sub>2</sub><sup>+</sup> de CIP, sugiriendo un cocristal iónico. Ambos sistemas mostraron incrementos significativos en la S y VD de

los IFA en el sólido multicomponente, respecto de las formas puras, alcanzando el aducto NOR-SMX<sub>LAG-ACN</sub> valores superiores al 90 % de disolución a los 45 minutos.

El análisis comparativo entre ambos complejos evidenció que la naturaleza de los IFA influye en la organización supramolecular, la estabilidad térmica y el comportamiento biofarmacéutico, determinando diferencias en las propiedades finales de los sólidos obtenidos. Estos hallazgos confirman la viabilidad del enfoque supramolecular como herramienta de diseño para desarrollar formulaciones sólidas con desempeño biofarmacéutico mejorado.

En conclusión, las metodologías empleadas permitieron la obtención y caracterización integral de los sistemas multicomponentes, demostrando la eficacia del método LAG-ACN en la generación de nuevas fases cristalinas. Los resultados contribuyen al campo de la química medicinal y de los sólidos farmacéuticos, proporcionando modelos experimentales de interacción entre fármacos combinados con potencial para aumentar la eficacia terapéutica y disminuir la toxicidad y resistencia antibacteriana.

### Publicaciones científicas derivadas de la Tesis:

El trabajo de tesis dio lugar a publicaciones científicas y presentaciones en congresos nacionales e internacionales relacionadas con el desarrollo de sólidos farmacéuticos multicomponentes y la caracterización de aductos supramoleculares.

Avila, C.D., Ayala Gómez, R., Mazzieri, M.R., Pinto Vitorino, G. Simultaneous determination of norfloxacin and sulfadiazine by first-derivative spectrophotometry. *Journal of Chemistry Letters*, 2023; 4(3): 130-135. doi: 10.22034/jchemlett.2023.395910.1115.

Avila, C.D., Mazzieri, M.R., Pinto Vitorino, G. Evidencias de la formación de un nuevo aducto molecular entre norfloxacino y sulfametoxazol. *Naturalia Patagónica*, 2019, 14:26. ISSN 2591-6653.

Avila, C.D., Fandiño, O.E., Sperandeo, N.R., Mazzieri, M.R., Pinto Vitorino, G. Estudio de la interacción entre norfloxacino y ácido cítrico en el estado sólido. *Naturalia Patagónica*. 2019, 14:37. ISSN 2591-6653.

Avila, C.D., Komrovsky, F., Sperandeo, N.R., Mazzieri, M.R., Pinto Vitorino, G. Interacción molecular en el estado sólido entre ciprofloxacino y sulfametoxazol. I Reunión Latinoamericana de Cristalográfica - IX Reunión Anual de la

AACr 2013, 29/10 al 1/11 de 2013.

Córdoba, Argentina. Libro de Resúmenes  
extendidos, pp 36-38.

NATURALIA patagónica