

CIENCIAS DE LA VIDA - #12

REVISTA

DE LAS JORNADAS DE
JÓVENES INVESTIGADORES

LA EDUCACIÓN Y LA CIENCIA
TRANSFORMAN REALIDADES



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



UNIVERSIDAD
NACIONAL ✦
DE TUCUMÁN

Revista de las Jornadas de Jóvenes Investigadores
Eje Ciencias de la Vida, Volúmen 12.

© 2025, Asociación de Universidades del Grupo Montevideo.

ISSN 3121-2190

Tucumán, Argentina. Noviembre de 2025.



**Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO**



**UNIVERSIDAD
NACIONAL ♦
DE TUCUMÁN**

Contenido

Uso domiciliario de trazodona optimiza o preparo pré-anestésico em cães.....6 <i>Júlia Spengler</i>	6
Infección de piel y partes blandas en niños internados en el Hospital Regional de Ciudad del Este, 2023-2024.....17 <i>Ada Sosa</i>	17
Cuando la boca habla lo que la mente siente: evaluación de biomarcadores salivares y asociación con el estrés percibido en docentes de instituciones de educación superior.....25 <i>Fábio Castro</i>	25
Trayectorias y desafíos en el modelo de la esquizofrenia como trastorno de la ipseidad.....35 <i>Pablo Álvarez</i>	35
Caracterización de los pacientes endocrinológicos del Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción, 2.024.....55 <i>Rodrigo García</i>	55
Análisis genómico comparado de enzimas activas sobre carbohidratos marinos en el género <i>Zobellia</i>64 <i>Facundo Avila</i>	64
Estudio del efecto ganador/perdedor en cerdos de cama profunda durante el destete.....83 <i>Mila Piazza</i>	83
Transmisión vertical del virus de la leucosis bovina, asociación con carga proviral y evaluación de otros patógenos.....89 <i>Yisel Cuello</i>	89
Monitoreo del virus de la hepatitis E de rata (<i>Rocahepevirus rattii</i>) en aguas residuales de Córdoba, Argentina.....105 <i>Emilia Lucero</i>	105
Dinámica de la intimidación entre pares en escuelas de la ciudad de Bahía Blanca y su relación con la calidad de vida relacionada a la salud: un estudio longitudinal.....115 <i>Camila Pierdominici</i>	115

Desarrollo y optimización de un método de análisis del repertorio de linfocitos T en humanos.....	128
<i>Ornella D. Flores</i>	
Estrategias de afrontamiento emocional y autocuidado en estudiantes de kinesiología y fisioterapia, año 2025.....	142
<i>Nicol Bogado Benítez</i>	
Padrões de consumo alimentar e estado nutricional de lactentes pré-termo tardios em comparação a lactentes a termo.....	153
<i>Larissa Vargas</i>	
Valorización de Residuos de Tabaco Burley para la Obtención de Compuestos Bioactivos con Aplicación Industrial.....	164
<i>Araceli Medina Amado</i>	
Influencia de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> EM1 sobre el comportamiento agronómico de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Maravilha</i>	178
<i>Juan Bustto, Alán Gómez, Julissa Gómez, Romina Ocampo, Edison Ríos, Rodrigo Silva y Katherine Storni</i>	
Efectividad de micro/nanopartículas derivadas del aceite esencial de <i>Pimpinella anisum</i> en el control de plagas del nogal y sus productos almacenados.....	183
<i>Braian Vladimir Sosa</i>	
Valoración de los residuos de la producción e industrialización de la frutilla como fuente de bioenergía.....	197
<i>Belén Luzuriaga</i>	
Humedales de tratamiento para la estabilización de lodos biológicos provenientes de una industria láctea.....	216
<i>Esteban Luis Aguirre</i>	
Monitoreo entomológico de flebótomos de interés sanitario para la determinación del riesgo de transmisión de leishmaniasis visceral canina en Concepción del Uruguay, Entre Ríos.....	257
<i>Melissa Alveira</i>	
Peligrosidad de sitio en la playa Las Delicias, Mar del Plata.....	245
<i>Gianfranco Policastro</i>	

Evaluación de la concentración de fluoruro en aguas subterráneas y su relación con
elementos químicos naturales, Departamento de Paraguarí, Paraguay.....267
Andrea Machado

Determinación de perfil proteico y biomarcadores de inflamación en leche de cabras
Anglo Nubian.....283
Agustina Sol Ochoa

41. Salud animal

Uso Domiciliar de Trazodona Otimiza o Preparo Pré-Anestésico em Cães

Autor: Spengler, Júlia, julia.spengler03@gmail.com

Co-autor(es): Andrade Camacho, Bruna, bru.camacho12@gmail.com; Bonetto, Gustavo, gustavo.bonetto@unoesc.edu.br; Enzele, Maria Laura, maria.enzele@gmail.com; Jonck, Larissa, larissajonck96@gmail.com.

Orientador/a: Sasso Padilha, Vanessa, vanessa.sasso@ufsc.br.

Universidade Federal de Santa Catarina / Programa de Pós Graduação em Medicina Veterinária Convencional e Integrativa

Resumen

Este estudo avaliou os efeitos da administração de trazodona (8 mg/kg, VO) em casa ou na clínica sobre a sedação, facilidade de cateterização venosa e intubação, e necessidade de propofol para indução em cadelas submetidas à ovariectomia eletiva. A pesquisa clínica randomizada foi realizada na Universidade Federal de Santa Catarina, de forma prospectiva. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos (n=12 cada): grupo Tratamento Casa (TC) que recebeu trazodona (8 mg/kg, via oral) em casa e grupo Tratamento Clínica Escola (TE), que recebeu o tratamento na clínica após internação. Após 1h20min da administração do fármaco, iniciou-se a avaliação M1, que compreendeu observação da sedação no canil, seguida de avaliação da posição ocular, resposta a sons e atitude. Em seguida, foi administrada a medicação pré-anestésica com cloridrato de metadona (0,3 mg/kg, via IM). Após 15 minutos, foi realizada nova avaliação (M2). Em seguida, realizou-se cateterização da veia cefálica. A indução anestésica foi realizada com propofol (2 mg/kg/min, via IV). A administração de trazodona promoveu sedação significativa em cadelas dos grupos TE e TC, com intensificação após a MPA. Na avaliação pela Escala de Wagner, observaram-se maiores escores de sedação em M1 e M2 em ambos os grupos, com destaque para o TC, que apresentou menor reatividade sonora em M1 e sedação adicional no item postura espontânea após a metadona. Pela escala descritiva simples, verificou-se aumento dos escores em M2 em ambos os grupos, sendo que apenas no TC a diferença entre M1 e M2 foi estatisticamente significativa. O TE apresentou ainda maior facilidade para cateterização venosa.

Palabras clave: Trazodona, anestesiologia, sedação.

Uso Domiciliar de Trazodona Otimiza o Preparo Pré-Anestésico em Cães

Introducción

O estresse relacionado a visitas veterinárias e procedimentos cirúrgicos pode ativar o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, promovendo aumento do tônus simpático, liberação de catecolaminas e cortisol, o que pode agravar a morbidade no período perioperatório (VÄISÄNEN et al., 2002). Com isso, cresce o interesse por medicações ansiolíticas como a trazodona, que podem melhorar a experiência dos animais frente a estímulos estressantes como transporte, hospitalização e cirurgia (MURPHY et al., 2017). A trazodona atua como antagonista dos receptores serotoninérgicos 5-HT_{2A}, com potencial efeito sedativo e ansiolítico (CHEA; GIORGI, 2017).

Procedimentos como a ovariectomia são rotineiros na medicina veterinária e o comportamento animal pode influenciar diretamente nas necessidades anestésicas, justificando o uso de pré-medicações que reduzam o estresse (VÄISÄNEN et al., 2005). Apesar do uso crescente desses fármacos, ainda são necessários estudos que validem seus efeitos.

Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da administração oral de trazodona na dose de 8 mg/kg, em casa ou

na clínica, sobre os escores de sedação, facilidade de cateterização venosa, intubação orotraqueal e dose de propofol necessária para indução anestésica em cadelas submetidas à ovariectomia eletiva e pré-medgadas com metadona.

Objetivos

Avaliar o efeito sedativo da trazodona através da escala de Wagner et al. (2017) e Escala Numérica Descritiva (END).

Avaliar a facilidade de cateterização após o uso da trazodona, através da Escala Numérica Descritiva Simples (EDS).

Avaliar a facilidade de intubação, através da Escala Descritiva para Intubação (EDI).

Avaliar o efeito da trazodona, na redução do requerimento de propofol, quando administrada em casa ou em ambiente hospitalar.

Materiales y métodos

Aprovação Ética

Este estudo foi conduzido de acordo com as normas institucionais e nacionais para uso de animais em pesquisa, com aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob protocolo nº 4416210823. Os tutores assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

autorizando a participação dos animais na pesquisa.

Desenho Experimental

A pesquisa clínica randomizada foi realizada na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Curitibanos, de forma prospectiva.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos (n=12 cada): grupo Tratamento Casa (TC) e grupo Tratamento Clínica Escola (TE). O estudo teve avaliador cego quanto ao tratamento aplicado, sendo um único anestesista responsável pelas avaliações.

Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios pré-determinados para inclusão no estudo foram cadelas híginas, dóceis, entre 1 e 6 anos, de 5 a 15 kg, sem quaisquer alterações sistêmicas que indicasse quaisquer doenças no exame clínico e nos exames laboratoriais.

Os critérios de exclusão foram machos e animais que apresentavam qualquer evidência de doença cardíaca, hepática, renal ou metabólica no exame físico ou laboratorial, animais agressivos, que não permitiram coleta de exames, animais que não estariam no seu habitat comum no período pré cirúrgico, animais em estro e animais com menos de 60 dias pós parição.

Procedimento Clínico

A triagem inicial incluiu anamnese, exame físico, avaliação comportamental e exames

laboratoriais. Este momento foi definido como M0, com registro dos parâmetros fisiológicos (frequência cardíaca e respiratória, temperatura retal, hidratação, tempo de preenchimento capilar) e escores de sedação pelas escalas de Wagner et al. (2017) e pela Escala Numérica Descritiva Simples de Sedação (ENDSS). Após os resultados dos exames, os animais entraram para a pesquisa, seguindo a randomização pré-estabelecida.

O grupo TC recebeu trazodona (8 mg/kg, via oral) em casa, administrada por uma integrante da equipe não envolvida nas demais etapas. Após uma hora, os animais foram levados à clínica pelo tutor. O grupo TE recebeu a mesma dose e forma de administração do medicamento, porém o paciente foi internado na clínica, e após 15 minutos de adaptação foi fornecido a medicação pela mesma profissional.

A dose de trazodona foi baseada em estudo farmacocinético de Jay et al. (2013), administrada em comprimidos de 50 mg e 100 mg (Eurofarma, Brasil), ajustada para 8 mg/kg aproximadamente.

Após cerca de 1h20min da administração do fármaco, iniciou-se a avaliação M1, que compreendeu observação da sedação no canil (ENDSS e postura espontânea), seguida de avaliação da posição ocular, resposta a sons e atitude (WAGNER et al., 2017). Em seguida, foi administrada a medicação pré-anestésica (MPA) com cloridrato de metadona (Mytedon®,

Cristália, Brasil) na dose de 0,3 mg/kg, via intramuscular.

Decorridos 15 minutos da MPA, foi realizada nova avaliação (M2) dos parâmetros fisiológicos e dos escores de sedação. Em seguida, realizou-se tricotomia do membro torácico direito e cateterização da veia cefálica. A facilidade do procedimento foi avaliada conforme escala adaptada de Bortolami et al. (2015). A indução anestésica foi realizada com propofol (2 mg/kg/min, via IV, com bomba de seringa). A infusão foi interrompida quando a intubação orotraqueal foi considerada possível. A facilidade de intubação foi avaliada pela escala adaptada de Lerche et al. (2002).

Análise Estatística

Os dados foram analisados com o software GraphPad Prism 9.0. A normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Após verificação, as variáveis com distribuição normal foram analisadas por ANOVA seguida de teste t, e apresentados no formato de média $\pm$ desvio padrão. Variáveis não normais foram analisadas por Mann-Whitney com correção de Bonferroni para comparações entre grupos, e por Wilcoxon para comparações entre momentos, sendo apresentados na forma de mediana e intervalo interquartil. Diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$.

Resultados y discusión

Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos quanto ao peso, idade, intervalo entre a administração da trazodona e a indução anestésica, ou à dose administrada, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Média e desvio padrão (DP) do peso em quilogramas (Kg), idade em meses, tempo entre administração da trazodona e indução anestésica (em minutos), e dose de trazodona (mg/kg), de cadelas submetidas a ovariectomia eletiva, e tratadas com trazodona, em ambiente clínica escola (TE) ou domiciliar (TC).

	Peso (Kg)		Idade (meses)		Tempo entre adm trazodona e indução anestésica (minutos)		Dose Trazodona (mg/Kg)	
	TC	TE	TC	TE	TC	TE	TC	TE
Média	10,36	13,74	39,42	38,58	134,5	132,5	7,77	7,86
$\pm$ DP	$\pm 10,52$	$\pm 9,00$	$\pm 20,17$	$\pm 15,56$	$\pm 16,35$	$\pm 19,69$	$\pm 1,28$	$\pm 0,65$

Fonte: a autora, 2025

Em relação à avaliação da escala de Wagner (2017), no item Postura Espontânea (A1) observou-se diferença significativa entre os momentos (M0 versus M1 e M2), com aumento do escore após a administração da trazodona, independentemente do ambiente. No grupo TC, a associação com metadona promoveu sedação adicional em M2 ao comparar com M1 ($p = 0,0068$), o que não

foi evidenciado no grupo TE ($p=0,06$), conforme tabela 2.

Tabela 2– Mediana, 1º e 3º quartil da avaliação isolada dos momentos e do somatório da Escala de Wagner et al., (2017) e da escala numérica descritiva simples de sedação, de cadelas submetidas a ovariectomia eletiva, e tratadas com trazodona, em ambiente clínica escola (TE) ou domiciliar (TC).

Parâmetros	Momento	TC (mediana [1º/3º quartil])	TE (mediana [1º/3º quartil])
Postura Espontânea (A1)	M0	0 [0/0] a	0 [0/0] a
	M1	0.5 [0/1] b	1 [0/2] b
	M2	2 [1.25/2] c	2 [1/2] b
Resposta a Barulhos (A3)	M0	0 [0/0] a	0 [0/0] a
	M1	1 [0/1] b	1 [1/2] bA
	M2	1 [1/1] b	1.5 [1/2] b
Aparência Geral (A)	M0	0 [0/0] a	0 [0/0] a
	M1	1 [0/1] b	1 [1/2] b
	M2	1 [1/1] b	1.5 [1/2] b
Soma Escala de Wagner	M0	1 [1/1.75] a	0.5 [0/1] a
	M1	3 [2/4] b	4.5 [2.25/5.75] b
	M2	5 [4.25/5] c	5 [4.25/6] c
Escala Descritiva Simples (EDS)	M0	0 [0/0] a	0 [0/0] a
	M1	0 [0/0] a	0 [0/1] ab
	M2	1 [1/1] b	1 [0/1] b

Fonte: a autora, 2025.

Letras diferentes nas linhas indicam diferenças significativas entre momentos, Wilcoxon; letra A na coluna indica diferenças entre grupos, Mann Whitney seguido por Bonferroni ($p<0,05$).

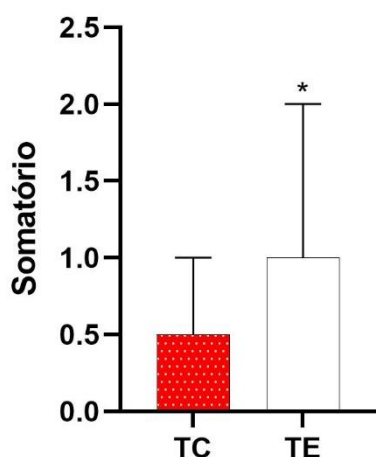
No item A3 (Resposta ao Barulho) houve redução significativa da reatividade sonora em M1 e M2 em ambos os grupos quando comparado a M0. O grupo TC apresentou escore inferior ao TE ($P = 0,04$) no M1 sugerindo melhor resposta à sedação no ambiente hospitalar, conforme tabela 2.

Observou-se aumento significativo nos escores em M1 e M2 em ambos os grupos, em relação a M0, sem diferença entre grupos, no item A4 (Atitude/aparência geral), expostos na tabela 2.

Em relação a somatória dos itens da Escala de Wagner et al., (2017) houve aumento significativo dos escores em M1 e M2 em ambos os grupos ($P < 0,004$). A administração de metadona no M2 intensificou a sedação ($P= 0,0005$) em ambos os grupos (tabela 2).

Registrou-se aumento significativo de sedação, na escala descritiva simples de sedação, em M2 para ambos os grupos ao comparar com M0 ($p=0,002$ no TC e $p=0,0078$ no TE), porém sem diferenças entre eles, conforme tabela 2. No TC, M2 diferiu significativamente de M1 ($p=0,0039$), já em TE não houve diferença estatística ($p=0,06$).

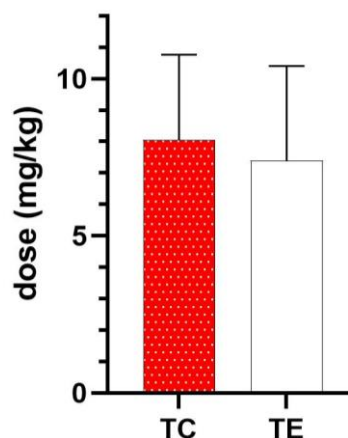
Na avaliação da facilidade de cateterização o grupo TE apresentou escore significativamente superior ao TC ($P = 0,0478$), indicando maior facilidade no procedimento (figura 1), e não houve diferença significativa entre os grupos na avaliação da intubação orotraqueal.



Fonte: a autora, 2024.

Figura 1- Média e desvio padrão da soma dos valores obtidos através da escala de facilidade de cateterização (Bortolami, 2015) de cadelas submetidas a ovariectomia eletiva, e tratadas com trazodona, em ambiente clínica escola (TE) ou domiciliar (TC).

No requerimento de propofol para indução não se observou diferença significativa entre os grupos ($P = 0,55$), sendo as médias de doses para TC e TE, $8,05 \pm 2,71$ mg/kg e $7,39 \pm 3,01$ mg/kg, respectivamente, conforme figura 2.



Fonte: a autora, 2024.

Figura 2- Média e desvio padrão da dose necessária de propofol para indução anestésica cadelas submetidas a ovariectomia eletiva, e tratadas com trazodona, em ambiente clínica escola (TE) ou domiciliar (TC).

Efeitos comportamentais positivos da trazodona já são conhecidos no âmbito científico (GILBERT-GREGORY et al., 2016; MURPHY et al., 2017; KIM et al., 2022), porém não haviam sido comparadas as respostas sedativas em diferentes contextos ambientais. O ambiente hospitalar pode ser um fator importante de estresse e desconforto para muitos cães (HEKMAN et al., 2014),

Embora a postura e a atitude geral tenham melhorado significativamente após a administração da trazodona, não houve diferença entre os ambientes, sugerindo que a ação sedativa foi eficaz em ambos os contextos. A ausência de rotação ocular (A2) era esperada, já que a trazodona, ao contrário de opioides e agonistas alfa-2, não costuma promover esse sinal

(WAGNER et al., 2017). A trazodona é um fármaco da classe de medicamentos fenilperazina, classificada como um antagonista da serotonina e inibidor da recaptação, sendo utilizado como ansiolítico, antidepressivo ou para tratar distúrbios comportamentais (GILBERT-GREGORY et al., 2016) não sendo esperado rotação de globo ocular com seu uso.

A maior atenuação da resposta a ruídos observada no grupo TC pode estar relacionada à menor reatividade dos animais já familiarizados com o ambiente, como discutido por Henrique et al. (2019), que avaliou níveis de estresse através da dosagem de cortisol em cães de canil, em que houve diminuição gradativa dos níveis de glicocorticoides, decorrente da diminuição do estresse pela adaptação ao local e aos pesquisadores

A avaliação pela escala numérica descritiva simples de sedação (ENDSS) não mostrou diferença entre os grupos sugerindo que a trazodona não elevou os escores de sedação (M1). Em contrapartida, Lueck et al. (2022) observaram aumento significativo da sedação e redução da ansiedade em cães após administração de trazodona (6,25–8,6 mg/kg VO), utilizando escalas específicas (GRINT et al., 2009; MILLS et al., 2020). Isso indica que a ausência de efeito observado neste estudo pode estar relacionada à menor

sensibilidade das escalas utilizadas frente à metodologia aplicada.

A maior facilidade na inserção do cateter no grupo TC sugere que a trazodona, quando administrada previamente em ambiente domiciliar, promoveu sedação suficiente para facilitar a contenção, mesmo em um ambiente potencialmente estressor. Já a intubação orotraqueal não diferiu entre os grupos, o que pode ser atribuído à técnica padronizada e à experiência do profissional que respeitou o tempo de indução, aguardando a ausência de reflexos palpebral, rotação de globo ocular e relaxamento mandibular para prosseguir com a intubação. (WALTERS et al., 2022). A dose de propofol não diferiu entre os grupos, o que está em concordância com Murphy et al. (2017), mas em desacordo com Hoffman et al. (2018), que observaram redução da CAM com trazodona, sugerindo possível variação na capacidade do fármaco de poupar anestésico e com Cambeiro-Camarero et al. (2025) que observaram que animais que receberam trazodona oral, duas horas antes da ida ao hospital, tiveram uma sedação mais pronunciada e necessitaram de menores doses de propofol, comparados a um grupo placebo. A qualidade e profundidade da sedação tem impacto direto no requerimento de agentes indutores durante a fase de indução anestésica. Uma boa sedação permite reduzir a dose do indutor, resultando em uma indução mais suave e

segura, com menor risco de efeitos adversos cardiovasculares e respiratórios (GRUBB et al., 2020). Provavelmente nosso resultado está diretamente relacionado ao resultado das avaliações de sedação, onde não obtivemos diferença significativa entre os grupos e por consequência a não redução do requerimento de propofol na indução anestésica.

Entre as limitações do estudo, destaca-se a ausência da mensuração da concentração plasmática de trazodona, que, segundo JAY et al. (2013), poderia confirmar o alcance do nível terapêutico. Além disso, a escala de Wagner et al. (2017) foi validada para protocolos sedativos mais potentes, o que pode ter limitado sua sensibilidade em detectar efeitos leves. A ausência de grupo placebo, embora metodologicamente relevante, foi evitada em virtude das evidências já consolidadas sobre a eficácia da trazodona.

Conclui-se que o local de administração da trazodona não influencia o grau de sedação da metadona nem na dose de propofol utilizado para a indução anestésica. No entanto, a administração da trazodona em ambiente domiciliar facilita a inserção do cateter venoso.

Conclusiones

Conclui-se que o local de administração da trazodona não influencia o grau de

sedação da metadona nem na dose de propofol utilizado para a indução anestésica.

No entanto, a administração da trazodona em ambiente domiciliar facilita a inserção do cateter venoso.

Bibliografía

- Bortolami, E., & Love, E. J. (2015). Practical use of opioids in cats: A state-of-the-art, evidence-based review. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 17(4), 283–311.
<https://doi.org/10.1177/1098612X14560035>
- Cambeiro-Camarero, N., Fernández-Martín, S., & González-Cantalapiedra, A. (2025). A preliminary study: Evaluation of oral trazodone as a strategy to reduce anesthetic requirements in bitches undergoing ovariectomy. *Animals*, 15(6), 854. <https://doi.org/10.3390/ani15060854>
- Chea, B., & Giorgi, M. (2017). Trazodone: A review of its pharmacological properties and its off-label use in dogs and cats. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 12(4), 188–194. <https://doi.org/10.3844/ajavsp.2017.188.194>
- Gilbert-Gregory, S. E., Stull, J. W., Rice, M. R., Herron, M. E., & Shepherd, K. B. (2016). Effects of trazodone on behavioral signs of stress in hospitalized dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*,

- 249(11), 1281–1291.
<https://doi.org/10.2460/javma.249.11.1281>
- Grint, N. J., Burford, J., & Dugdale, A. H. A. (2009). Does pethidine affect the cardiovascular and sedative effects of dexmedetomidine in dogs? *Journal of Small Animal Practice*, 50(2), 62–66.
<https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2008.00670.x>
- Grubb, T., Lobprise, H., Greene, S. A., Robertson, S. A., Kehlet, H., & Ko, J. C. H. (2020). AAHA anesthesia and monitoring guidelines for dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 56(2), 59–82.
<https://doi.org/10.5326/JAAHA-MS-7055>
- Hekman, J. P., Karas, A. Z., & Dreschel, N. A. (2014). Psychogenic stress in hospitalized dogs: Cross-species comparisons, implications for health care, and the challenges of evaluation. *Animals*, 4(2), 331–347.
<https://doi.org/10.3390/ani4020331>
- Henrique, F. V., da Silva, J. R., Araújo, J. A., & Silva, C. A. (2019). Avaliação do nível de estresse em cadelas de abrigo submetidas a um período de adaptação de sete dias em canis experimentais. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, 13(3), 318.
<https://doi.org/10.26605/medvet-v13n3-3288>
- Hoffman, E. A., Gruen, M. E., Thomson, A. E., Griffith, E. H., & Meurs, K. M. (2018). Effect of oral trazodone on the minimum alveolar concentration of isoflurane in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 45(6), 754–759.
<https://doi.org/10.1016/j.vaa.2018.08.002>
- Jay, A. R., Papich, M. G., & Posner, L. P. (2013). Pharmacokinetics, bioavailability, and hemodynamic effects of trazodone after intravenous and oral administration of a single dose to dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 74(11), 1450–1456.
<https://doi.org/10.2460/ajvr.74.11.1450>
- Kim, S., Lee, S., Park, J., & Kim, H. (2022). Effects of trazodone on behavioral and physiological signs of stress in dogs during veterinary visits: A randomized double-blind placebo-controlled crossover clinical trial. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 260(8), 876–883.
<https://doi.org/10.2460/javma.20.10.0547>
- Lerche, P., Muir, W. W., & Grubb, T. L. (2002). Mask induction of anaesthesia with isoflurane or sevoflurane in premedicated cats. *Journal of Small Animal Practice*, 43(1), 12–15.
<https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2002.tb00032.x>
- Lueck, L. C., Hsu, W. H., & Lin, H. C. (2022). Effects of trazodone administration on the neurologic examination in healthy dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 36(6), 2142–2148.
<https://doi.org/10.1111/jvim.16536>
- Mills, D. S., Dube, M. B., & Zulch, H. E. (2020). Development and psychometric validation of the Lincoln Canine Anxiety Scale. *Frontiers in Veterinary Science*, 7,

171.

<https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00171>

Murphy, L. A., Hughes, J. M., Lisowski, A. K., & Robertson, S. A. (2017). Effects of acepromazine and trazodone on anesthetic induction dose of propofol and cardiovascular variables in dogs undergoing general anesthesia for orthopedic surgery. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 250(4), 408–416.

<https://doi.org/10.2460/javma.250.4.408>

Väisänen, M., Raekallio, M., Kuusela, E., Hielm-Björkman, A., & Vainio, O. (2002). Evaluation of the perioperative stress response in dogs administered medetomidine or acepromazine as part of the preanesthetic medication. *American Journal of Veterinary Research*, 63(7), 969–975.

<https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.969>

Väisänen, M., Raekallio, M., Kuusela, E., Hielm-Björkman, A., & Vainio, O. (2005). Pre-operative stress in dogs: A preliminary investigation of behavior and heart rate variability in healthy hospitalized dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 32(3), 158–167.

[https://doi.org/10.1111/j.1467-](https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2005.00193.x)

[2995.2005.00193.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-2995.2005.00193.x)

Wagner, M. C., Heath, R. B., & Rishniw, M. (2017). Sedation levels in dogs: A validation study. *BMC Veterinary Research*, 13, 1027. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1027-2>

Walters, K., Dawson, A., & Clarke, K. W. (2022). Determining an optimum propofol infusion rate for induction of anaesthesia in healthy dogs: A randomized clinical trial. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 49(3), 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.vaa.2021.07.006>



39. Salud humana

Infección de piel y partes blandas en niños internados en el Hospital Regional de Ciudad del Este, 2023-2024.

Autor: Sosa Montiel, Ada María; ada.sosa96@gmail.com.

Co-autor(es): Giret, Patricia patigiret15@gmail.com; Mereles, Eva
evitamereles80@gmail.com.

González, Fátima fathiglez.sweet29@gmail.com; López, Vanessa
miurialopez1978@gmail.com;

Orientador/a: Vall, Raquel; vallraquel65@gmail.com.

Universidad Nacional del Este, Facultad de Ciencias de la Salud, Especialización en Clínica
Pediátrica.

Resumen

Las infecciones de piel y partes blandas representan el segundo motivo más frecuente de ingreso al hospital. La etiología puede ser polimicrobiana, los agentes de la infección pueden ser *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Klebsiella spp.*, Bacilos Gram positivos, bacterias anaeróbicas y hongos. El objetivo fue describir las características microbiológicas de las infecciones de piel y partes blandas de los niños internados en el servicio de pediatría del Hospital Regional de Ciudad del Este. El estudio es descriptivo, retrospectivo, de corte transversal. Se utilizaron datos de las fichas clínicas de niños internados con infecciones de piel y partes blandas en el servicio de pediatría del Hospital Regional de Ciudad del Este, desde enero del año 2023 a diciembre del año 2024. El 57,58% (n=76) de los niños con infecciones fueron del sexo masculino; la franja etaria predominante fue de 6 a 11 años con 25,76% (n=34). El microorganismo mayormente aislado fue el *Staphylococcus aureus* con el 60,14% (n=86), el 80,23% (n=69) fue resistente al antibiótico Oxacilina (SARM), el 10 % (n=9) presentó resistencia a la Clindamicina y no se encontró resistencia a Trimetoprim/sulfametoxazol y Vancomicina. La mayoría de las infecciones de piel y partes se describieron en varones y fueron causadas por *Staphylococcus aureus* con una elevada resistencia a la meticilina

Palabras clave: *Staphylococcus aureus*, piel y partes blandas, pediatría.

Introducción

Las infecciones de piel y partes blandas son causadas por alteraciones de la barrera de la piel como consecuencia de las picaduras de insectos, abrasiones, mordeduras de animales, y secundariamente por diseminación a través de la vía hemática, linfática, o por contigüidad (Escorcía Mendoza, 2023; Herrera- Castillo & Herrera-Jaramillo, 2023)

La etiología es frecuentemente polimicrobiana, pero se describe al *Staphylococcus aureus*, como responsable del 70% de los casos ; en segundo lugar, el *Streptococcus pyogenes*, y en menor medida bacilos Gram negativos aerobios, bacterias anaeróbicas y hongos. En pacientes hospitalizados, se aislaron además *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Enterococcus spp.*, *Enterobacter spp.*, *Klebsiella spp* (Marín Cruz & Carrasco Colom, 2023; Stagnaro et al., 2022)

Las infecciones bacterianas se clasifican según su profundidad, entre aquellas que abarcan: poros de la epidermis (foliculitis, forúnculos o carbunco), epidermis (impétigo), dermis (ectima, erisipela) o el tejido celular subcutáneo (celulitis, abscesos

subcutáneos), las infecciones de partes blandas pueden extenderse a mayor profundidad y afectar la fascia (fascitis necrotizante), el músculo (piomiositis) e inclusive llegar a tejido óseo (osteomielitis). Entre las más frecuentes podemos nombrar al impétigo, celulitis, erisipela, y foliculitis, siendo el impétigo la más frecuente en todo el mundo. Algunas veces es difícil diferenciar los tipos de infecciones de piel y partes blandas, ya que pueden compartir factores predisponentes y características; representando el mismo proceso, en diferentes etapas de extensión y gravedad (Cobo Vázquez & Saavedra Lozano, 2019; Escorcía Mendoza, 2023; Herrera- Castillo & Herrera-Jaramillo, 2023; Loza Sanchez, 2024; Marín Cruz & Carrasco Colom, 2023; Samudio-Domínguez, Volkart-Fernández, Marín-Ricart, & Gómez-Duarte, 2023).

Se pueden clasificar las infecciones en leves a moderadas o las graves o necrosantes causantes de una alta tasa de mortalidad; se estima en 20 a 40% de las infecciones por *Staphylococcus aureus* puede ocasionar fascitis necrotizante y alcanza hasta 80% para las miositis estreptocócicas, además las infecciones de piel y partes blandas causan el 4 a 11% de los cuadros de sepsis y pueden

producir síndromes sistémicos por la acción de sus toxinas (Fernández Toledo et al., n.d.; Loza Sanchez, 2024).

El *Staphylococcus aureus*, principal agente causal de las infecciones de piel y partes blandas se mantiene en la población humana principalmente a través de la colonización asintomática de las fosas nasales, membranas mucosas y de otras áreas húmedas del cuerpo, como la ingle, perineo y área perianal en niños y adultos sanos (Escorcía Mendoza, 2023).

En los últimos años se ha presentado un aumento de cepas de *Staphylococcus aureus* meticilino resistentes (SAMR), del 70 %, y *Streptococcus pyogenes* resistentes a eritromicina. La prevalencia de infecciones de piel y tejidos blandos debido a SAMR en la comunidad varía entre el 68-78 %, en cuanto al *Streptococcus pyogenes* la incidencia estimada en el año 2019 fue aproximadamente de 1 a 7 casos cada 100.000 habitantes, con las mayores tasas presentadas en el grupo etario de menores de 2 años (Cabrera et al., 2024; Caridi & Savini, 2022; Escorcía Mendoza, 2023; Herrera- Castillo & Herrera-Jaramillo, 2023; Palma Alejandra & Tamaño, n.d.).

En países como Estados Unidos y Canadá ha aumentado de manera importante la cantidad de consultas por infecciones de piel y partes blandas, y en países como Australia, Estados Unidos, Japón, Brasil y Argentina han descrito cepas de *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina, de adquisición

comunitaria (Abente et al., 2016).

En Paraguay las infecciones de piel y partes blandas representan el segundo motivo de ingreso al hospital más frecuente que causa bacteriemia, se reportó una prevalencia de SARM en pacientes ambulatorios pediátricos con infección de piel, partes blandas y sepsis en el 2011 de 18,7% y en el 2013 de 61% y en un estudio de 2015 a 2020, el aislamiento principal en infecciones de piel y partes blandas fue de *Staphylococcus aureus*, con un total de 72% de cepas SAMR (Abente et al., 2016; Samudio-Domínguez et al., 2023).

En el año 2013 se reportó que de 1466 pacientes internados en el servicio de pediatría del Hospital Regional de Ciudad del Este, el 6.89%(n=101) presentó infecciones de piel y partes blandas, el grupo etario predominante fue de lactantes en 42,57%, dentro de los diagnósticos, 53,47% pertenece a casos de abscesos y 26.73% a celulitis, el germen predominante fue el *Staphylococcus aureus* en 56,92%, de los cuales 32,2% fueron meticilino resistente (Patiño W, 2014).

El tratamiento de los pacientes con infección de piel y partes blandas comprende un trabajo multidisciplinario, el incremento de los mismos y de la resistencia antimicrobiana representa un hecho de importancia clínica y terapéutica en la salud pública, por lo que el conocimiento de los agentes causales y sus respectivas resistencias antimicrobianas suponen el primer eslabón para el manejo oportuno de esta patología (Edmundo Ziede et

al., 2022).

fueron del sexo masculino. Tabla 1

Objetivo

Describir las características microbiológicas de las infecciones de piel y partes blandas de los niños internados en el servicio de pediatría del Hospital Regional de Ciudad del Este.

Materiales y métodos

El estudio es observacional, descriptivo, retrospectivo, de corte transversal. Se utilizaron los datos de fichas clínicas y resultados de cultivos de piel y partes blandas de los niños internados en el servicio de pediatría del Hospital Regional de Ciudad del Este, desde enero de 2023 a diciembre del año 2024. Los cultivos fueron realizados en el Laboratorio de Microbiología del HRCDE. Se solicitó permiso a la dirección del hospital para la utilización de los datos.

Los datos fueron tabulados en una planilla Excel y fueron procesados según la estadística descriptiva con el programa Epi info. Las variables cualitativas se presentan en frecuencias absolutas y relativas.

Resultados

Durante el periodo del estudio se encontraron 132 niños con infección de piel y partes blandas. Se analizaron 143 resultados de cultivos de piel y partes blandas pertenecientes a estos niños. El rango de edad fue de 4DDV-14 años. La mayoría de los niños

Tabla1. Distribución del sexo de los niños con infección de piel y partes blandas (n=132)

Sexo	n	%
F	56	42,42
M	76	57,58
Total	132	100

La franja etaria más afectada por la enfermedad fue de 6 a 11 años. Tabla 2

Tabla 2. Distribución de la franja etaria de los niños internados con infección de piel y partes blandas (n=132)

Franja etaria	n	%
RN	5	3,79%
Menor a 2 años	33	25,00%
2 a 5 años	27	20,45%
6 a 11 años	34	25,76%
Mayor a 12 años	33	25,00%
Total	132	100

El microorganismo aislado frecuentemente fue *Staphylococcus aureus* en el 60,14% (n=86) seguido de *Streptococcus*

pyogenes 4,90% (n=7). Tabla 3

Tabla 3: Resultados de cultivos de piel y partes

blandas (n=143)

Microorganismo	n	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	86	60,14%
Negativo	29	20,28%
<i>Streptococcus pyogenes</i>	7	4,90%
<i>Serratia marcescens</i>	5	3,50%
<i>Staphylococcus coagulans</i> negativo	4	2,80%
<i>Enterobacter cloacae</i> complex	2	1,40%
<i>Candida</i> sp	1	0,70%
<i>Escherichia coli</i>	1	0,70%
<i>Escherichia hermannii</i>	1	0,70%
<i>Klebsiella oxytoca</i>	1	0,70%
<i>Klebsiella pneumoniae</i> BLEE+	1	0,70%
<i>Staphylococcus warneri</i>	1	0,70%
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	2	1,40%
<i>Streptococcus mitis</i>	1	0,70%
<i>Streptococcus oralis</i>	1	0,70%
Total	143	100%

Staphylococcus aureus fueron resistentes a la metilicina, el 10 % (n=9) presentó resistencia a la Clindamicina y no se encontró resistencia a Trimetoprim/sulfametoxazol y Vancomicina.

Discusión

La mayoría de los niños con infecciones de piel y partes blandas fueron del sexo masculino, coincidiendo con resultados de otros estudios en Cuba y en Asunción; el desarrollo de juegos riesgosos durante la infancia, así como a la actividad física más dinámica en varones que en niñas, representa un factor predisponente a este tipo de infecciones y un gen localizado en el cromosoma X está relacionado con la función del timo y secreción de inmunoglobulinas y otorga protección a las niñas (Escorcia Mendoza, 2023; Samudio-Domínguez et al., 2023; Tamayo Cordoví, 2020).

Con respecto al predominio en la franja etaria de 6 a 11 años, algunos estudios en países como Argentina indican como edad promedio los 6 años, en Cuba uno de los grupos de mayor representación constituyó la franja de 6 a 10 años y en otro estudio en el mismo país de 5 a 9 años, además en Itauguá-Paraguay predominaron los pacientes de 6 a 11 años según los datos de los años 2015 a 2020. El resultado actual de la franja etaria predominante ya no coincide con un estudio realizado en el año 2013 en nuestro hospital donde el grupo más afectado eran los menores

El 80,23 % (n=69) de los

de 2 años (Fernández Toledo et al., n.d.; 2016; Cabrera et al., 2024) González Soto, 2025; Samudio-Domínguez et al., 2023; Stagnaro et al., 2022).

El germen predominante en este estudio fue *Staphylococcus aureus* coincidiendo con un estudio en Argentina y Asunción- Paraguay (Cabrera et al., 2024; Samudio-Domínguez et al., 2023).

La mayoría de los *Staphylococcus aureus* aislados se encontraron resistentes a la oxacilina, un estudio en Argentina hace referencia a un *Staphylococcus aureus* en un 63,96% meticilino resistente, y en estudio en Asunción deja un 54% del *Staphylococcus aureus* resistente a la oxacilina (Abente et al.,

En el Hospital Regional de Ciudad del Este, todas las cepas de *Staphylococcus aureus* fueron sensibles a Trimetoprim/sulfametoxazol, coincidiendo con estudios en Argentina y dos estudios en Asunción (Abente et al., 2016; Cabrera et al., 2024; Samudio-Domínguez et al., 2023).

Conclusión

La mayoría de las infecciones de piel y partes blandas fueron causadas por *Staphylococcus aureus* con una elevada resistencia a la meticilina.

Referencias bibliográficas

- Abente, S., Carpinelli, L., Guillén, R., Rodríguez, F., Fariña, N., Laspina, F., & López, Y. (2016). Frecuencia de *Staphylococcus aureus* meticilino resistente y del factor de virulencia PVL en pacientes ambulatorios con infección de piel y partes blandas de Asunción, Paraguay. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*, 14(2). [https://doi.org/10.18004/Mem.iics/1812-9528/2016.014\(02\)](https://doi.org/10.18004/Mem.iics/1812-9528/2016.014(02))
- Cabrera, R. R., Tubaro, C., Dominguez, R., Hinojosa, M., Mosca, S., & De Leo, G. (2024). Prevalencia de *Staphylococcus aureus* y su sensibilidad antibiótica en aislamientos en infecciones de piel y partes blandas en pacientes ambulatorios. *Actualizaciones En Sida e Infectología*. <https://doi.org/10.52226/revista.v32i114.186>
- Caridi, J., & Savini, S. (2022). Enfermedad invasiva por *Streptococcus Pyogenes*. *Revista Hospital Niños Buenos Aires*.
- Cobo Vázquez, E., & Saavedra Lozano, J. (2019). *Infecciones de la piel y partes blandas (I): impétigo, celulitis, absceso*. Madrid, España. Retrieved from www.guiabae.es.
- Edmundo Ziede, R., Javiera Ojeda, G., Matías Cortés, Z., Nafissa Laborde, R., Nicolás

- Barría, A., & Jaime Jans, B. (2022). Factores de riesgo asociados a evolución desfavorable en el tratamiento de las infecciones de partes blandas. *Revista de Cirugía*, 74(2), 149–156. <https://doi.org/10.35687/s2452-454920220021286>
- Escorcía Mendoza, K. (2023). *Infeccion de piel y partes blandas*. Cuba. Retrieved from <https://orcid.org/0009-0000-3896-8912>
- Fernández Toledo, E., Gómez García, N., Machado Gómez, G., Santana Molina, R., Suárez Morales, O., & Madrigal Mora, L. (n.d.). Infecciones graves de piel y partes blandas. *Acta Médica Del Centro*, 17(4), 2023.
- Gonzalez Soto, Yikziam. G. G. Maryla. R. B. Gretel. T. G. B. Joseph. (2025). Comportamiento de los pacientes pediátricos con infecciones de piel y partes blandas. *Folia Dermatológica Cubana*.
- Herrera- Castillo, W. A., & Herrera-Jaramillo, M. I. (2023). IMPÉTIGO, CELULITIS, ERICIPELA & FOLICULITIS EN PACIENTES PEDIÁTRICOS. *Revista Científica Arbitrada En Investigaciones de La Salud "GESTAR"*, 6(12).
- Loza Sanchez, E. (2024). INFECCIÓN DE PIEL Y PARTES BLANDAS, TRATAMIENTO EN EDAD PEDIÁTRICA. *Enfermería Investiga*, 9(2).
- Marín Cruz, I., & Carrasco Colom, J. (2023). Infecciones de piel y partes blandas. In *Sociedad Española de Infectología*. Madrid, España. Retrieved from www.aeped.es/protocolos/
- Palma Alejandra, & Tamaño, E. (n.d.). *Infeccion de piel y partes blandas*.
- Patiño W, V. R. , M. E. , S. N. . (2014). Caracterización de infecciones en piel y partes blandas, en el Servicio de Pediatría del Hospital Regional de Ciudad del Este. In *Pediatr. (Asunción)* (Vol. 41). Asuncion, Paraguay. Retrieved from <http://scielo.iics.una.py>
- Samudio-Domínguez, G. C., Volkart-Fernández, K. E., Marín-Ricart, M. R., & Gómez-Duarte, G. E. (2023). Infecciones causadas por *Staphylococcus aureus* de la Comunidad. Estudio de sensibilidad y tendencias en población pediátrica. Años 2015 a 2020. *Revista Del Instituto de Medicina Tropical*, 18(1), 21–29. <https://doi.org/10.18004/imt/2023.18.1.4>
- Stagnaro, J. P., Lisarrague, S., Bernstein, J. C., Schell, C., Fortunato, E., Santolin, C., ... Sparo, M. D. (2022). Características clínicas y microbiológicas de infecciones de piel y partes blandas en pacientes pediátricos de dos hospitales de Buenos Aires. *Actualizaciones En Sida e Infectología*. <https://doi.org/10.52226/revista.v30i108.109>
- Tamayo Cordoví, Alitza. a C. B. Tamara. M. Y. Elías. S. P. Y. Yanet. L. R. A. María. (2020). Factores de riesgo asociados a bacteriemia

en lactantes. Servicio de Clínicas
Pediátricas 2019. *Revista Sinapsis*, 1.

6. – Saúde humana

Cuando la boca habla lo que la mente siente: Evaluación de biomarcadores salivares y asociación con el estrés percibido en docentes de instituciones de educación superior

Autor: Ferreira, Fábio Castro; E. mail: fabiobiomed@discente.ufg.br

Co-autor: Rocha, Jhonathan Gonçalves

Orientadora: Guillo, Lúdia Andreu; E. mail: guillo@ufg.br

Universidad de origen: Faculdat de Medicina, Universidad Federal de Goiás

Resumen

El estrés activa las respuestas neuroendocrinas e inmunológicas, siendo el cortisol salival y la IgA biomarcadores importantes de esta condición. En el ámbito académico, el estrés laboral es una preocupación, especialmente entre el profesorado universitario. Este estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre el estrés percibido y los cambios en los niveles de cortisol salival e IgA en el profesorado de dos instituciones de educación superior en Goiás. Se trató de un estudio observacional, analítico y transversal con una muestra de 35 profesores seleccionados aleatoriamente. Se recopilaron datos sobre estilo de vida, salud y trabajo mediante cuestionarios, además de muestras de saliva analizadas en laboratorios especializados. El análisis estadístico utilizó pruebas apropiadas para variables categóricas y numéricas. La investigación fue aprobada por los Comités de Ética de la Universidad Federal de Goiás y el Centro Universitario Alfredo Nasser, en el estado de Goiás, Brasil. La muestra mostró un predominio de enfermeros en la institución pública y científicos biomédicos en la privada ($p < 0,001$), sin diferencias significativas entre los grupos en cuanto a datos sociodemográficos. Las puntuaciones de estrés percibido fueron similares entre el profesorado de instituciones públicas y privadas ($p = 0,552$). Sin embargo, los niveles de cortisol ($p = 0,020$) e IgA ($p = 0,014$) fueron significativamente más altos en el profesorado de instituciones privadas. No se observó correlación entre los biomarcadores y el estrés percibido, la edad ni la antigüedad. Se concluye que el entorno institucional puede influir en la respuesta fisiológica al estrés, incluso sin diferencias en la percepción subjetiva.

Palabras clave: Estrés, profesores universitarios, biomarcadores salivales

Introducción

El estrés laboral se ha reconocido como una preocupación creciente en el ámbito académico, especialmente entre el profesorado de educación superior. La presión por el rendimiento, la sobrecarga laboral y la falta de reconocimiento son factores frecuentemente asociados con enfermedades mentales y físicas en el profesorado (Batista et al., 2016; Campos; Véras; Araújo, 2020).

Tradicionalmente, la evaluación del estrés se realiza mediante cuestionarios de autoadministración, como la Escala de Estrés Percibido (ESP). Sin embargo, estos instrumentos pueden verse influenciados por la subjetividad de los encuestados. En este contexto, los biomarcadores salivales están surgiendo como herramientas objetivas y no invasivas para medir la respuesta fisiológica al estrés (Damásio, 2014; Santos et al., 2021).

El cortisol salival es uno de los biomarcadores más estudiados, y refleja la activación del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal (HPA) en situaciones de estrés. Las investigaciones indican que los niveles elevados de cortisol se asocian con respuestas fisiológicas al estrés, como el aumento de la frecuencia cardíaca y la presión arterial (Gordis et al., 2006).

Además del cortisol, la inmunoglobulina A (IgA) secretora salivar desempeña un papel crucial en la defensa de las mucosas

oral y respiratoria, siendo sensible a las variaciones del estrés psicológico. Estudios demuestran que el estrés académico puede reducir significativamente los niveles de IgA salivar, lo que indica una disminución de la inmunidad local (Deinzer et al., 2000; Guo et al., 2002).

El estrés psicológico prolongado se asocia con cambios en la proporción de IgA respecto a su componente secretor, lo que sugiere una disminución de la disponibilidad y el transporte de IgA en la mucosa (Bosch et al., 2002). Esta evidencia destaca la importancia de monitorizar los niveles de IgA salivar como indicadores de la respuesta inmunitaria al estrés, especialmente en entornos laborales y educativos.

En Brasil, estudios con docentes de primaria identificaron niveles elevados de cortisol salivar asociados con el estrés laboral. Sin embargo, la relación entre el estrés percibido y los biomarcadores salivales en el profesorado de educación superior aún requiere mayor investigación (Batista et al., 2016).

El análisis de biomarcadores salivales ofrece ventajas metodológicas, como la recolección no invasiva y la posibilidad de monitorización en tiempo real. Estas características convierten a los biomarcadores salivales en herramientas prometedoras para los estudios sobre el estrés en el profesorado universitario

(Santos et al., 2021).

Comprender la relación entre el estrés percibido y los biomarcadores salivales puede contribuir al desarrollo de estrategias de intervención más eficaces dirigidas a promover la salud mental y el bienestar del profesorado.

Objetivos

Este estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre el estrés percibido y los cambios en los niveles de cortisol salival e IgA en el profesorado de dos instituciones de educación superior en Goiás.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio observacional con un diseño analítico y transversal. Inicialmente, participaron 50 docentes de dos instituciones de educación superior (IES) ubicadas en las ciudades de Goiânia y Aparecida de Goiânia: 25 de la Universidad Federal de Goiás (UFG) y 25 del Centro Universitario Alfredo Nasser (UNIFAN).

Se incluyó en el estudio a docentes con al menos seis meses de experiencia continua, independientemente del área o disciplina impartida. Los criterios de exclusión incluyeron: abandono de la participación, embarazo, uso de anticonceptivos o medicamentos que pudieran afectar los niveles de cortisol (como ansiolíticos, antidepresivos o corticosteroides), presencia de trastornos endocrinos, presencia de enfermedades

agudas en el momento de la recolección de saliva y falta de sueño la noche anterior a la recolección. Tras aplicar los criterios de elegibilidad y considerar los abandonos, la muestra final quedó compuesta por 35 docentes. La recolección de datos se llevó a cabo entre diciembre de 2024 y abril de 2025. La selección de la muestra fue aleatoria, con base en listas proporcionadas por los departamentos de Recursos Humanos de las instituciones. Los participantes seleccionados fueron invitados por teléfono y correo electrónico a participar en reuniones explicativas sobre la investigación. Quienes aceptaron firmaron un formulario de consentimiento y completaron un formulario de historial médico con preguntas sobre estilo de vida y condiciones laborales.

Para compensar las posibles pérdidas de muestra, se realizaron selecciones aleatorias adicionales. El formulario de historial médico incluía información sobre salud, uso de medicamentos, hábitos diarios, así como carga de trabajo y rutina. Con base en esta información, se aplicaron adecuadamente los criterios de exclusión. Se utilizaron tres instrumentos principales: el formulario de historial médico con campos para recopilar información sobre condiciones de vida y hábitos, la escala de estrés percibido e instrucciones para la recolección de muestras de saliva. El instrumento elegido para identificar el estrés fue la Escala de Estrés Percibido

(Cohen y Williamson, 1988), traducida y validada por Luft et al. (2007). La escala consta de 14 preguntas con opciones de respuesta de 0 a 4 en una escala Likert (nunca, casi nunca, a veces, casi siempre y siempre). La puntuación se calcula sumando los puntos de cada pregunta y puede variar de 0 a 56. El cuestionario no fue administrado ni calificado por psicólogos. Por lo tanto, el propio investigador llevó a cabo esta etapa.

Cada participante recibió instrucciones verbales y escritas, y la recolección se programó individualmente. Se entregaron cuatro tubos Salivette Cortisol® a cada docente, que se utilizaron para recolectar saliva durante el horario laboral, tras un descanso de 30 minutos. Las muestras se almacenaron refrigeradas y posteriormente se congelaron hasta su envío a los laboratorios correspondientes.

Los análisis de laboratorio fueron realizados por dos laboratorios especializados: Álvaro Apoyo (Grupo DASA) y Lab-to-Lab Pardini (Grupo Fleury), que determinaron los niveles de cortisol e IgA salivares mediante electroquimioluminiscencia y nefelometría, respectivamente. Las muestras se transportaron congeladas, de acuerdo con la normativa de la ANVISA (RDC n.º 504/2021 y 786/2023), lo que garantiza la conservación de sus características biológicas. En el análisis estadístico, se utilizaron frecuencias absolutas y relativas

para las variables categóricas, y las comparaciones entre instituciones públicas y privadas se realizaron mediante la prueba de chi-cuadrado o, cuando correspondía, la prueba exacta de Fisher. Se evaluó la normalidad de las variables numéricas (prueba de Shapiro-Wilk) y la homogeneidad de varianzas (prueba de Levene). Cuando se cumplieron los supuestos, se aplicó la prueba t para muestras independientes.

La correlación entre el estrés percibido, el cortisol y los niveles de IgA se examinó mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Se adoptó un nivel de significación estadística del 5% ($p < 0,05$). El análisis de datos se realizó con IBM SPSS Statistics (versión 20.0), con información adicional organizada en Microsoft Excel 365.

El estudio fue aprobado por los Comités de Ética en Investigación de la UFG y la UNIFAN, de conformidad con los principios éticos de la Resolución n.º 466/2012 del Consejo Nacional de Salud (CNS), la Ley n.º 14.874/2024 y la Ley General de Protección de Datos (LGPD – Ley n.º 13.709/2018). La participación de los voluntarios se determinó mediante la firma de un formulario de consentimiento informado, garantizando el anonimato, la confidencialidad de la información y el derecho a retirarse en cualquier momento.

Resultados y Discusión

El estudio se realizó con una muestra de 35 profesionales con formación en fisioterapia (n=1), biología (n=5), farmacia (n=4), biomedicina (n=9), nutrición (n=3), enfermería (n=11) e ingeniería (n=2), con mayor número de enfermeros en las IES públicas y mayor número de profesionales biomédicos en las IES privadas (p<0,001). La Tabla 1 presenta los datos sociodemográficos de ambos grupos.

Tabla 1 – Datos sociodemográficos de docentes de IES privadas y públicas.

	Privada (n=18)	Pública (n=17)	Valor p
Edad (años)**	42,7 (8,7)	43,5 (±11,0)	0,825
Sexo*			
Masculino	4 (22,2)	4 (23,5)	0,928
Femenino	14 (77,8)	13 (76,5)	
Raza*			
Marrón	4 (22,2)	4 (25,0)	0,654
Blanca	13 (72,2)	9 (56,2)	
Negra	1 (5,6)	3 (18,8)	
Ciudad de residencia*			
Goiânia	16 (88,9)	17 (100,0)	0,163
Aparecida de Goiânia	2 (11,1)	0 (0,0)	
Estado Civil*			
Divorciado	1 (5,6)	0 (0,0)	0,740
Casado	11 (61,1)	11 (64,7)	
Soltero	6 (33,3)	6 (35,3)	
Hijos*			
Sim	10 (55,6)	6 (35,3)	0,386
Não	8 (44,4)	11 (64,7)	
Tiempo de trabajo (años)**	14,6 (7,10)	16,5 (10,2)	0,533

Los datos se presentan en frecuencia absoluta y relativa (%), excepto la edad y tiempo de trabajo, que

se presentaron como media y desviación estándar.

*Prueba de chi-cuadrado o exacta de Fisher.

**Prueba t para datos independientes.

No se encontraron diferencias entre los participantes de IES privadas ($\bar{X} = 24,8 \pm 7,6$) y públicas ($\bar{X} = 26,6 \pm 10,6$) en la puntuación de la Escala de Estrés (p = 0,552, Figura 1).

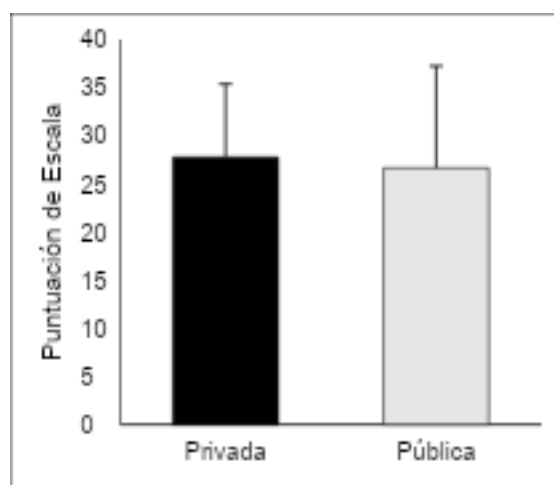


Figura 1 – Puntuaciones de la Escala de Estrés Percibido de participantes de instituciones de educación superior privadas y públicas.

Datos presentados como media y desviación estándar. *p<0,05: en comparación con las instituciones de educación superior públicas.

*Prueba t independiente.

Se encontraron niveles salivales más elevados de cortisol (p = 0,020) e IgA (p = 0,014) en los participantes de IES privadas en comparación con los de IES públicas (Figura 2; Tabla 2).

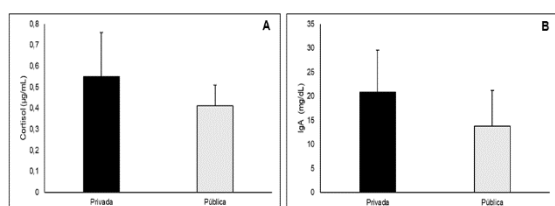


Figura 2 – Niveles salivares de (A) cortisol y (B) IgA de participantes de IES privadas y públicas.

Datos presentados como media y desviación estándar. * $p < 0,05$: en comparación con la institución de educación superior pública.

*Prueba t independiente.

Tabla 2 – Niveles de cortisol e IgA salivares de participantes de IES privadas y públicas.

Variável	Privada	Pública	Valor de p*
Cortisol (µg/mL)	0,55 (±0,21)	0,41 (±0,11)	0,020
IgA (mg/dL)	20,9 (±8,7)	13,8 (±7,4)	0,014

Datos presentados como media y desviación estándar. * $p < 0,05$: en comparación con la institución de educación superior pública.

*Prueba t independiente.

No se observaron asociaciones entre la puntuación de la Escala de Estrés Percibido y los niveles de cortisol salival ($p = 0,362$) e IgA ($p = 0,433$) (Figura 3). Tampoco se observaron asociaciones entre la puntuación de la Escala de Estrés Percibido, los niveles de cortisol salival e IgA, la edad y tiempo de trabajo ($p > 0,05$).

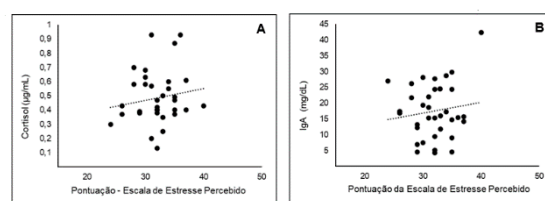


Figura 3 – Correlación de las puntuaciones de la Escala de Estrés Percibido con los niveles salivares de (A) cortisol y (B) IgA.

¥Prueba estadística – Correlación de Pearson

El análisis de biomarcadores salivales, como el cortisol, ha demostrado ser una herramienta prometedora para evaluar el estrés percibido en el profesorado de educación superior. Estudios previos indican que el cortisol salival refleja la activación del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal (HHA).

En el contexto académico, el estrés laboral es una realidad para muchos profesores, influenciado por factores como la carga de trabajo, la presión por obtener resultados y la falta de reconocimiento. Estos factores pueden provocar cambios fisiológicos detectables mediante biomarcadores salivales, lo que proporciona una evaluación objetiva del estrés percibido.

La recolección de saliva para el análisis de biomarcadores ofrece ventajas metodológicas, como la no invasividad y la facilidad de toma de muestras. Además, permite la recolección en diferentes momentos del día, lo que permite evaluar los ritmos circadianos de cortisol y las respuestas al estrés en tiempo real.

Estudios con profesorado de educación

superior han revelado que los niveles elevados de cortisol salival se asocian con el estrés laboral. Por ejemplo, un estudio reveló que los profesores mostraron niveles elevados de cortisol durante períodos de evaluación y después de situaciones docentes desafiantes. Además del cortisol, se ha investigado la α -amilasa salival como marcador de estrés. Las investigaciones indican que la α -amilasa salival aumenta en respuesta al estrés psicológico y físico, lo que refleja la activación del sistema nervioso simpático. Es importante destacar que la interpretación de los niveles de cortisol y α -amilasa debe considerar factores individuales como la edad, el sexo, los hábitos de vida y el estado de salud. Por ejemplo, estudios indican que las mujeres pueden tener niveles más altos de cortisol salival que los hombres.

Además, la percepción subjetiva del estrés, medida mediante escalas como la Escala de Estrés Percibido (PSS), podría no correlacionarse directamente con los niveles de biomarcadores salivales. Esto sugiere que el estrés percibido y el estrés fisiológico pueden verse influenciados por diferentes factores y procesos psicológicos.

Integrar evaluaciones subjetivas y objetivas del estrés puede proporcionar una comprensión más completa de los impactos del estrés en la salud del profesorado. Por ejemplo, un estudio

comparó tres actividades para reducir el estrés (meditación, yoga y ejercicio aeróbico) y descubrió que la meditación y el yoga resultaron en niveles más bajos de cortisol salival en comparación con el ejercicio aeróbico. Estos hallazgos sugieren que las intervenciones basadas en técnicas de relajación pueden ser eficaces para reducir el estrés fisiológico en el profesorado. Sin embargo, es necesario considerar la adherencia y la eficacia de estas intervenciones en diferentes contextos institucionales y culturales.

En Brasil, una investigación con profesorado de educación básica identificó niveles elevados de cortisol salival asociados al estrés laboral. No obstante, la relación entre el estrés percibido y los biomarcadores salivales en el profesorado de educación superior aún requiere mayor investigación (Silva; Guillo; Agrícola, 2018). Implementar programas de reducción del estrés, como talleres de mindfulness o sesiones de relajación, puede contribuir a mejorar el bienestar docente. No obstante, es fundamental evaluar la eficacia de estas intervenciones mediante estudios controlados a largo plazo. Asimismo, las políticas institucionales que promueven entornos laborales saludables, con cargas de trabajo equilibradas y reconocimiento profesional, pueden actuar como factores de protección contra el estrés laboral.

La formación continua del profesorado en

estrategias de gestión del estrés también es un enfoque relevante. Los cursos y la formación que abordan técnicas de afrontamiento y resiliencia pueden capacitar al profesorado para afrontar mejor los retos de la vida académica diaria. Es importante destacar que la evaluación del estrés debe realizarse de forma ética, respetando la privacidad del profesorado y garantizando el consentimiento informado para la recolección de muestras biológicas. Además, los resultados obtenidos deben interpretarse con cautela, considerando las limitaciones de los métodos utilizados y la complejidad de las respuestas fisiológicas al estrés.

La investigación continua en esta área es esencial para el desarrollo de estrategias eficaces que promuevan la salud y el bienestar del profesorado. Los estudios longitudinales que monitorizan los efectos del estrés a lo largo del tiempo y evalúan la eficacia de las intervenciones son particularmente relevantes. En resumen, la evaluación de biomarcadores salivales, como el cortisol y la α -amilasa, combinada con la percepción subjetiva del estrés, ofrece un enfoque integral para comprender los impactos del estrés en la salud docente. Esta integración puede fundamentar políticas y prácticas institucionales que promuevan entornos laborales más saludables y sostenibles.

Conclusiones

Este estudio identificó diferencias significativas en los niveles de biomarcadores salivales entre el profesorado de instituciones públicas y privadas de educación superior, aunque la percepción subjetiva del estrés fue similar entre los grupos. El profesorado de instituciones privadas presentó concentraciones de cortisol e IgA salivales significativamente más altas en comparación con el de instituciones públicas, lo que sugiere una respuesta fisiológica al estrés más intensa en este grupo, incluso con puntuaciones equivalentes en la Escala de Estrés Percibido.

A pesar de estas diferencias bioquímicas, no se encontraron correlaciones estadísticamente significativas entre los niveles de estrés percibido y los biomarcadores analizados, lo que podría indicar que los mecanismos fisiológicos de respuesta al estrés no se reflejan directamente en la percepción subjetiva reportada por el profesorado. Además, variables sociodemográficas como la edad y la antigüedad tampoco se asociaron con los niveles de estrés ni con los biomarcadores evaluados.

Estos hallazgos refuerzan la importancia de utilizar medidas objetivas y subjetivas de forma complementaria en la evaluación del estrés laboral, ya que el impacto psicofisiológico podría no ser plenamente

reflejado únicamente por los autoinformes. Se recomienda que futuras investigaciones amplíen la muestra y consideren variables contextuales y organizacionales que puedan influir en la salud mental y fisiológica de los profesionales de la educación superior.

Referencias Bibliográficas

- Batista, L., Silva, R. M. C., Costa, M. Q. S., & Sousa, A. R. (2021). Estresse ocupacional, saúde mental e gênero entre docentes do ensino superior: Revisão integrativa. *Saúde e Sociedade*, 30(1), e190025.
<https://doi.org/10.1590/S0104-12902021e190025>
- Bosch, J. A., Ring, C., de Geus, E. J. C., Veerman, E. C. I., & Amerongen, A. V. N. (2002). The effects of psychological distress on salivary secretory immunity. *Psychosomatic Medicine*, 64(3), 381–387. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11914462/>
- Campos, A. C., Vêras, R. S., & Araújo, T. M. (2021). Estresse ocupacional, saúde mental e gênero entre docentes do ensino superior: Revisão integrativa. *Saúde e Sociedade*, 30(1), e190025.
<https://doi.org/10.1590/S0104-12902021e190025>
- Damásio, B. (2014). Dimensionalidade da Escala de Estresse Percebido (Perceived Stress Scale, PSS-10) em uma amostra de professores escolares. Recuperado de <https://www.academia.edu/7617106/>
- Deinzer, R., Kleineidam, C., Stiller-Winkler, R., Idel, H., & Bachg, D. (2000). Prolonged reduction of salivary immunoglobulin A (sIgA) after a major academic exam. *International Journal of Psychophysiology*, 37(3), 219–232. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10858568/>
- Gordis, L., Granger, D. A., Susman, E. J., & Trickett, P. K. (2006). Avaliação das atividades do SAM e do eixo HPA durante o TSST, através da análise das concentrações salivares de alfa-amilase e cortisol. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 91(1), 1–6.
- Guo, Z.-Q., Zhang, J.-Q., & Zhang, J.-P. (2002). Perturbation of secretory IgA in saliva and its daily variation by academic stress. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 6, 268–272. Recuperado de <https://environhealthprevmed.biomedcentral.com/articles/10.1007/BF02897981>
- Kudielka, B. M., Ditzen, B., Wüst, S., & Weerth, C. (2023). Teachers'

physiological and self-reported stress, teaching practices and students' learning outcomes in Grade 1. *British Journal of Educational Psychology*, 93(1), 1–17.

<https://doi.org/10.1111/bjep.12529>

Santos, S. V. M., Oliveira, M. M. A., Costa, R. A., & Goulart, C. T. (2021). Associação da alfa amilase salivar com a ansiedade e o estresse de profissionais de enfermagem. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 29, e3468. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.4859.3468>

Schneider, M., Härtel, T., Herpertz, S. C., & Schächinger, H. (2023). The diurnal course of salivary cortisol and alpha-amylase on workdays and leisure days in teachers and the role of social isolation and neuroticism. *Psychoneuroendocrinology*, 141, 105759.

<https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2022.105759>

Silva, R. A. O., Guillo, L. A., & Agrícola, N. P. A. (2018). Assessment of salivary cortisol and perceived stress in teachers. *American Journal of Educational Research*, 6, 1264–1270.

Wagner, D., & Pearcey, S. M. (2022). Perceived stress and salivary biomarkers in educators:

Comparison among three stress reduction activities. *Journal of Educational Psychology*, 114(4), 550–561.

<https://doi.org/10.1037/edu000053>

Agradecimientos

Agradecemos al comité organizador del congreso la oportunidad de presentar este trabajo en Argentina. También agradecemos a nuestros colegas del grupo de investigación y a nuestra orientadora. Agradecemos también a las instituciones de investigación por su continuo apoyo. Este estudio fue posible gracias a la colaboración y dedicación de todos los involucrados. Agradecemos especialmente a la Oficina de Relaciones Internacionales de la Universidad Federal de Goiás por su apoyo y financiación. Esperamos que nuestra contribución enriquezca los debates del evento. Muchas gracias por su hospitalidad y por el intercambio de conocimientos.

Financiamiento

Queremos agradecer al gobierno brasileño por la beca de doctorado a través de CAPES y a nuestra asesora, coordinadora del Laboratorio de Bioquímica Celular del Instituto de Ciencias Biológicas de la Universidad Federal de Goiás, Doctora Lídia, por el apoyo financiero para el desarrollo de esta investigación.

39.- Salud Humana

Trayectorias y Desafíos en el Modelo de la Esquizofrenia como Trastorno de la Ipseidad

Autor: Álvarez Fernández, Pablo; pablo.alvarezf@estudiantes.uv.cl

Orientador: López-Silva, Pablo; pablo.lopez@uv.cl

Universidad de Valparaíso / Escuela de Psicología

Resumen

La esquizofrenia es una de las condiciones mentales más complejas que existe, y que afecta a cerca de 24 millones de personas. En los últimos años han re-emergido una serie de modelos fenomenológicos de la condición, por ejemplo, el Modelo de la Esquizofrenia como Trastorno de la Ipseidad (IDM). El IDM caracteriza los síntomas de la condición como alteraciones radicales en la estructura subjetiva de la conciencia. Asimismo, el IDM ha nutrido la práctica clínica con descripciones precisas de la experiencia de los pacientes. Estas descripciones a su vez han permitido la creación de instrumentos clínicos para el análisis de las experiencias de los pacientes como el Examination of Anomalous Self-Experience (EASE) o el Examination of Anomalous World Experience (EAW). Recientes críticas provenientes desde la filosofía de la psiquiatría han motivado la formulación de una versión revisada del modelo (IDMr). Sin embargo, no todos los defensores del IDM comparten esta estrategia y algunos se preguntan incluso si realmente existe continuidad entre los dos modelos. Esta investigación analiza el tránsito del IDM al IDMr con el fin de clarificar los alcances y limitaciones de las aproximaciones fenomenológicas a la esquizofrenia. Así, luego de clarificar las principales ideas del IDM con un énfasis especial en la manera en que caracteriza el concepto de ipseidad, la investigación explora las críticas más relevantes al modelo original y evalúa las respuestas que sus defensores han elaborado. Luego, se examina brevemente la versión revisada del modelo, evaluando los avances que representa, los problemas que deja abiertos y el grado de continuidad que mantiene con respecto a su formulación original.

Palabras clave: Esquizofrenia, Psiquiatría, Ipseidad.

Introducción

La idea de que condiciones como la esquizofrenia podrían ser caracterizadas como enfermedades del cerebro parece ser popular en la psiquiatría actual (Borsboom et al., 2019; Insel & Cuthbert, 2015; Kendler, 2001; cf. Gault et al., 2022). Ahora, si bien ha permitido la exploración de las bases neurofisiológicas de la esquizofrenia - permitiendo también la exploración de terapias farmacológicas -, este enfoque no ha estado exento de críticas (De Haan, 2020; Fuchs, 2018, 2021; Gómez-Carrillo & Kirmayer, 2023; Madeira et al., 2019; Maisel & Ruby, 2022; Sass, 1998; Summa, 2023). Para algunos, esta forma de entender las condiciones psiquiátricas invisibiliza la experiencia del sujeto sufriente en la construcción del *explananda* de la disciplina (Fuchs, 2021; López-Silva & Abarca, 2023; Lysaker & Lysaker, 2010), y el problema de esto es que los síntomas de la esquizofrenia constituyen, ante todo, experiencias conscientes para un sujeto (López-Silva, 2024). Al ignorar la complejidad de la experiencia consciente de la persona que sufre, el neurocentrismo propio de la psiquiatría tradicional terminaría descuidando uno de los aspectos más constitutivos de la psicopatología. En este contexto, la psicopatología fenomenológica ha ofrecido históricamente una alternativa al

reduccionismo de la psiquiatría tradicional al emplear el método fenomenológico para explorar y describir la estructura de la experiencia consciente en la psicosis desde el punto de vista de la primera persona (Mishara, Lysaker y Schwartz 2014; Sass & Parnas, 2003; Jaspers, 1993; Conrad, 1997, Blankenburg, 2001; Minkowski, 1970; entre muchos otros). Así, este enfoque permitiría poner al sujeto en el centro de la caracterización de la esquizofrenia y sus síntomas (Parnas, 2011; Parnas & Sass, 2013; Stanghellini et al., 2019). El Modelo de la Esquizofrenia como Alteración de la Ipseidad - IDM de ahora en adelante - se ha transformado en uno de los enfoques más populares dentro de la tradición de la psicopatología fenomenológica (Broeker & Broome, 2024; Feyaerts & Sass, 2024; Raballo et al., 2025; Sass & Feyaerts, 2024b; cf. Feyaerts et al., 2024). El IDM ha permitido integrar la tradición fenomenológica clásica con diversas áreas de la psiquiatría tradicional, la filosofía de la mente, las ciencias cognitivas, y, además, ha logrado informar el diagnóstico, la práctica y la investigación clínica (Feyaerts & Sass, 2024; Nelson et al., 2009; Parnas et al., 2005, 2011; Sass et al., 2017, 2018; Sass & Byrom, 2015; Sass & Feyaerts, 2024b). El IDM caracterizará la esquizofrenia como una disrupción radical de la constitución

subjetiva de la experiencia consciente (Feyaerts & Sass, 2024; Henriksen et al., 2019; Raballo et al., 2025; Sass & Parnas, 2003; Sass & Feyaerts, 2024b). El IDM sugiere que la esquizofrenia es un trastorno de la ipseidad, esto es, un trastorno en cómo se constituye la sensación pre-reflexiva de ser el sujeto consciente de todas nuestras experiencias (Parnas, 2003; Sass & Parnas, 2003; Zahavi, 2005). Ahora bien, la creciente popularidad del IDM no lo ha eximido de críticas (Broeker & Broome, 2024; Carruthers & Musholt, 2018; Kyselo, 2016; Mishara, 2007a, 2007b). Recientemente, objeciones provenientes del campo de la filosofía de la mente, las ciencias cognitivas y la misma tradición fenomenológica han llevado a uno de los defensores originales del modelo - Louis Sass - a proponer una versión revisada - IDMr de ahora en adelante (Feyaerts & Sass, 2024; Sass & Feyaerts, 2024b) -, esto, con la promesa de resolver algunos de los problemas fundamentales atribuidos a la formulación original del modelo (Feyaerts & Sass, 2024).

Si bien existen intentos por sistematizar las limitaciones del IDM en la actualidad, aún parece faltar una revisión comprensiva de las objeciones que han motivado su reciente reformulación, y, por consiguiente, formas de comprender la trayectoria y el estado actual del modelo.

Un análisis detallado de este asunto no solo permitiría esclarecer los supuestos filosóficos y empíricos que sustentan el modelo original, sino que también ofrece una vía para evaluar la solidez y coherencia interna del modelo revisado. De forma más general, explorar el tránsito del IDM al IDMr permitiría clarificar los alcances y limitaciones de la aproximación fenomenológica a la esquizofrenia.

Objetivos

El presente trabajo revisa las trayectorias y desafíos del IDM, contribuyendo al debate acerca de si el IDMr mantiene continuidad teórica con el modelo original o si, por el contrario, constituye un giro conceptual que marca un punto de quiebre en la evolución del enfoque fenomenológico en psiquiatría.

Iipseidad y los Síntomas de la Esquizofrenia

El IDM señala que la esquizofrenia sería una alteración radical de la ipseidad, lo que llevaría a una desestructuración general de la experiencia consciente, del sí-mismo, el otro y la realidad. (Feyaerts & Sass, 2024; Parnas et al., 2005; Sass et al., 2011, 2017; Sass & Parnas, 2003; Sass & Byrom, 2015). Esta forma de entender la esquizofrenia permitiría unificar síntomas aparentemente heterogéneos bajo una mirada

comprehensiva, permitiendo la sistematización de diversos cambios pervasivos y persistentes en la estructura de la conciencia que serían sintomáticos de un sí-mismo constituyéndose anómalamente (Parnas & Henriksen, 2019). De esta manera, la esquizofrenia representa una alteración en la forma en la cual la totalidad de la experiencia consciente se constituye en el aparecer de la conciencia. Para algunos, la experiencia consciente para los pacientes con esquizofrenia ya no estaría dada fenomenológicamente 'como sus propias experiencias' en cierto sentido, esto, porque habría una erosión radical en la ipseidad (o *mineness*) (Guillot, 2017; López-Silva, 2019). La familiaridad con la que nuestra conciencia es vivida cotidianamente se alteraría y la creciente distancia que el sujeto experimenta respecto de sus propias experiencias y estados mentales lo llevaría a desarrollar síntomas tales como los delirios y las alucinaciones (Henriksen et al., 2019). En el IDM, por lo tanto, los denominados 'síntomas positivos' de la esquizofrenia serían el producto final de una alienación gradual de la propia experiencia consciente. En este contexto, los dos síntomas principales la alteración de la ipseidad en la esquizofrenia para el IDM serán la hiperreflexividad y la autopresencia disminuida.

Hiperreflexividad

La hiperreflexividad se define como 'formas exageradas de auto-conciencia' donde el sujeto se experimenta a sí mismo como un tipo de 'objeto externo' (Sass y Parnas, 2003, p. 428). Este fenómeno haría que aspectos tácitos de la experiencia se hiciesen explícitos en la conciencia, lo que conduciría a una experiencia alienante de la realidad y del sí-mismo (Sass et al., 2011; Sass & Parnas, 2003; Sass & Byrom, 2015). Estas formas alteradas de auto-conciencia llevarían a la interrupción y quiebre de la "naturalidad" la manera cotidiana en la cual las experiencias se presentan en la conciencia (Parnas et al., 2005, p. 248). Ahora, es importante señalar que existirían dos tipos de hiperreflexividad en el IDM. Por una parte, (i) la 'hiperreflexividad operativa' referiría a la interrupción automática del campo de la experiencia y la acción por la aparición y desaparición constante de diversos procesos y fenómenos originalmente tácitos (Parnas y Sass, 2011, p. 540). Por otra parte, (ii) la 'hiperreflectividad' referiría a una tendencia exacerbada de reflexionar sobre la propia conducta, estados mentales y afectivos (Parnas y Sass, 2011; Sass et al., 2011). Lo anterior se ejemplifica en el siguiente reporte de un paciente que indica que: '[durante el

proceso psicótico] tenía que pensar sobre lo que estaba pensando' (Parnas et al., 2005, p. 248). Por lo tanto, la hiperreflectividad interrumpe de forma pre-reflexiva la experiencia del propio flujo de la conciencia y se manifiesta como una interrupción reflexiva de los propios procesos mentales.

Autopresencia Disminuida

La noción de 'autopresencia disminuida' captura la reducción de la experiencia "de existir como una conciencia o cuerpo vivo que experimenta" (Sass y Byrom, 2015, p. 166); una disminución en la sensación del yo como centro de sus propias experiencias. Este tipo de alteraciones es capturado en el siguiente reporte: 'pensé que me estaba disolviendo en el mundo' (Fusar-Poli et al., 2022, p. 172) y 'es como si no fuera parte de este mundo...Casi como que no existo' (Parnas et al., 2005, p. 245). Para el IDM, la autopresencia disminuida sería una marca consciente de la ausencia de algo que siempre estuvo pre-reflexivamente ahí, esto es, la experiencia de ser el sujeto y centro de nuestras propias experiencias o ipseidad. Se ha sugerido que la autopresencia disminuida afectaría la orientación del paciente en el mundo, esto debido a la interrupción de la experiencia de estar inmerso en un 'mundo compartido' (Feyaerts & Sass, 2024, p. 3). Esta

orientación anómala se caracterizaría por la carencia de ciertas invitaciones a la acción (affordances) que previamente eran consideradas inherentes a la experiencia cotidiana del mundo (Feyaerts & Sass, 2024; Fuchs & Schlimme, 2009). Así, pacientes reportan experiencias como las siguiente: '[durante la psicosis] los objetos son adornos escénicos, puesto ahí y allá, cubos geométricos sin significado' (Sass et al., 2017, p. 38), esto denotando una transformación completa en la experiencia de la realidad.

Sí-mismo Mínimo y Psicopatología

Una serie de contraejemplos han hecho que el IDM haya tenido que moderar, o especificar el alcance de tales compromisos acerca de la naturaleza de la experiencia consciente. Algunos autores han caracterizado al delirio de inserción del pensamiento como un caso donde un sujeto experimentaría un pensamiento sin que éste sea dado como 'su pensamiento', esto es, sin '*mineness*' (Farrell & McClelland, 2017; Howell & Thompson, 2017; Lane, 2012; 2020; López-Silva, 2019). En este fenómeno (con una marcada prevalencia en la esquizofrenia), los pacientes reportan la creencia de que un agente externo de naturaleza heterogénea – personas, radios, entidades gubernamentales, etc. - inserta algún pensamiento en su cabeza o

cráneo (Frith, 1992; López-Silva, 2019; Mullins & Spence, 2003). Para algunos, la falta de *mineness* sería la base experiencial para, finalmente, atribuir el pensamiento a una agencia externa en la psicosis (Corlett, 2018; Frith, 1992; Synofzik et al., 2008; Vosgerau & Voss, 2014). Este tipo de casos especificaría mejor porque los defensores del IDM cambian el término *mineness* por el de *for-me-ness*, esto, porque si bien estos pensamientos que terminan siendo reportados no son dados como ‘míos’ (como ‘mis pensamientos’), siguen siendo dados ‘para mí’ o ‘a mí’, lo que implicaría *for-me-ness*.

Sobre esto, López-Silva (2019) propone inicialmente que este tipo de reportes muestra casos donde la experiencia del pensamiento reportado como insertado no tendría ‘*mineness*’; sin embargo, el foco de su propuesta es que, aunque los pacientes no experimentarían *mineness* en sus pensamientos, éstos aún son conscientes de su experiencia subjetivamente (lo que luego parece ser reconocido por los defensores del IDMr). Desde este punto de vista, los delirios de inserción de pensamiento retendrían *for-me-ness* pero no *mineness*, esto es, serían dados ‘para mí’, pero no como algo ‘mío’.

Guillot (2017), por su parte, indica que uno de los problemas del IDM está en el uso

de términos como sinónimos que no tendrían equivalencia real. La autora propone definir *for-me-ness* como la cualidad de estar consciente de que se está experimentando cierta experiencia de una determinada forma; esto es, esta experiencia es de cierta manera ‘para-mí’ (p. 28-29). Por otra parte, la autora propone definir como *me-ness* el momento en donde un sujeto no es solamente consciente de la experiencia, o de los objetos de la experiencia, sino que también es consciente de ‘sí-mismo’ (p. 35). Finalmente, *mineness* para la autora capturaría el hecho de que algunas experiencias son dadas como ‘mías’, por lo tanto, hay conciencia de relación que el sujeto establece con la experiencia (p. 43). Para Guillot (2017) no es del todo obvio que una de estas cualidades implique necesariamente las otras, por lo que el universalismo del IDM - necesitaría un paso extra para argumentar cómo pasamos de la conciencia de una experiencia (conciencia fenoménica), a la conciencia del sujeto de la experiencia (subjetividad de la consciencia). Lo anterior, porque la conciencia de estar experimentando algo de cierta manera (*for-me-ness*), la conciencia de ser alguien experimentando algo (*me-ness*), y ser consciente de una experiencia como ‘mí experiencia’ son cualidades distintas (*mineness*) y no necesariamente ocurren

juntas. Es posible pensar en casos donde simplemente estoy consciente de algo, como cuando, por ejemplo, estoy concentrado en una tarea muy fina. En algunos momentos, podría estar consciente de que estoy realizando una tarea muy fina, lo cual podría retroalimentar mi concentración. Finalmente, durante ese proceso, podría a veces devenir consciente de que yo soy el que está realizando esa tarea fina, y tal distancia podría llevarme a repensar el método con el que trabajo la re-sumergirme en la tarea. En cada uno de estos casos, no es claro que un modo de conciencia implique necesariamente los otros. Sin tal explicación, el modelo carece un engranaje fundamental para mantener su posición, y, por lo tanto, pierde tracción explicativa (ver, García-Carpintero y Guillot, 2023).

Hasta acá, el cambio de *mine-ness* a *for-me-ness* en el IDM lidia parcialmente con algunas de las debilidades del modelo, sin embargo, algunos autores han encontrado en las experiencias de despersonalización y síndrome de Cotard un contraejemplo más sólido para la universalidad a la base del IDM (Billon, 2013, 2023; Guillot, 2017). Algunos pacientes con despersonalización refieren sentir dolor como si fuera una experiencia de otra persona (Guillot, 2017, p. 41); en estos casos parece existir una nulificación

de la perspectiva subjetiva del mundo, un desarraigo de la propia perspectiva del mundo. Para muchos, esta anulación radical del sí-mismo sería, entonces, la base de delirios como los de Cotard, donde el paciente termina experimentándose como un 'receptáculo' sin conductor, o como alguien simplemente 'muerte' o 'inexistente' (Gerrans, 2023). Lo interesante aquí es que, al igual que los pacientes con inserción del pensamiento, los pacientes describen, de alguna manera, fenomenológicamente no ser los sujetos de su propia experiencia; su experiencia del mundo deviene anónima, hay una disolución del sí-mismo. Sería posible, entonces, identificar episodios de conciencia fenoménica sin *for-me-ness*, esto es, episodios conscientes que no son dados como 'para mí' en el contexto de una alienación radical del sí-mismo. Esto no quiere decir que tales episodios no sean dados para 'nadie', lo cual es metafísicamente imposible, sino que, al menos desde los reportes de los sujetos experimentando este síntoma, no hay una conciencia de ser 'el sujeto de una experiencia' claramente distingue como para que podamos concluir que la experiencia posee *for-me-ness*.

Ahora, si bien este asunto constituye una discusión filosófica independiente y que aún se mantiene abierta, una de las

respuestas de los defensores del IDM sugiere que, en estos casos, el sí-mismo mínimo no se encontraría totalmente ausente, sino que estaría en algún grado 'disminuido' o 'erosionado' (Henriksen et al., 2019). Como indica Henriksen et al. (2019), el universalismo puede lidiar con tales objeciones sugiriendo que en los casos psicopatológicos se mantendría la *for-me-ness*, pero de manera alterada (*disturbed for-me-ness*). Los delirios de inserción de pensamiento o la despersonalización no implicarían una disolución de la presencia del sí-mismo en la experiencia, sino que una mutación radical que define, exactamente, su estatus psicopatológico. Para Henriksen et al. (2019), los pacientes preservan la conciencia de tener acceso a tales episodios de una manera privilegiada, una forma en la que otros no pueden acceder; la mantención de esta asimetría epistémica sería evidencia de que la *for-me-ness*, aunque alterada, seguiría presente en la conciencia de los sujetos y que, por lo tanto, el universalismo podría ser preservado. Existen varios problemas con esta respuesta.

Primero, confundir el dominio de lo cualitativo con el de lo epistémico podría llevar a los defensores del IDM a reducción funcionalista o epistemicista de la conciencia, esto, porque simplemente se asume que basta con que el sujeto

tenga acceso privilegiado a un contenido para que esa experiencia tenga *for-me-ness*, incluso si subjetivamente no se siente como propia, tal como se observa en los casos de despersonalización. Esto puede desdibujar el núcleo fenomenológico del debate, haciendo que la noción de *for-me-ness* pierda su especificidad como fenómeno vivencial. El salto de lo epistémico a lo vivencial es exactamente lo que los defensores del universalismo necesitan explicar y no simplemente asumir (como se observa en Zahavi, 2019). Segundo, los pacientes que sufren de despersonalización describen con claridad que su experiencia no se siente como propia, o que las vivencias son 'ajenas', 'anónimas', 'automáticas', etc. Prima facie, no hay marcadores lingüísticos que permiten la identificación de *for-me-ness*. Si se insiste en que aún hay *for-me-ness* porque el sujeto conserva acceso epistémico privilegiado, se corre el riesgo de negar la fenomenología informada por el paciente, lo que podría llevar a formas de violencia epistémica o invalidación testimonial con la intención de caracterizar la experiencia de una manera que sea consistente con el modelo. Finalmente, en la psicopatología fenomenológica, distinguir entre lo cualitativo y lo epistémico puede tener implicancias clínicas. Por ejemplo,

reconocer que un paciente retiene acceso epistémico a sus estados mentales no implica que no esté sufriendo una forma de alienación fenomenológica radical, y este sufrimiento puede requerir intervenciones distintas a las que se aplicarían si el problema fuera solo cognitivo o metacognitivo.

Todas estas críticas parecen haber moderado la posición de los defensores del IDM, apelando a una *for-me-ness* anómala, y posteriormente, renunciando a la centralidad del concepto en el IDMr (Sass & Feyaerts, 2024). Uno de los principales problemas de los casos recién revisados es que los pacientes experimentan un total desapego a su propia perspectiva, y la explicación delirante sería una forma radical de lidiar con ese desarraigo del propio cuerpo, mente y perspectiva. Entonces ¿por qué insistir en que los sujetos siguen experimentando *for-me-ness*? Una cosa es decir que, necesariamente, tales experiencias les son dadas ‘a ellos’ o ‘para ellos’, sin embargo, esto sigue siendo una observación acerca de la metafísica de la conciencia, no un dato fenomenológico. Así, sin mayor evidencia, aún parece ad-hoc insistir en que tales episodios retienen *for-me-ness*; lo único que esto hace es imponer órdenes conceptuales a experiencias psicopatológicas que, al desafiar las

premisas del modelo, tratan de ser reinterpretadas de formas que parecen alejarse del fenómeno original.

El Modelo de la Ipseidad de la Esquizofrenia Revisado

Una de las motivaciones de Feyaerts & Sass (2024) para formular el IDMr nace del énfasis que el IDM pone en la ‘autopresencia disminuida’. Si bien esta noción es fácilmente relacionable con la descripción histórica de la esquizofrenia en la tradición fenomenológica, los autores señalan que existen ‘autoexperiencias aumentadas’ que también serían características de la esquizofrenia. Ejemplo de esto son los delirios de ‘paranoia ontológica’, esto es, cuando el sujeto reporta sentirse como si fuera el centro de toda la realidad y universo (Feyaerts y Sass, 2024) como se muestra en los siguientes reportes: ‘yo era parte de todo, de todo el mundo, a veces de todo el universo, todo era, en cierto sentido, parte de mí’ (Sass et al., 2017, p. 42). Este tipo de experiencias, para Feyaerts y Sass (2024), es evidencia de que en esquizofrenia además de observarse experiencias de disminución del yo, existe un aumento del sí-mismo, aspecto que el IDM no lograría incorporar. Los defensores del IDMr también ven un problema en la manera en que el modelo original trata los factores sociales y la

experiencia anómala de la intersubjetividad en su caracterización de la esquizofrenia (ver, Van Duppen & Feyaerts, 2021). En este sentido, el IDM poseería un sesgo individualista (ver Kyselo, 2014, 2016b; López-Silva, 2024). Si bien el IDM incorpora la experiencia anómala de la intersubjetividad en su concepto de ‘alteración del agarre’ al mundo social (sentido común), éste no parece clarificar cómo los factores socioculturales y la experiencia biográfica se transforman en constituyentes de las alteraciones de la ipseidad. Van Duppen y Feyaerts (2021) indican que el IDM parece relegar la experiencia alterada del mundo social como un síntoma secundario de la condición, contraviniendo algunas de las descripciones más fundamentales en la historia de la psiquiatría fenomenológica (Blankenburg, 2001; Jaspers, 1993; Minkowski, 1970; ver Mishara et al., 2014). Con esto, el IDM no parecería integrar la evidencia existente acerca de cómo factores sociales de riesgo en esquizofrenia tales como, entre otras, las experiencias tempranas adversas, el consumo de sustancias, la posición de grupo minoritario (Fusar-Poli et al., 2022; Fusar-Poli et al., 2022; Oliver et al., 2024; Radua et al., 2018). En virtud de lo anterior, uno de los cambios más radicales que ha propuesto el IDMr es el abandono del rol central de

los conceptos de ipseidad y sí-mismo mínimo en la caracterización de la esquizofrenia. Sass y Feyaerts (2024b, p. 3) señalan que si bien las alteraciones del sí-mismo mínimo son un síntoma de la esquizofrenia, esto no parece ser una constante, ni tampoco parece servir como una característica definitoria de la condición. Las dos razones principales para esta decisión son (i) la importancia de las experiencias de autopresencia aumentada en la esquizofrenia, y (ii) los problemas que se derivan del *minimal self* (Sass & Feyaerts, 2024b, p. 3). Así, el énfasis en las experiencias disminuidas del IDM, ha dejado de lado otras experiencias que para Feyaerts y Sass (2024) parecen ser más distintivas para la esquizofrenia. Estas experiencias aumentadas como la ‘paranoia ontológica’ o el ‘quasi-solipsismo’ han llevado a que “autopresencia disminuida” pase a nombrarse “auto-presencia alterada” (Sass y Feyaerts, 2024b, p. 4). La idea aquí, para los autores, es integrar fenómenos psicóticos en los cuales aparece una expansión o exageración de aspectos del sí-mismo. Ejemplo de esto sería el caso de delirios mesiánicos, en los cuales el sujeto se concibe como un enviado divino hacia el mundo (e.g Velazco Fajardo et al., 2018). Una forma de comprender los cambios del IDMr es mediante la forma en que el

modelo entiende la dinámica de los síntomas de la esquizofrenia, en específico el rol de la hiperreflexividad. Si bien en el IDM la hiperreflexividad es una consecuencia de la alteración de la ipseidad, en el IDMr pasa a tener un rol fundamental (Sass y Feyaerts, 2024b). En el caso del IDMr, el fenómeno que subyace a la esquizofrenia y genera los demás síntomas es la hiperreflexividad (Sass y Feyaerts, 2024b). En síntesis, mientras que en el IDM de Sass y Parnas (2003) la ipseidad es el fenómeno transversal y constitutivo de la sintomatología esquizofrénica, en el IDMr la hiperreflexividad ocupa ese lugar central. Por otra parte, los síntomas en el IDMr de Sass y Feyaerts (2024b) tienen la característica de ser duales. Es decir, si existen autoexperiencias disminuidas, también pueden existir autoexperiencias aumentadas. Con este cambio, el IDMr permitiría integrar una serie de experiencias anómalas que aparentemente serían características de la condición y que el modelo, supuestamente, pasaría por alto.

Conclusiones

Esta investigación ha revisado las trayectorias y desafíos abiertos en el desarrollo conceptual del denominado Modelo de la Esquizofrenia como Trastorno de la Ipseidad (IDM). Creemos

que nuestro análisis permite apreciar las limitaciones que posee el modelo fenomenológico de la esquizofrenia en la actualidad, y las oportunidades que esto ofrece para explorar nuestras formas de evolución no solo del IDM y el IDMr, sino que también del enfoque en general en el área de psicopatología. El reconocimiento de las diversas críticas realizadas al estatuto científico y epistemológico del IDM, el abandono de la centralidad de los conceptos de ipseidad, sí-mismo mínimo y for-me-ness en la caracterización de la esquizofrenia y el cambio en la manera de entender la dinámica de los síntomas generan una marcada discontinuidad entre el IDM y su 'versión' revisada. Si bien ambos modelos conservan la intuición de que la esquizofrenia constituye una forma radical de alteración de la estructura subjetiva de la conciencia, los cambios propuestos por el IDMr parecen convertirlo en un modelo distinto, no simplemente una versión revisada del IDM original.

Precisamente, este quiebre en el desarrollo del modelo de la esquizofrenia como trastorno de la ipseidad genera una serie de desafíos para el progreso del modelo revisado. Sin las apropiadas soluciones a estos desafíos, es difícil visualizar el potencial desarrollo del IDMr. Primero, aún no es claro si el modelo de Sass y Feyaerts (2024b) sería consistente

con las premisas y métodos de los instrumentos EASE y EAWE, lo que dejaría al IDMr sin un importante elemento, esto es, la real aplicación diagnóstica y clínica del modelo, y la falta de evidencia observacional sistematizada del tipo de experiencias que dice capturar. Por ejemplo, el EASE y el EAWE no parecen compartir los fundamentos filosóficos que sustentan al modelo revisado; es más el IDMr pone su énfasis en las experiencias aumentadas como otra marca fundamental del espectro de la esquizofrenia (Sass y Feyaerts, 2024b); y, si bien el EASE y el EAWE no logran capturar este aspecto fundamental de la condición, el IDMr tampoco parece ofrecer herramientas diagnósticas específicas hasta la fecha.

Referencias Bibliográficas

Billon, A. (2013). Does consciousness entail subjectivity? The puzzle of thought insertion. *Philosophical Psychology*, 26(2), 291-314. <https://doi.org/10.1080/09515089.2011.625117>

Billon, A. (2023). What Is It Like to Lack Mineness? En M. García-Carpintero & M. Guillot (Eds.), *Self-Experience: Essays on Inner Awareness* (1.a ed., pp. 314-342). Oxford, UK: Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/oso/9780198805397.001.0001>

Blankenburg, W. (2001). First steps toward a psychopathology of «Common Sense» (A. L. Mishara, Trad.). *Philosophy, Psychiatry, & Psychology*, 8(4), 303-315. <https://doi.org/10.1353/ppp.2002.0014>

Borsboom, D., Cramer, A. O. J., & Kalis, A. (2019). Brain disorders? Not really: Why network structures block reductionism in psychopathology research. *Behavioral and Brain Sciences*, 42, e2. <https://doi.org/10.1017/S0140525X17002266>

Broeker, M. D., & Broome, M. R. (2024). “Minimal self” locked into a model: Exploring the prospect of formalizing intentionality in schizophrenia. *Philosophical Psychology*, 1-22. <https://doi.org/10.1080/09515089.2024.2365935>

Carruthers, G., & Musholt, K. (2018). Ipseity at the Intersection of Phenomenology, Psychiatry and Philosophy of Mind: Are we talking about the same thing? *Review of Philosophy and Psychology*, 9(3), 689-701. <https://doi.org/10.1007/s13164-018>

- 0392-5
- Conrad, K. (1997). La esquizofrenia incipiente: Ensayo de un análisis gestáltico del delirio (1a. ed). Madrid, España: Fundación Archivos de Neurobiología.
- Corlett, P. (2018). Delusions and prediction error. En L. Bortolotti (Ed.), *Delusions in Context* (pp. 35-66). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97202-2_2
- Cuthbert, B. N., & Insel, T. R. (2013). Toward the future of psychiatric diagnosis: The seven pillars of RDoC. *BMC Medicine*, 11(1), 126. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-126>
- De Haan, S. (2020). *Enactive psychiatry* (1.a ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108685214>
- Farrell, J., & McClelland, T. (2017). Editorial: Consciousness and inner awareness. *Review of Philosophy and Psychology*, 8(1), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s13164-017-0331-x>
- Feyaerts, J., Nelson, B., & Sass, L. (2024). Self-disorders in schizophrenia as disorders of transparency: An exploratory account. *Philosophical Psychology*, 1-28. <https://doi.org/10.1080/09515089.2024.2325545>
- Feyaerts, J., & Sass, L. (2024). Self-disorder in schizophrenia: A revised view (1. Comprehensive review–Dualities of self- and world-experience). *Schizophrenia Bulletin*, 50(2), 460-471. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbad169>
- Frith, C. D. (1992). *The cognitive neuropsychology of schizophrenia*. Hove, UK: Psychology Press.
- Fuchs, T. (2018). *Ecology of the brain: The phenomenology and biology of the embodied mind* (First edition). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Fuchs, T. (2021). *In defence of the human being: Foundational questions of an embodied anthropology* (1.a ed.). Oxford, UK: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780192898197.001.0001>
- Fuchs, T., & Schlimme, J. E. (2009). Embodiment and psychopathology: A phenomenological perspective. *Current Opinion in Psychiatry*, 22(6), 570-575. <https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e3283318e5c>
- Fusar-Poli, P., Estradé, A., Stanghellini,

- G., Venables, J., Onwumere, J., Messas, G., Gilardi, L., Nelson, B., Patel, V., Bonoldi, I., Aragona, M., Cabrera, A., Rico, J., Hoque, A.... Maj, M. (2022). The lived experience of psychosis: A bottom-up review co-written by experts by experience and academics. *World Psychiatry*, 21(2), 168-188. <https://doi.org/10.1002/wps.20959>
- García-Carpintero, M., & Guillot, M. (Eds.). (2023). *Self-Experience: Essays on inner awareness* (1.a ed.). Oxford, UK: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198805397.001.0001>
- Gauld, C., Fournier, P., & Micoulaud-Franchi, J.-A. (2022). Why is psychiatry so intimately linked to the brain? *Frontiers in Psychiatry*, 13, 872957. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.872957>
- Gerrans, P. (2023). A vessel without a pilot: Bodily and affective experience in the Cotard delusion of inexistence. *Mind & Language*, 38(4), 1059-1080. <https://doi.org/10.1111/mila.12441>
- Gibson, J. J. (2015). *The ecological approach to visual perception: Classic edition*. Nueva York, NY: Psychology Press.
- Gómez-Carrillo, A., & Kirmayer, L. J. (2023). A cultural-ecosocial systems view for psychiatry. *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1031390. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1031390>
- Guillot, M. (2017). I Me Mine: On a confusion concerning the subjective character of experience. *Review of Philosophy and Psychology*, 8(1), 23-53. <https://doi.org/10.1007/s13164-016-0313-4>
- Henriksen, M. G., Parnas, J., & Zahavi, D. (2019). Thought insertion and disturbed for-me-ness (minimal selfhood) in schizophrenia. *Consciousness and Cognition*, 74, 102770. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2019.102770>
- Howell, R. J., & Thompson, B. (2017). Phenomenally Mine: In search of the subjective character of consciousness. *Review of Philosophy and Psychology*, 8(1), 103-127. <https://doi.org/10.1007/s13164-016-0309-0>
- Insel, T. R., & Cuthbert, B. N. (2015). Brain disorders? Precisely. *Science*, 348(6234), 499-500. <https://doi.org/10.1126/science.aab>

2358

- Jaspers, K. (1993). *Psicopatología general* (R. O. Saubidet, Trad.; 2. ed). Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Kendler, K. S. (2001). A psychiatric dialogue on the mind-body problem. *American Journal of Psychiatry*, 158(7), 989-1000. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.158.7.989>
- Kyselo, M. (2014). The body social: An enactive approach to the self. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00986>
- Kyselo, M. (2016). The enactive approach and disorders of the self—The case of schizophrenia. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 15(4), 591-616. <https://doi.org/10.1007/s11097-015-9441-z>
- Lane, T. (2012). Toward an explanatory framework for mental ownership. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 11(2), 251-286. <https://doi.org/10.1007/s11097-012-9252-4>
- Lane, T. J. (2020). The minimal self hypothesis. *Consciousness and Cognition*, 85, 103029. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2020.103029>
- López-Silva, P. (2019). Me and I are not friends, just acquaintances: On thought insertion and self-awareness. *Review of Philosophy and Psychology*, 10(2), 319-335. <https://doi.org/10.1007/s13164-017-0366-z>
- López-Silva, P. (2024). Thinking in schizophrenia and the social phenomenology of thought insertion. *Philosophical Psychology*, 38(1), 17-48. <https://doi.org/10.1080/09515089.2024.2334720>
- López-Silva, P., & Abarca, M. (2023). La hipótesis de la saliencia aberrante: Unificando la neurobiología y la fenomenología de la esquizofrenia. *Revista Latinoamericana de Psicopatología Fundamental*, 26, e220421. <https://doi.org/10.1590/1415-4714.e220421>
- Lysaker, P. H., & Lysaker, J. T. (2010). Schizophrenia and alterations in self-experience: A comparison of 6 perspectives. *Schizophrenia Bulletin*, 36(2), 331-340. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbn077>
- Madeira, L., Leal, B., Filipe, T., Rodrigues, M. F., & Figueira, M. L. (2019). The uncanny of the illness experience:

- Can phenomenology help?
Psychopathology, 52(5), 275-282.
<https://doi.org/10.1159/000504141>
- Maisel, E., & Ruby, C. (Eds.). (2022).
Critiquing the psychiatric model.
Newcastle, UK: Ethics International
Press.
- Minkowski, E. (1970). Lived time:
Phenomenological and
psychopathological studies (N.
Metzel, Trad.). Evanston, IL:
Northwestern University Press.
- Mishara, A. L. (2007a). Is minimal self
preserved in schizophrenia? A
subcomponents view.
Consciousness and Cognition,
16(3), 715-721.
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.07.009>
- Mishara, A. L. (2007b). Missing links in
phenomenological clinical
neuroscience: Why we still are not
there yet. Current Opinion in
Psychiatry, 20(6), 559-569.
<https://doi.org/10.1097/YCO.0b013e3282f128b8>
- Mishara, A. L., Lysaker, P. H., & Schwartz,
M. A. (2014). Self-disturbances in
schizophrenia: History,
phenomenology, and relevant
findings from research on
metacognition. Schizophrenia
Bulletin, 40(1), 5-12.
<https://doi.org/10.1093/schbul/sbt1>
- 69
- Mullins, S., & Spence, S. A. (2003).
Re-examining thought insertion:
Semi-structured literature review
and conceptual analysis. British
Journal of Psychiatry, 182(4),
293-298.
<https://doi.org/10.1192/bjp.182.4.293>
- Nelson, B., Fornito, A., Harrison, B. J.,
Yücel, M., Sass, L. A., Yung, A. R.,
Thompson, A., Wood, S. J.,
Pantelis, C., & McGorry, P. D.
(2009). A disturbed sense of self in
the psychosis prodrome: Linking
phenomenology and neurobiology.
Neuroscience & Biobehavioral
Reviews, 33(6), 807-817.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.01.002>
- Oliver, D., Chesney, E., Cullen, A. E.,
Davies, C., Englund, A., Gifford,
G., Kerins, S., Lalousis, P. A.,
Logeswaran, Y., Merritt, K., Zahid,
U., Crossley, N. A., McCutcheon,
R. A., McGuire, P., & Fusar-Poli, P.
(2024). Exploring causal
mechanisms of psychosis risk.
Neuroscience & Biobehavioral
Reviews, 162, 105699.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105699>
- Parnas, J. (2003). Self and schizophrenia:
A phenomenological perspective.

- En T. Kircher & A. David (Eds.),
The self in neuroscience and
psychiatry (pp. 217-241).
Cambridge, UK: Cambridge
University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511543708.012>
- Parnas, J. (2011). A disappearing
heritage: The clinical core of
schizophrenia. *Schizophrenia
Bulletin*, 37(6), 1121-1130.
<https://doi.org/10.1093/schbul/sbr081>
- Parnas, J., Møller, P., Kircher, T.,
Thalbitzer, J., Jansson, L.,
Handest, P., & Zahavi, D. (2005).
EASE: Examination of anomalous
self-experience. *Psychopathology*,
38(5), 236-258.
<https://doi.org/10.1159/000088441>
- Parnas, J., Raballo, A., Handest, P.,
Jansson, L., Vollmer-Larsen, A., &
Saebye, D. (2011). Self-experience
in the early phases of
schizophrenia: 5-year follow-up of
the Copenhagen prodromal study.
World Psychiatry, 10(3), 200-204.
<https://doi.org/10.1002/j.2051-5545.2011.tb00057.x>
- Parnas, J., & Sass, L. A. (2001). Self,
solipsism, and schizophrenic
delusions. *Philosophy, Psychiatry,
& Psychology*, 8(2), 101-120.
<https://doi.org/10.1353/ppp.2001.014>
- Parnas, J., & Sass, L. A. (2011). The
structure of self-consciousness in
schizophrenia. Oxford, UK: Oxford
University Press.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199548019.003.0023>
- Parnas, J., & Sass, L. A. (2013). The
structure of self consciousness in
schizophrenia. En S. Gallagher
(Ed.), *The Oxford handbook of the
self* (pp. 521-546). Oxford, UK:
Oxford University Press.
- Raballo, A., Henriksen, M. G., Poletti, M.,
& Parnas, J. (2025).
"Schizophrenia, consciousness,
and the self" twenty years later:
Revisiting the ipseity-disturbance
model and the developmental
nature of self-disorder in the
schizophrenia spectrum.
Schizophrenia Bulletin, sbaf071.
<https://doi.org/10.1093/schbul/sbaf071>
- Raballo, A., Poletti, M., Preti, A., & Parnas,
J. (2021). The self in the spectrum:
A meta-analysis of the evidence
linking basic self-disorders and
schizophrenia. *Schizophrenia
Bulletin*, 47(4), 1007-1017.
<https://doi.org/10.1093/schbul/sbaa201>
- Radua, J., Ramella-Cravaro, V., Ioannidis,
J. P. A., Reichenberg, A.,

- Phipphothatsanee, N., Amir, T., Yenn Thoo, H., Oliver, D., Davies, C., Morgan, C., McGuire, P., Murray, R. M., & Fusar-Poli, P. (2018). What causes psychosis? An umbrella review of risk and protective factors. *World Psychiatry*, 17(1), 49-66. <https://doi.org/10.1002/wps.20490>
- Sass, L. A. (1998). *Madness and modernism: Insanity in the light of modern art, literature, and thought* (3. print). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sass, L. A., & Parnas, J. (2003). Schizophrenia, consciousness, and the self. *Schizophrenia Bulletin*, 29(3), 427-444. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.schbul.a007017>
- Sass, L., Borda, J. P., Madeira, L., Pienkos, E., & Nelson, B. (2018). Varieties of self disorder: A bio-pheno-social model of schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin*, 44(4), 720-727. <https://doi.org/10.1093/schbul/sby001>
- Sass, L., & Byrom, G. (2015). Phenomenological and neurocognitive perspectives on delusions: A critical overview. *World Psychiatry*, 14(2), 164-173. <https://doi.org/10.1002/wps.20205>
- Sass, L., & Feyaerts, J. (2024a). Schizophrenia, the very idea: On self-disorder, hyperreflexivity, and the diagnostic concept. *Schizophrenia Research*, 267, 473-486. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2024.03.022>
- Sass, L., & Feyaerts, J. (2024b). Self-disorder in schizophrenia: A revised view (2. Theoretical revision—Hyperreflexivity). *Schizophrenia Bulletin*, 50(2), 472-483. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbad170>
- Sass, L., Parnas, J., & Zahavi, D. (2011). Phenomenological psychopathology and schizophrenia: Contemporary approaches and misunderstandings. *Philosophy, Psychiatry, & Psychology*, 18(1), 1-23. <https://doi.org/10.1353/ppp.2011.0008>
- Sass, L., Pienkos, E., & Nelson, B. (2013). Introspection and schizophrenia: A comparative investigation of anomalous self experiences. *Consciousness and Cognition*, 22(3), 853-867. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2013.05.004>

- Sass, L., Pienkos, E., Nelson, B., & Medford, N. (2013). Anomalous self-experience in depersonalization and schizophrenia: A comparative investigation. *Consciousness and Cognition*, 22(2), 430-441. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2013.01.009>
- Sass, L., Pienkos, E., Skodlar, B., Stanghellini, G., Fuchs, T., Parnas, J., & Jones, N. (2017). EAWE: Examination of anomalous world experience. *Psychopathology*, 50(1), 10-54. <https://doi.org/10.1159/000454928>
- Stanghellini, G., Broome, M., Fernandez, A. V., Raballo, A., Fusar-Poli, P., & Rosfort, R. (2019). Introduction. En G. Stanghellini, A. Raballo, M. Broome, A. V. Fernandez, & P. Fusar-Poli (Eds.), *The Oxford handbook of phenomenological psychopathology* (First edition). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Summa, M. (2023). Phenomenological explanation: Towards a methodological integration in phenomenological psychopathology. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 22(3), 719-741. <https://doi.org/10.1007/s11097-022-09828-4>
- Synofzik, M., Vosgerau, G., & Newen, A. (2008). Beyond the comparator model: A multifactorial two-step account of agency. *Consciousness and Cognition*, 17(1), 219-239. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.03.010>
- Van Duppen, Z., & Feyaerts, J. (2021). The phenomenology of psychosis: Considerations for the future. *Philosophy, Psychiatry, & Psychology*, 28(3), 277-279. <https://doi.org/10.1353/ppp.2021.0041>
- Velazco Fajardo, Y., Quintana Rodríguez, I., Fernández Romero, M. de la C., Alfonso Fernández, A., & Zamora Lombardía, E. (2018). Esquizofrenia paranoide. Un acercamiento a su estudio a propósito de un caso. *Revista Médica Electrónica*, 40(4), 1163-1171.
- Vosgerau, G., & Voss, M. (2014). Authorship and control over thoughts. *Mind & Language*, 29(5), 534-565. <https://doi.org/10.1111/mila.12065>
- Zahavi, D. (2005). *Subjectivity and selfhood: Investigating the first-person perspective*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Zahavi, D. (2014). *Self and other:*

Exploring subjectivity, empathy,
and shame. Oxford, UK: Oxford
University Press.

Zahavi, D. (2019). Consciousness,
self-consciousness, selfhood: A
reply to some critics. *Review of
Philosophy and Psychology*, 9(3),
703-718.
<https://doi.org/10.1007/s13164-018>

[-0403-6](#)

Zahavi, D. (2020). Consciousness and
selfhood: Getting clearer on for-me-ness
and mineness. En U. Kriegel (Ed.), *The
Oxford handbook of the philosophy of
consciousness* (pp. 634-653). Oxford, UK:
Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780198749677.013.29>

39. Salud Humana.

Caracterización de los pacientes endocrinológicos del Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción, 2.024

Autor: Garcia Mereles, Rodrigo Sebastián, rodrigogarcia@unc.edu.py

Tutor: Desvars, Raúl, rauldesvars@unc.edu.py

Universidad Nacional de Concepción

Resumen.

Esta investigación se centró en la caracterización de los pacientes endocrinológicos atendidos en el Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción durante el año 2024, cuya importancia se basa en su creciente impacto global y regional, así como en la necesidad de tener datos estadísticos de estas patologías en la región de Concepción. Se realizó un estudio observacional, descriptivo de corte transversal. La población incluyó a 102 pacientes endocrinológicos sobre un total de 800 pacientes atendidos. Se recolectaron datos de fichas clínicas completas analizando variables sociodemográficas, diagnóstico y fecha de atención. Se identificó una predominancia de pacientes de sexo femenino, principalmente de Concepción, con una edad promedio de 47.2 años. El hipotiroidismo fue el diagnóstico endocrinológico más frecuente, seguido de la tiroidectomía total y la diabetes mellitus tipo 2. Las comorbilidades más asociadas fueron bocio, hipotiroidismo y diabetes mellitus tipo 2, con una fuerte interconexión entre las patologías tiroideas y metabólicas. Estos hallazgos evidencian el perfil epidemiológico de los pacientes endocrinológicos en el Hospital Escuela, destacando la prevalencia de ciertas patologías y la compleja interacción entre diagnósticos principales y comorbilidades.

Palabras claves: Endocrinología, Pacientes, Caracterización.

Introducción.

Los pacientes endocrinológicos son individuos diagnosticados y/o en tratamiento por trastornos del sistema endocrino, incluyendo, pero no limitándose a, diabetes mellitus, obesidad, disfunciones tiroideas, trastornos suprarrenales y desequilibrios hormonales, que son atendidos en el Hospital Escuela (Hospital Escuela - Facultad de Medicina UNC, n.d.). La caracterización se refiere al proceso de descripción detallada de las propiedades y atributos de una población o fenómeno (Hernández Sampieri & Mendoza, 2018). El Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción es una institución de salud pública con fines asistenciales y docentes, dependiente de la Universidad Nacional de Concepción, que funciona como centro de atención médica y de formación para estudiantes y residentes de medicina en la región de Concepción, Paraguay. Un estudio multicéntrico europeo realizado por el consorcio RHAPSODY utilizó una estrategia multimodal y multivariante para analizar datos multi-ómicos de pacientes con diabetes tipo 2, identificando subgrupos con diferentes perfiles de sensibilidad y secreción de insulina, así como biomarcadores asociados a procesos inmunes. Este trabajo aportó evidencia sobre la heterogeneidad clínica y molecular en pacientes endocrinológicos

y destaca la importancia de la caracterización precisa para el desarrollo de intervenciones personalizadas. La relevancia de esta caracterización se amplifica al considerar el impacto de las enfermedades endocrinológicas en la **morbimortalidad** a nivel global y regional. Estas patologías, como la diabetes mellitus y los trastornos tiroideos, no solo afectan la calidad de vida de los individuos, sino que también incrementan significativamente el riesgo de complicaciones severas y **mortalidad** si no son diagnosticadas y manejadas adecuadamente. Comprender el perfil de los pacientes atendidos en el Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción es fundamental para desarrollar estrategias de salud pública más efectivas, optimizar la asignación de recursos y, en última instancia, contribuir a la reducción de la carga de enfermedad y mejorar los resultados de salud en la comunidad de Concepción y sus alrededores. En Colombia, Lasprilla-Tovar et al. (2023) realizaron un estudio retrospectivo sobre una cohorte de niños con síndrome de delección 2211 atendidos en el Hospital Universitario de San Vicente Fundación, caracterizando las manifestaciones endocrinológicas y el crecimiento.

Encontraron que el 37,4% presentaba alguna alteración endocrina, siendo el hipoparatiroidismo y los trastornos

tiroideos los más frecuentes. El estudio resalta la variabilidad de las endocrinopatías según el contexto latinoamericano y la importancia de la caracterización clínica local. Cordone Ramos et al. (2023) llevaron a cabo un estudio prospectivo en el Hospital General de Luque, Paraguay, para analizar los factores clínicos y sociodemográficos asociados a la diabetes tipo 1 en pacientes pediátricos entre 2018 y 2021. Incluyeron 22 pacientes y describieron características como edad, sexo, residencia, antecedentes familiares, síntomas iniciales y presencia de cetoacidosis, proporcionando información valiosa para la identificación temprana y el manejo de esta enfermedad endocrina en la población paraguaya.

Objetivo General:

Describir las características clínicas de los pacientes endocrinológicos que consultaron en el Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción, Paraguay, durante el año 2024.

Objetivos Específicos:

1. Identificar las características sociodemográficas de los pacientes endocrinológicos que consultaron en el Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción, durante el año 2024.
2. Establecer los diagnósticos endocrinológicos más frecuentes en los pacientes atendidos en el Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción, en 2024.
3. Determinar la presencia de comorbilidades asociadas en los pacientes endocrinológicos atendidos en el Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción, 2024.

Materiales y métodos:

Se realizó un estudio observacional, descriptivo de corte transversal. La población estuvo conformada por 800 pacientes que consultaron y fueron atendidos en el Hospital Escuela durante el periodo comprendido entre el 1 de enero del 2024 y el 31 de diciembre del 2024. No se realizó muestreo ya que se utilizará el 100 % de la población disponible. En el contexto de este estudio, implica la recopilación y el análisis de datos sociodemográficos (edad, sexo, procedencia) y clínicos (diagnósticos, comorbilidades, tratamientos) de los pacientes.

La recolección de datos se realizó mediante revisión documental de las fichas clínicas institucionales. Para registrar las variables de interés, se elaboró una lista de verificación en formato Excel, diseñada específicamente

para el estudio. Las variables analizadas incluyeron datos sociodemográficos y antecedentes clínicos relevantes.

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva utilizando Microsoft Excel, presentando los resultados en tablas y gráficos para facilitar su interpretación.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética Institucional de la Facultad de Medicina y contó con el permiso formal del Decano de la Facultad de Medicina. Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los datos, conforme a los principios éticos de la investigación en salud y la normativa vigente.

Entre las limitaciones del estudio se reconoce la falta de estandarización de los diagnósticos de cada paciente, los cuales deberían realizarse de ser posible con código CIE 10.

Resultados y discusiones:

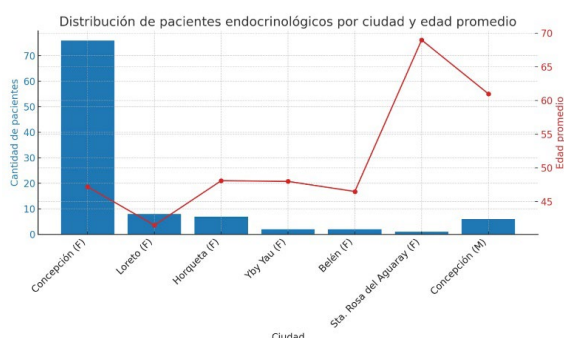


Figura N° 1: Distribución por edad y procedencia.

Muestra que la mayoría de los pacientes son de **sexo femenino** (76 de Concepción, 8 de Loreto, 7 de Horqueta, 2 de Yby Yau, 2 de Belén, 1 de Santa Rosa del Aguara; total 96). Los pacientes masculinos (6) provienen todos de Concepción. La **edad promedio** general es de 47.2 años para mujeres y 61.0 años para hombres. Se observa una **amplia dispersión de edades**, con rangos que van de 16 a 74 años en mujeres y de 40 a 82 años en hombres. La mayor concentración de pacientes proviene de **Concepción**.

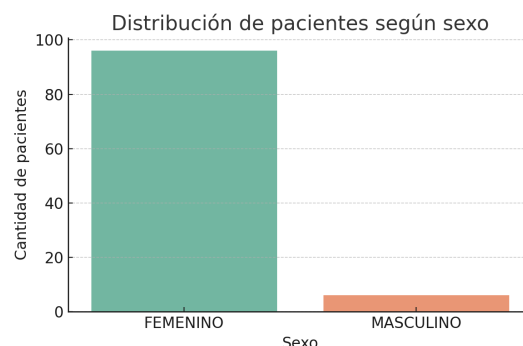


Figura N° 2: Distribución de pacientes según sexo.

Se observa una marcada predominancia del sexo femenino entre los pacientes endocrinológicos atendidos. La barra correspondiente al sexo femenino es significativamente más alta que la del sexo masculino, lo que visualmente refuerza la información presentada en la

Figura N°1 sobre la mayor proporción de mujeres en la muestra.

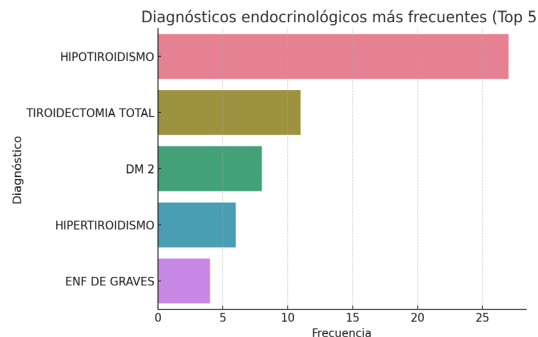


Figura N° 3: Diagnósticos endocrinológicos más frecuentes (Top 5).

Esta figura presenta los cinco diagnósticos endocrinológicos más comunes identificados en la población de estudio.

Se observa que el hipotiroidismo es el diagnóstico de mayor frecuencia, seguido por la tiroidectomía total y la diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Estos resultados son fundamentales para comprender el perfil de las patologías endocrinológicas más prevalentes en este centro hospitalario.

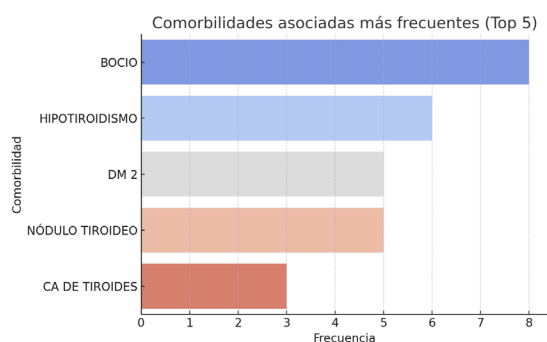


Figura N°4: Comorbilidades asociadas más frecuentes (Top 5).

Este gráfico de barras detalla las cinco comorbilidades más frecuentes encontradas en los pacientes endocrinológicos. Destacan el bocio, el hipotiroidismo y la DM2 como las condiciones coexistentes más comunes. La presencia de estas comorbilidades subraya la complejidad del manejo de los pacientes endocrinológicos y la necesidad de un abordaje integral.

El análisis de la relación entre los diagnósticos principales y las comorbilidades en la cohorte de pacientes endocrinológicos permitió identificar patrones clínicos relevantes. En primer lugar, el hipotiroidismo se destacó como uno de los diagnósticos más prevalentes ($n = 27$). Dentro de este grupo, se observaron asociaciones frecuentes con tres entidades clínicas: el nódulo tiroideo y el bocio, cada uno presente en 4 pacientes, así como la diabetes mellitus tipo 2 (DM 2), detectada en 3 casos. En conjunto, estas comorbilidades estuvieron presentes en más del 40% de los pacientes con hipotiroidismo, lo que sugiere una alta carga de enfermedad tiroidea estructural y metabólica asociada a este diagnóstico.

Por otra parte, la tiroidectomía total fue registrada como diagnóstico principal en 11 pacientes, siendo la presencia de cáncer de tiroides y el bocio las comorbilidades más frecuentes, cada una

Implicancias clínicas y epidemiológicas: Estas asociaciones sugieren que ciertos diagnósticos endocrinológicos tienden a agruparse, lo que puede tener implicancias relevantes para el cribado activo de comorbilidades, el seguimiento longitudinal y la estratificación del riesgo clínico.

La alta coincidencia de nódulo tiroideo con hipotiroidismo y bocio refuerza la necesidad de evaluación ecográfica y funcional tiroidea en estos pacientes.

La coexistencia de DM 2 e hipotiroidismo amerita una vigilancia bidireccional, dado el impacto que ambas condiciones pueden tener sobre el metabolismo, el peso corporal y la salud cardiovascular.

Conclusiones.

El estudio sobre la caracterización de pacientes endocrinológicos atendidos en el Hospital Escuela de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Concepción en 2024 reveló un perfil demográfico predominantemente femenino, con una amplia distribución de edades y una concentración significativa de pacientes provenientes de Concepción. El hipotiroidismo se posicionó como el diagnóstico endocrinológico más prevalente, seguido por la tiroidectomía total y la diabetes mellitus tipo 2. Es notable la alta frecuencia de comorbilidades como el bocio, el nódulo tiroideo y el hipotiroidismo en pacientes

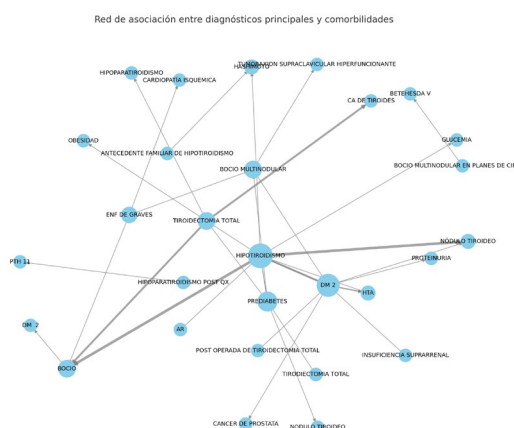


Figura N°5: Red de asociación entre diagnósticos principales y comorbilidades.

con tiroidectomía, y la asociación significativa entre la diabetes mellitus tipo 2 y el hipotiroidismo. Estos hallazgos resaltan la necesidad de un enfoque integral en el manejo de estas patologías, incluyendo el cribado activo de comorbilidades y un seguimiento longitudinal para optimizar la atención y mejorar los resultados en esta población específica de pacientes. La información obtenida es crucial para la planificación de estrategias de salud pública y la asignación de recursos en la región. Es importante señalar que la relativa minoría de pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) en esta caracterización podría deberse a que una parte significativa de estos pacientes es atendida directamente en los consultorios del Hospital Regional o en otros centros de atención primaria, lo que podría influir en el registro y la derivación hacia el servicio de endocrinología general.

Así mismo, la ausencia de mención o de un número significativo de pacientes con Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) en los resultados es un punto que llama la atención. Dada la prevalencia de esta condición en la población pediátrica y adolescente, y la necesidad de un seguimiento endocrinológico especializado y continuo, su baja representación en este estudio sugiere la necesidad de explorar si estos pacientes son manejados en otras unidades

especializadas, si hay barreras en el acceso a la atención en este hospital para esta subpoblación, o si la muestra no fue representativa de la totalidad de pacientes con DM1 en la región.

Bibliografía:

1. Algor Education. (s.f.). *ESTUDIOS DESCRIPTIVOS EN EPIDEMIOLOGÍA*. Algor Cards. Recuperado de <https://cards.algorededucation.com/es/content/Mo-H262C/estudios-descriptivos-en-epidemiologia>
2. Asociación Paraguaya de Protección de Datos Personales. (2020). *PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES DURANTE LA PANDEMIA DE #COVID19*. Recuperado de <https://www.datospersonales.org.py/wp-content/uploads/2020/04/PREGUNTAS-FRECUENTES-SOBRE-PROTECCI%C3%93N-DE-DATOS-COVID19.pdf>
3. Biblioteca y Archivo Central del Congreso Nacional. (2024). *Ley N° 7340/2024 / DE CUIDADOS PALIATIVOS*. Recuperado de <https://www.bacn.gov.py/leyes->

- [paraguayas/12758/ley-n-73402024-de-cuidados-paliativos](https://www.paraguay.gov.py/ley-n-73402024-de-cuidados-paliativos)
4. El Nacional. (s.f.). *Paraguay avanza hacia una ley moderna de protección de datos personales*. Recuperado de <https://elnacional.com.py/politica/p-araguay-avanza-una-ley-moderna-proteccion-datos-personales-n85205>
 5. FI-Admin. (s.f.). *Protección constitucional del derecho a la salud en la República del Paraguay Constitutional protection of the right to health*. Recuperado de <https://fi-admin.bvsalud.org/document/view/92xg8>
 6. Hospital Escuela - Facultad de Medicina UNC. (s.f.). *Hospital Escuela*. Recuperado de <https://fmedicina-unc.edu.py/hospital-escuela/>
 7. Hospital Universitario San Lorenzo. (s.f.). *Derechos y Deberes de Paciente*. Recuperado de <https://www.husl.com.py/derechos-y-deberes-de-paciente.php>
 8. Información Pública. (s.f.). *EXPEDIENTE CLINICO*. Recuperado de <https://informacionpublica.paraguay.gov.py/public/354692-Manual-Expediente-Clinico.pdf>
 9. Instituto Nacional de Salud – Paraguay. (2019). *Poder Ejecutivo - Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social Resolución SG N° 4.76*. Recuperado de <https://www.ins.gov.py/wp-content/uploads/2019/06/REGLAMENTO-RESIDENCIAS-MEDICAS-Res.-SG-N%C2%B0-476-2012.pdf>
 10. Instituto Nacional de Salud – Paraguay. (2023). *Resolución DGRRH N° 671*. Recuperado de <https://www.ins.gov.py/wp-content/uploads/2023/09/RES-RHJB-No0671-REGLAMENTO-PASANTIA-ESPECIALISTAS-2023.pdf>
 11. Madri+d. (2008). *Estudios epidemiológicos descriptivos: características*. Salud Pública y algo más. Recuperado de https://www.madrimasd.org/blogs/salud_publica/2008/03/06/86037
 12. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. (2010). *Resolución N° 527/2010 POR LA CUAL SE CREA EL EXPEDIENTE CLINICO*. Recuperado de <https://www.mspbs.gov.py/dependencias/cnbioetica/adjunto/15be8c-ResolucionN5272010PORLACUAL-SECREAELEXPEDIENTECLINICO.pdf>

13. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. (s.f.). *Resolución SG N° 0149*. Recuperado de <https://www.mspbs.gov.py/dependencias/cnbioetica/adjunto/6b721f-RESOLUCIONSGN749DE20171.pdf>
 14. Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS). (s.f.). *Determinantes sociales de la salud*. Recuperado de <https://www.paho.org/es/temas/determinantes-sociales-salud>
 15. Revistas del Instituto Nacional de Salud. (s.f.). *Determinantes estructurales de la salud y resistencia a los antibióticos en América Latina: revisión sistemática*. Recuperado de <https://revistas.ins.gov.py/index.php/rspp/article/view/363>
 16. Superintendencia de Salud - MSPyBS. (s.f.). *Leyes y Decretos*. Recuperado de <https://www.supsalud.gov.py/index.php/normativa/leyes-y-decretos>
 17. Universidad Nacional de Concepción. (s.f.). *Facultad de Medicina – UNC*. Recuperado de https://www.unc.edu.py/?page_id=327
-

42- Microbiología Molecular

Análisis genómico comparado de enzimas activas sobre carbohidratos marinos en el género *Zobellia*

Autor: Avila, Facundo; facuavila3@gmail.com

Orientador/a: Martínez, María Alejandra, ale.martinez.unt@gmail.com; Pisa, José Horacio, horacio_pisa@hotmail.com

Universidad Nacional de Tucumán / Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia (FBQyF),
Planta piloto de procesos industriales (PROIMI-CONICET), Universidad de San Pablo T

Resumen

Las comunidades microbianas constituyen una fuente de enzimas con gran diversidad y potencial biotecnológico. En este estudio se realizó un análisis comparativo de 20 genomas del género *Zobellia* disponibles en GenBank (diciembre 2023), procesados en KBase, con énfasis en el potencial enzimático para utilizar carbohidratos. El flujo de trabajo incluyó: control de calidad de ensamblados (QUAST, CheckM), anotación funcional (RAST, COG), análisis de diversidad génica (ANI, TETRA) y filogenia (FastTree), estudio del pan-genoma (Compute pangenome) e identificación de enzimas activas sobre carbohidratos (CAZymes) (dbCAN2). Los genomas mostraron variabilidad en tamaño (4,72–5,52 Mb), %GC (36,7–43,0), CDS (≈4330) y ARNs (≈43). El análisis filogenético reveló un clado monofilético con tres subclados, consistentes con los valores de ANI/TETRA y parámetros genómicos. El género presentó un core-genoma amplio, reflejando estabilidad genética, con fuerte representación del metabolismo de carbohidratos, clave para la adaptación marina. Todos los genomas mostraron capacidad de degradar polisacáridos como agar, alginato, carragenina y xilano, mientras que algunas cepas (subclado 3) adquirieron genes accesorios que amplían su repertorio enzimático. Estas poseen genomas mayores, más CDS y %GC más alto. En conjunto, el estudio resalta la diversidad genética y el potencial de *Zobellia* como fuente de biocatalizadores de interés para biorrefinerías marinas.

Palabras clave: CAZymes, *Zobellia*, polisacáridos marinos.

Introducción

Los carbohidratos marinos representan una fracción esencial de la biomasa oceánica y cumplen roles fundamentales tanto estructurales como funcionales en los ecosistemas. Entre ellos, los polisacáridos son los más abundantes, están frecuentemente sulfatados y se encuentran en algas y diatomeas, actuando como componentes de soporte y reservas de energía, además de poseer propiedades bioactivas de interés farmacéutico y biotecnológico. Los oligosacáridos, derivados de la degradación de polisacáridos, destacan por su solubilidad y biodisponibilidad, lo que los convierte en compuestos de interés en la industria alimentaria y biotecnológica. Asimismo, los exopolisacáridos microbianos contribuyen a la formación de biopelículas y a la adaptación de microorganismos a ambientes extremos. La diversidad y complejidad de estos carbohidratos favorece interacciones ecológicas clave y sostiene el ciclo del carbono marino mediante su descomposición microbiana. Dichos procesos son llevados a cabo por comunidades bacterianas que emplean enzimas especializadas, las CAZymes, capaces de degradar una amplia gama de polisacáridos de algas (Cantarel y col., 2008; Lombard y col., 2013). Este mecanismo no solo garantiza el reciclaje de nutrientes, sino que también potencia la

biodiversidad marina y la estabilidad de los ecosistemas.

Dentro de este contexto, el género *Zobellia* (Flavobacteria, Bacteroidota) ha captado la atención científica por su potencial biotecnológico, especialmente en la producción de enzimas que pueden ser utilizadas en diversos procesos industriales, como la producción de biocombustibles, bioplásticos y otros productos bioactivos (Hehemann y col., 2012; Chernysheva y col., 2019). Fue propuesto por Barbeyron y col. (2001) y, a 2023, incluye 9 especies descritas (<https://lpsn.dsmz.de/genus/Zobellia>). Son bacilos Gram-negativos, aerobios estrictos, heterótrofos, no flagelados y deslizantes, que desempeñan un papel crucial en la ecología marina, particularmente en la descomposición de materia orgánica (Kirchman, 2002; Thomas y col., 2011).

En este marco, la genómica comparada se ha convertido en una herramienta clave para entender los mecanismos evolutivos y los cambios genéticos que influyen en los rasgos fenotípicos de los microorganismos (Wang y col., 2023). El acceso a bases de datos como GenBank (Sayers y col., 2020) y el desarrollo de plataformas bioinformáticas de libre acceso, como RAST (Overbeek y col., 2013) y KBase (Arkin y col., 2018), han facilitado la anotación, comparación y modelado de genomas, permitiendo asociar genes con funciones biológicas específicas. A su vez,

herramientas especializadas como dbCAN2 permiten identificar y caracterizar CAZymes de forma automatizada (Zhang y col., 2018). Finalmente, el análisis del pan-genoma se ha consolidado como un enfoque esencial para explorar la diversidad genética y comprender las adaptaciones evolutivas y filogenéticas de las bacterias marinas (Hyun y col., 2022), ofreciendo así una visión más profunda de la relación entre variaciones genómicas y su potencial funcional.

Objetivo

Evaluar y caracterizar de manera comparada el genoma de especies seleccionadas del género *Zobellia*, con énfasis en el contenido de enzimas activas sobre carbohidratos.

Materiales y Métodos

El procesamiento de los datos fue llevado a cabo principalmente en una plataforma de código abierto denominada KBase. Además, se utilizaron otras herramientas que se encuentran en forma *on-line* y gratuita. En la Figura 1, se muestra un esquema resumido del flujo de trabajo desarrollado para este estudio.

-Recopilación y selección de datos genómicos de *Zobellia spp*: Se utilizaron las secuencias genómicas del género *Zobellia* disponibles en la base de datos del NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

-Evaluación de la calidad del genoma:

Se empleó la herramienta QUAST ("Quality Assessment Tool" - v4.4) para comparar y evaluar la integridad, cobertura y precisión de los ensamblados genómicos.

-Anotación de los genomas mediante la herramienta RAST:

Los genomas del género *Zobellia* se anotaron mediante la herramienta RAST (rast.nmpdr.org) que permitió identificar genes, funciones y vías metabólicas en cada genoma.

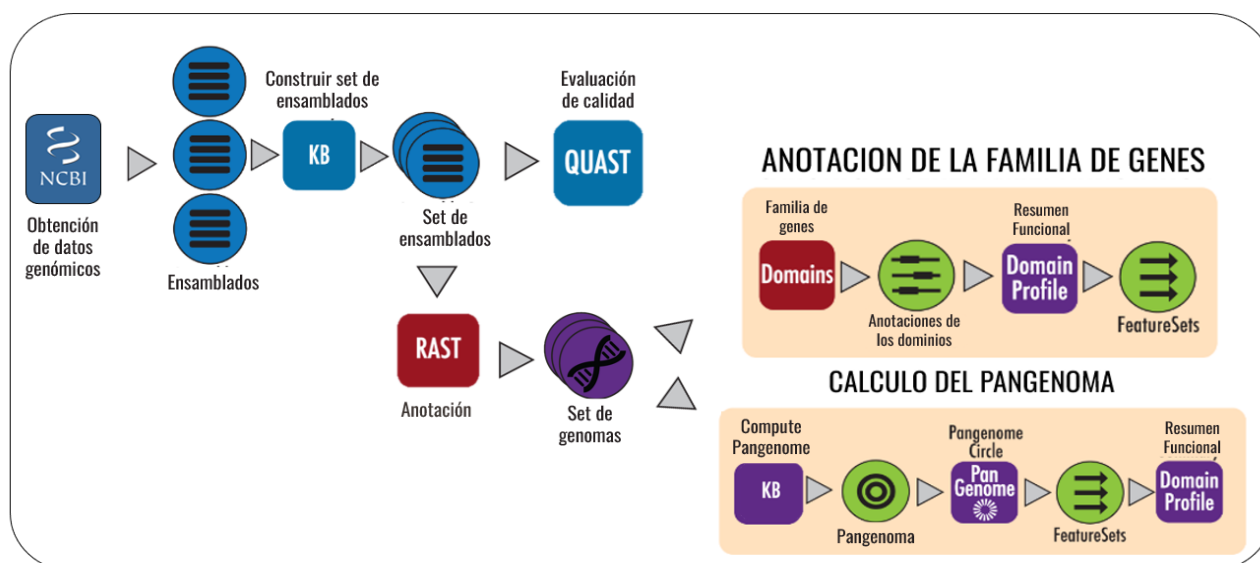
-Análisis filogenético:

Para el cálculo de "Average Nucleotide Identity" (ANI) se utilizó la herramienta desarrollada por Kostaslab y los cálculos de tetranucleótidos se realizaron mediante "JSpecies Web Server". El árbol filogenético se construyó con la aplicación "Insert Genomes in Species Tree" de KBase, que utiliza un conjunto de 49 genes universales definidos por familias de genes COG.

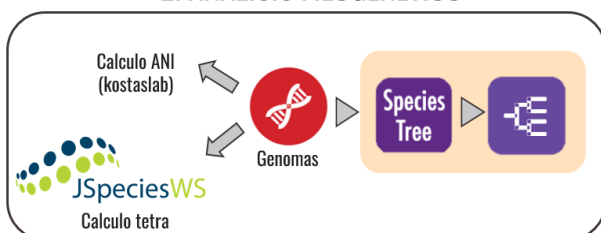
-Evaluación del Pan-genoma y Core-genoma:

Se utilizaron las herramientas disponibles en KBase para llevar a cabo el análisis del pan-genoma y core-genoma de secuencias de *Zobellia* en estudio. Específicamente, se empleó "compute pangenome" para calcular el pan-genoma (estudio de todos los genes presentes en las cepas) y para determinar el core-genoma (estudio de los genes comunes) mediante agrupamiento de todas las proteínas presentes en un conjunto de genomas en familias basadas en la homología de secuencias.

1. ANÁLISIS DEL GENOMA Y PANGENOMA



2. ANÁLISIS FILOGENÉTICO



3. IDENTIFICACION DE CAZymes

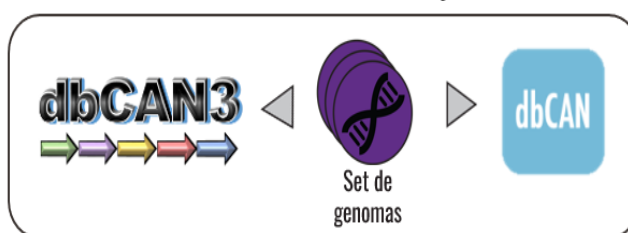


Figura 1. Esquema representativo del proceso. Para los análisis se utilizaron herramientas de KBase y otros servidores online.

-Detección de enzimas activas sobre carbohidratos en los genomas evaluados: La identificación de dominios CAZymes se analizaron con el servidor *on-line* dbCAN2 meta server.

Resultados

Características genómicas generales de *Zobellia* spp.

Los genomas de *Zobellia* presentaron tamaños entre 4,72 y 5,52 Mb y un

contenido de GC que varió del 36,7% al 43,0%. Esta variabilidad observada estuvo en concordancia con estudios realizados para otros géneros bacterianos (Pisa y col., 2022; Xing y col., 2019). En estudios taxonómicos, a menudo se permite una divergencia del 10% en el contenido de GC para miembros del mismo género; sin embargo, este límite es general y muchas veces depende del grupo específico de organismos analizados; por lo tanto, es esencial combinar este criterio con otras

herramientas de análisis filogenético y comparaciones genómicas adicionales como el ANI, TETRA y/o dDDH, para una ubicación taxonómica adecuada (Thompson y col., 2013; Chun y col., 2018). Por otro lado, algunos autores señalaron que existe una correlación entre las estrategias metabólicas y el contenido de GC, ya que este influye en la composición de aminoácidos, la diversidad estructural de proteínas y sus implicaciones funcionales. Los organismos con una baja abundancia en GC codifican más aminoácidos ricos en carbono (C), como la tirosina y la fenilalanina, mientras que los organismos con una alta proporción de GC codifican más aminoácidos con un contenido de nitrógeno (N) relativamente más alto, como la glicina y la arginina (Barceló-Antemate y col., 2023). Gralka y col. (2022) demostraron que las bacterias especialistas en el catabolismo de azúcares tienen un contenido de GC más bajo (~40%) que las especialistas en el catabolismo de ácidos orgánicos (~60%).

2012).

En promedio, las cepas presentaron alrededor de 4330 CDS y 43 ARNs. Además, se observa una buena correlación ($R^2 = 0,7646$) entre el número de CDS y el tamaño de los genomas del género *Zobellia*, presentando una densidad génica promedio de 853 CDS por 1 Mb de genoma. Cabe destacar que, a pesar de no tener el genoma más grande (5,11 Mb), *Z.*

laminariae AS94 fue la cepa con mayor número de CDS (4881) y una densidad génica de 955 CDS por cada 1 Mb, es decir, 100 CDS adicionales por Mb de genoma que el resto de las cepas de dicho género; esto podría sugerir una ventaja adaptativa para dicha cepa.

Anotación funcional con RAST

La anotación con RAST permitió identificar y clasificar los genes de *Zobellia* en subsistemas funcionales. En este trabajo, se observó que el número de subsistemas varió ligeramente, reflejando a priori poca variabilidad funcional dentro del género (Figura 2). Se observa que, en todas las cepas analizadas, una alta proporción de genes fue asignada al metabolismo de carbohidratos. Este subsistema incluyó todas las enzimas involucradas en la vía glicolítica de Embden-Meyerhof, el ciclo de pentosas fosfato y el ciclo de los ácidos tricarboxílicos (TCA). Además, se observó la capacidad metabólica para la utilización de diversas unidades monoméricas de polisacáridos marinos, tales como galactosa, xilosa, fucosa, ácido glucurónico y galacturónico; como también de los disacáridos maltosa y lactosa. También se destacan los subsistemas relacionados al metabolismo de proteínas y aminoácidos y derivados.

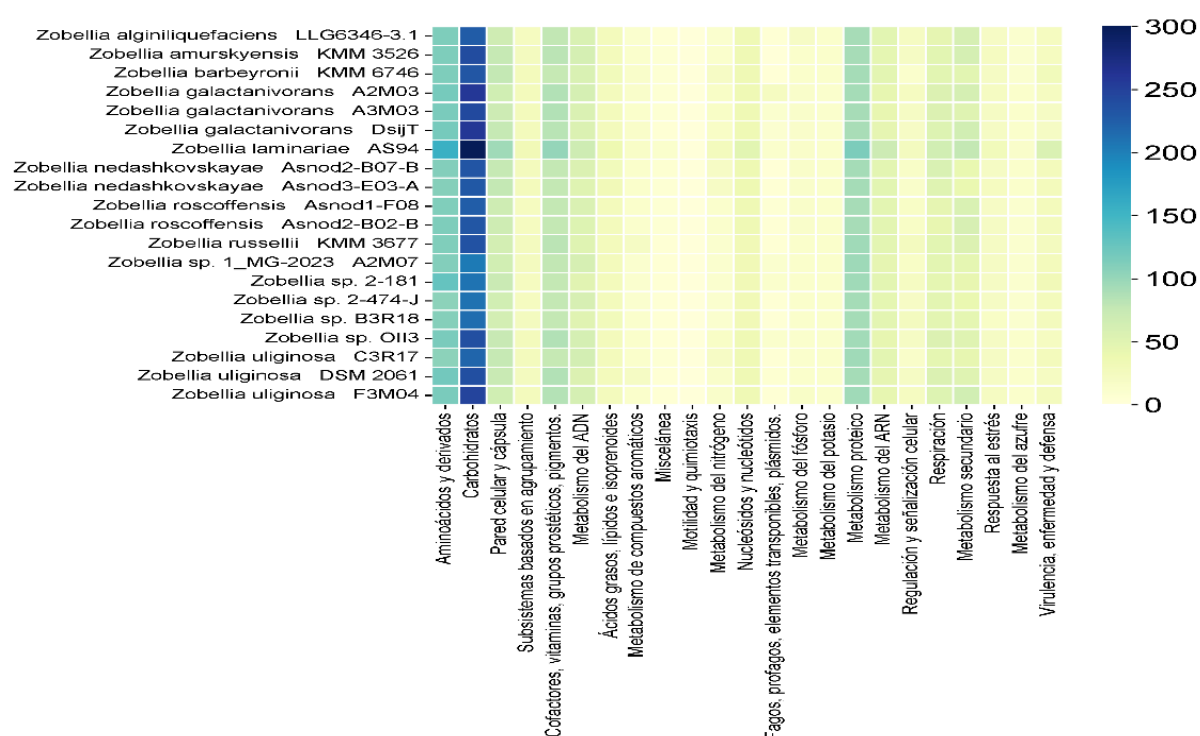


Figura 2. Distribución en subsistemas de las secuencias génicas del género *Zobellia* anotadas por RAST.

Similitud genética en cepas de *Zobellia*: Evaluación mediante ANI y TETRA.

Se evaluó la similitud genética entre cepas del género *Zobellia* mediante ANI y TETRA, herramientas ampliamente utilizadas en taxonomía microbiana para delimitar especies bacterianas (Richter y col., 2015; Rodriguez et al., 2018; Sharma et al., 2022).

Los valores de ANI encontrados variaron entre 70% y 99%, mientras que los valores de TETRA oscilaron entre 1,00 y 0,77 (Figura 3). Los valores más altos de ANI (99%) y de TETRA (1,00) se observaron entre varias combinaciones de las cepas como *Zobellia galactanivorans* DsijT con *Z.*

galactanivorans A2M03, *Z. galactanivorans* A3M03 y *Zobellia* sp. OI13, lo cual es esperable dado que estas cepas pertenecen a la misma especie. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por Chernysheva y col., (2019) que describieron a *Zobellia* sp. OI13 como perteneciente a la especie *galactonivorans*, sugiriendo una relación filogenética cercana y un origen evolutivo común. Además, las cepas de *galactonivorans* estuvieron estrechamente relacionadas con *Z. uliginosa* F3M04 y *Z. uliginosa* DSM2061, con las cuales compartieron valores de ANI y TETRA cercanos a 95% a 1,00, respectivamente. Curiosamente, *Z.*

uliginosa F3M04 y *Z. uliginosa* DSM2061 presentaron valores de ANI y TETRA inferiores a 95% y 0,99 con *Z. uliginosa* C3R17, a pesar de haber sido clasificadas como de la misma especie.

Las cepas no clasificadas (*Zobellia* sp. B3R18, 2-474-J, 2-181 y 1 MG 2023 A2M07) mostraron relación entre sí y con *Zobellia russelli* KMM 3677 (ANI > 97 % y TETRA = 1,00), por lo que podrían ser cepas pertenecientes a dicha especie.

Otras relaciones genéticas encontradas a destacar son *Z. nedashkovskayae* Asnod2-B07-B con *Z. nedashkovskayae* Asnod3-E08-A (ANI > 98% y; TETRA = 1,00); *Z. roscoffensis* Asnod2-B02-B con *Z. roscoffensis* Asnod1-F08 (ANI > 98% y; TETRA = 1,00); y *Z. barbeyronii* KMM 6746 con *Z. laminariae* AS94 (ANI = 94 %; TETRA = 1,00).

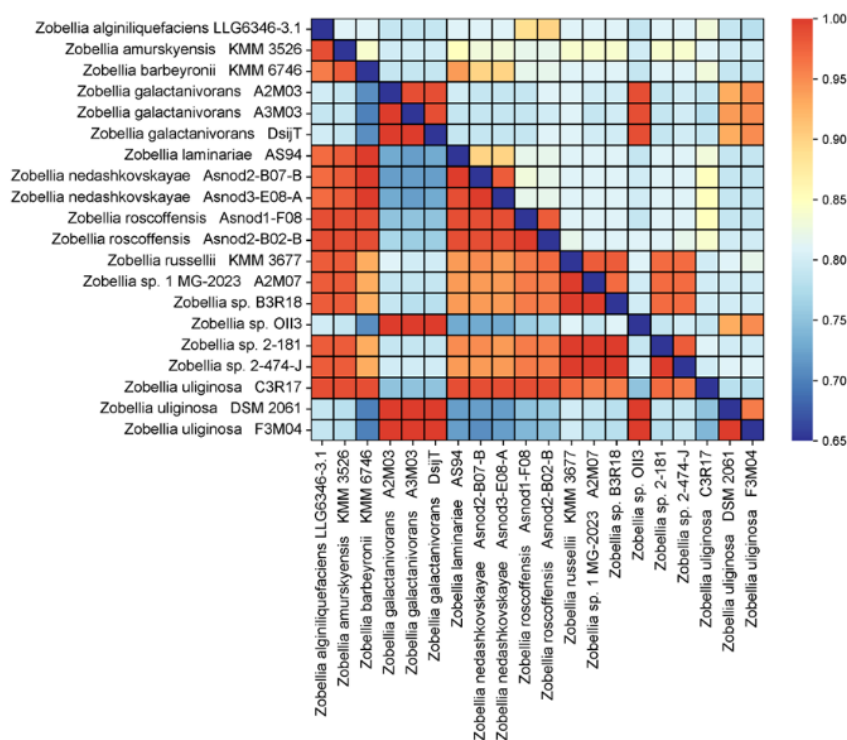


Figura 3. Mapa de calor que representa los valores calculados de ANI y TETRA. El diagrama está dividido por la diagonal principal. Los resultados de los valores TETRA se ubican en el triángulo inferior izquierdo, mientras que los valores ANI se presentan en el triángulo superior derecho.

Árbol filogenético del género *Zobellia*

Se construyó un árbol filogenético del género *Zobellia* a partir de 49 genes universales (familias COG), empleando

como grupos externos a *Pricia antártica*, *Cellulophaga algicola*, *Arenibacter algicola* y especies de *Maribacter* (Figura 4). El análisis mostró que *Zobellia* forma un clado

soporte calculado mediante la prueba de prueba de razón de verosimilitud de Shimodaira-Hasegawa (SH-aLRT). Como grupo externos se usaron las cepas de *Pricia antártica*, *Celulophaga algicola* DSM 14237, *Arenibacter algicola* y algunas cepas del género *Maribacter*.

PAN-GENOMA Y CORE-GENOMA DEL GÉNERO *Zobellia*.

El análisis del pan-genoma del género *Zobellia* permitió clasificar los genes en tres componentes: el core-genoma, compartido por todas las cepas; los genes accesorios, presentes en algunas de ellas; y los genes únicos, exclusivos de una sola cepa (Tettelin et al., 2005). En el estudio, se identificaron 2546 genes codificantes de proteínas en el core-genoma, representados en el círculo central del flower plot (Figura 5).

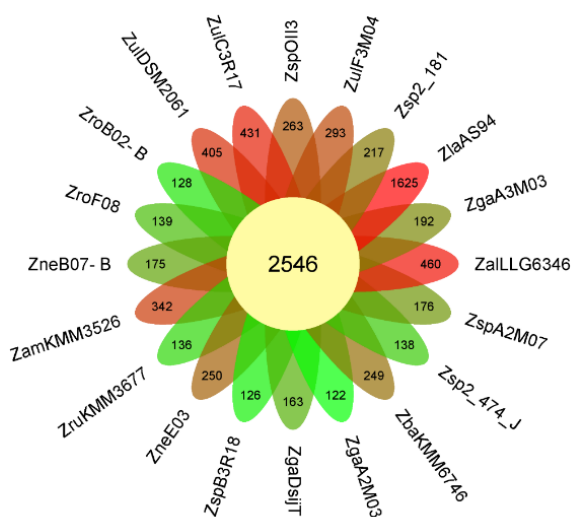


Figura 5. Diagrama de “flower plot” de familias de genes únicos y centrales en los genomas de *Zobellia*. Cada pétalo corresponde a una cepa. *Z. sp.* OII3 (ZspOII3), *Z. uliginosa* C3R17 (ZuiC3R17), *Z. uliginosa* DSM 2061 (ZuiDSM2061), *Z.*

roscoffensis Asnod2-B02-B (ZroB02-B), *Z. roscoffensis* Asnod1-F08 (ZroF08), *Z. nedshkovskayae* Asnod2-B07-B (ZneB07-B), *Z. amurskyensis* KMM 3526 (ZamKMM3526), *Z. russellii* KMM 3677 (ZruKMM3677), *Z. nedashkovskayae* Asnod3-E03 (ZneE03), *Z. sp.* B3R18 (ZspB3R18), *Z. galactanivorans* DsiJT (ZgaDsiJT), *Z. galactanivorans* A2M03 (ZgaA2M03), *Z. barbeyronii* KMM 6746 (ZbaKMM6746), *Z. sp.* 2_474_J (Zsp2_474_J), *Z. sp.* 1 MG 2023 A2M07 (ZspA2M07), *Z. aliginiliquefaciens* LLG6346 (ZaiLLG6346), *Z. galactanivorans* A3M03 (ZgaA3M03), *Z. laminariae* AS94 (ZlaAS94), *Z. sp.* 2_181 (Zsp2_181), *Z. uliginosa* F3M04 (ZuiF3M04).

Asimismo, se observó una marcada variabilidad en los genes únicos entre cepas, destacando *Z. laminariae* AS94 con 1625 genes exclusivos y *Z. galactanivorans* A2M03 con 122. Estas diferencias sugieren procesos de adaptación a distintos hábitats y posibles eventos de transferencia horizontal de genes (Haudiquet et al., 2022). Un análisis del pan-genoma realizado por Xia y col., (2023) sobre genomas de 4 bacterias marinas reveló

que el género *Zobellia* tenía el mayor número y proporción de genes centrales (2614; 65,2%) y la menor proporción de genes únicos (promedio de 204 genes únicos; 5%) y accesorios (promedio de 1197; 29,8 %) en comparación con los otros géneros. En contraste, se encontró una gran proporción promedio de genes accesorios en los miembros de *Maribacter*, mientras que *Tamlana* y *Algibacter* presentaron una proporción promedio más alta de genes únicos, lo que sugeriría una mayor diversificación y adaptación a diferentes ambientes (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación de pan-genomas de géneros marinos modificado de material suplementario 3 de Wolter y col. (2021).

Género	N° de Genomas	Genes centrales	Genes accesorios (promedio)	Genes únicos (promedio)
<i>Tamlana</i>	10	1438	1199	461
<i>Algibacter</i>	9	1380	1333	660
<i>Maribacter</i>	18	1437	1833	390
<i>Zobellia</i>	10	2614	1197	204

Análisis de las categorías funcionales del pan-genoma de *Zobellia* spp.

En la Figura 6, se observa que el 72% de los genes corresponden al core-genoma, principalmente asociados a funciones esenciales como traducción y biogénesis ribosómica (6,59%), pared celular (6,38%) y metabolismo de aminoácidos (6,22%), en concordancia con lo reportado por Chernysheva et al. (2019), quienes

describieron que los 2963 grupos génicos del core-genoma de *Zobellia* se vinculaban mayormente a procesos metabólicos celulares. En contraste, los genes únicos (2,7%) y accesorios reflejan una amplia diversidad adaptativa; los específicos se concentran mayoritariamente en las categorías R (funciones generales, 0,31%) y M (biogénesis de la pared celular, 0,27%), mientras que los accesorios destacan en P (transporte y metabolismo de iones inorgánicos, 4,18%) y G (transporte y metabolismo de carbohidratos, 2,52%), donde se incluyen CAZymes. Estos genes accesorios contribuirían a las diferencias metabólicas entre especies de *Zobellia* y a su capacidad de colonizar nichos marinos diversos como sedimentos, algas o agua de mar.

Diversidad y abundancia de CAZymes en *Zobellia*

El “cazoma” corresponde al conjunto de genes que codifican CAZymes en el genoma de un organismo (Zhang et al., 2018). Estas proteínas se clasifican en cinco clases según la reacción que catalizan: glicosil hidrolasas (GH), esterasas de carbohidratos (CE), polisacárido liasas (PL), glicosiltransferasas (GT) y actividades auxiliares (AA), donde las GH, PL, CE y AA participan en la degradación de polisacáridos, mientras que las GT, en su ensamblaje (Cantarel et al., 2008).

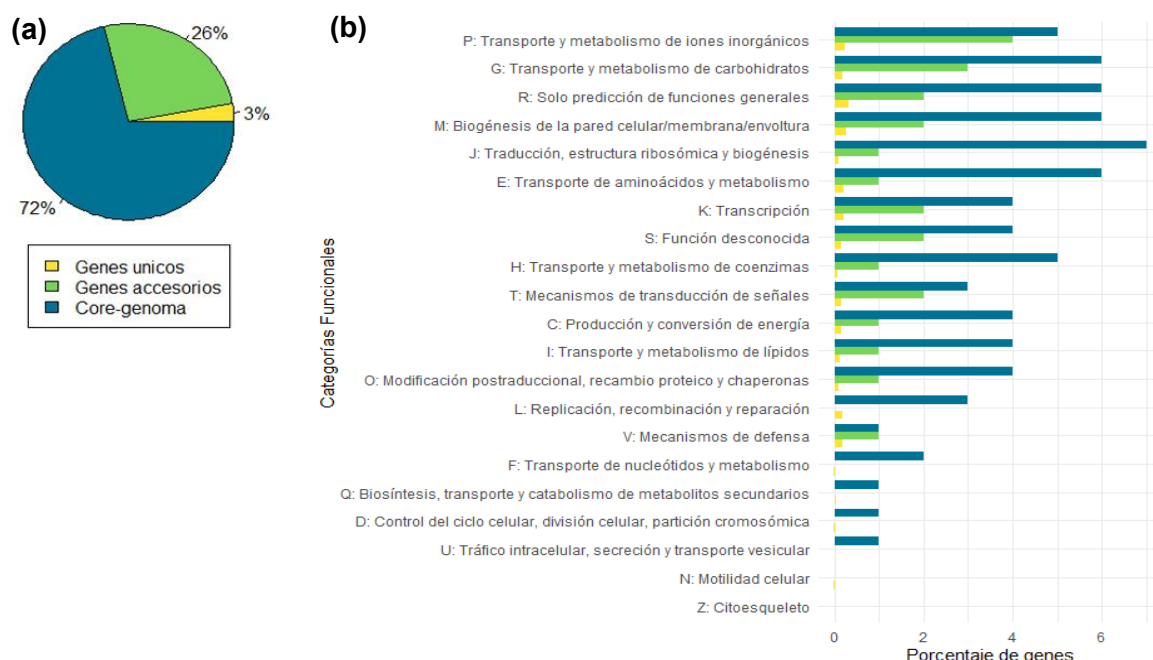


Figura 6. (a) Distribución porcentual de los genes que conforman las diferentes partes del pan-genoma del género *Zobellia*. **(b)** Distribución de categorías funcionales, según la clasificación COG, para los genes únicos, accesorios, y del core-genoma.

Al comparar las CAZymes entre las cepas de *Zobellia*, se identificaron variaciones en la abundancia de estas enzimas (Figura 7). En promedio, fueron detectadas 155 secuencias codificantes para CAZymes en los genomas analizados, siendo *Z. galactanivorans* DsiJT la que se destacó con 191 secuencias. Otras cepas como *Z. galactanivorans* A2M03, *Z. uliginosa* F3M04 y *Z. uliginosa* DSM 2061 también mostraron una alta abundancia de CAZymes (187, 185 y 175 respectivamente). Por otro lado, *Z. uliginosa* C3R17 presentó la menor cantidad de CAZymes (125) enzimas respectivamente.

Estas diferencias en las abundancias de CAZymes se puede ser explicada en parte por las variaciones en el tamaño de los genomas y el número de CDS encontrados en los genomas de las cepas de *Zobellia*. En la Figura 8, se observa que para cepas de los subclados 1 y 2 (señaladas con círculos azules y verdes, respectivamente) la ganancia de nuevos genes (CDS) por el incremento del tamaño del genoma no se traduce en un aumento en el número de CAZymes. Esto es particularmente evidente en la cepa *Z. laminariae* AS94 que, a pesar de poseer un genoma de 5,14 Mb y 4881 CDS, muestra un bajo número de CAZymes (127). Por otro lado, el subclado 3 (círculos rojos), presentan

genomas más grandes que el resto de las cepas (> 5,1 Mb), con un alto número de CDS (> 4500) y de secuencias codificantes para CAZymes (> 170). Por lo tanto, es posible que los genomas de estas cepas de

Zobellia se hayan enriquecido en secuencias codificantes para CAZymes, adquiriéndolas del medio que habitan y especializándose en la degradación de ciertos carbohidratos.

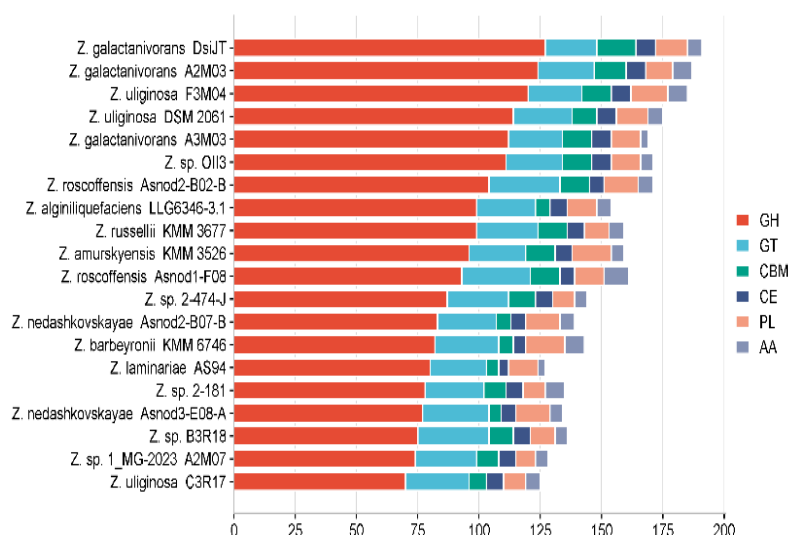


Figura 7. Abundancia de dominios CAZymes detectados, agrupados según el tipo de reacción catalizada: glicosil-hidrolasas (GHs), glicosil-transferasas (GTs), carboxi-esterasas (CEs), polisacárido-lisas (PLs), actividades auxiliares (AAs), módulos de unión a carbohidratos (CBM).

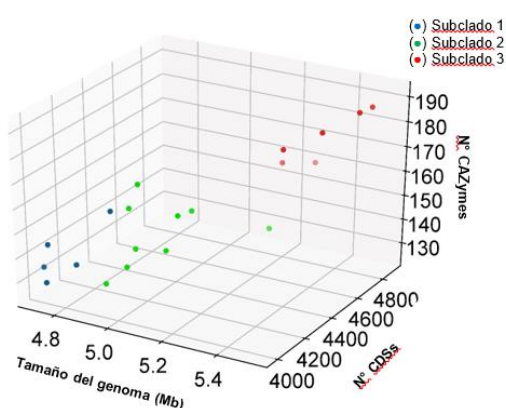


Figura 8. Relación entre el número de CAZymes, número de CDSs y el tamaño de los genomas de las cepas de *Zobellia* analizadas.

En cuanto a la diversidad, las glicosil hidrolasas (GH) son las más abundantes, con un promedio de 95 secuencias identificadas. El resto de las CAZymes presentaron los siguientes valores promedios de secuencias por genoma: 25 para las glicosiltransferasas (GT); 10 para los módulos de unión a carbohidratos (CBM); 12 para las polisacáridos lisas (PL), 7 para las esterasas de carbohidratos (CE), y 6 para las actividades auxiliares (AA). Esto resalta la predominante capacidad de degradar enlaces glicosídicos para la mayoría de las

especies de *Zobellia*. En contraste, *Z. roscoffensis* Asnod2-B02-B y *Z. sp.* B3R18 muestran una alta cantidad de glicosiltransferasas (GT), con 29 enzimas cada una, sugiriendo una capacidad reforzada para ensamblar carbohidratos complejos, posiblemente como una estrategia para protegerse frente a la degradación o para participar en interacciones simbióticas (Barbeyron y col., 2023).

Organización en clústeres de los genes codificantes para enzimas carbohidrato-activas (CAZyme).

Una característica estudiada en microorganismos perteneciente al filo Bacteroidota es que las CAZymes

generalmente se organizan dentro de grupos de genes coregulados involucrados en la unión, hidrólisis y transporte de carbohidratos, conocidos como loci de utilización de polisacáridos (PUL) (Grondin y col., 2017). En los genomas de *Zobellia* analizados, estos genes se distribuyeron aleatoriamente en el genoma, aunque algunos estuvieron organizados en grupos. Con frecuencia, dichos genes se encuentran flanqueados por secuencias que codifican proteínas implicadas en el transporte de nutrientes y reguladores transcripcionales. En la Figura 9 se grafican algunos ejemplos de *clusters* génicos identificados con la herramienta CGC-Finder de dbCAN.

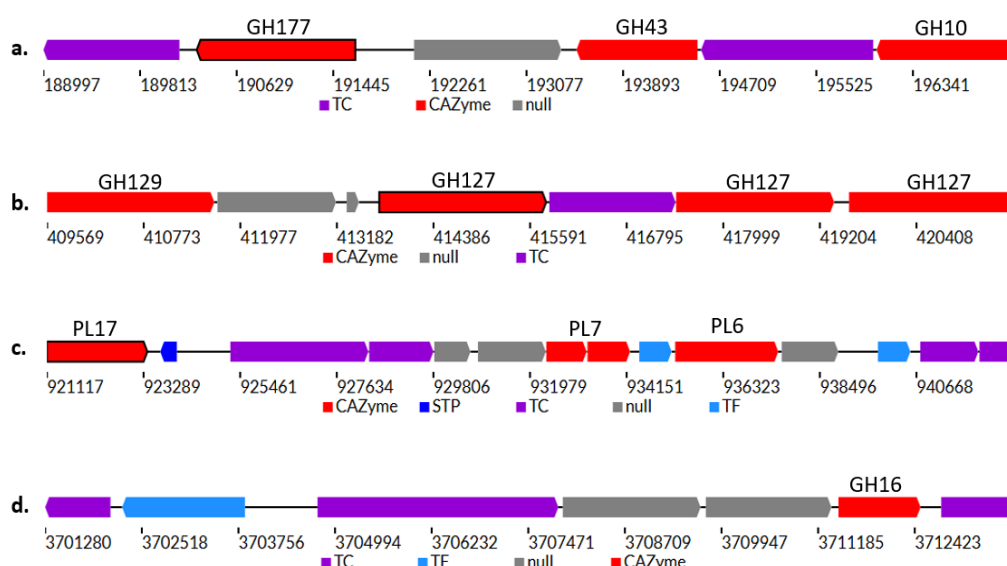


Figura 9. Organización en clusters de los genes codificantes para enzimas carbohidrato-activas (CAZyme), reguladores transcripcionales (TF) y transportadores de nutrientes (TC) en *Zobellia alginiliquefaciens* LLG6346-3.1. a) Cluster CGC.4, relacionado con la degradación del Xilano, contiene GH177; GH43 y GH10. b) Cluster CGC.11, contiene GH129 y GH127 asociadas con la degradación de carragenina c) Cluster CGC.19, incluye PL17; PL7 y PL6,

que codifican para alginato liasas, respectivamente. d) Cluster CGC.59, contiene el gen codificante de β -agarasa perteneciente a la familia GH16, necesario para la degradación de la agarosa.

Enzimas activas sobre polisacáridos en el género *Zobellia*.

La identificación de las familias de CAZymes más abundantes proporciona una visión detallada de las capacidades metabólicas de estas bacterias (Figura 10a). Todas las cepas estudiadas presentaron CAZymas para la degradación de alginato, agar, porfirano, carragenina, xilano, almidón y beta-glucanos (Figura 10b), siendo muchas de estas enzimas parte de core-genoma de *Zobellia* y por lo tanto una característica inherente al género: GH16 y GH117 (para la degradación del agar y porfirano), PL6, PL7 y PL17 (para el alginato), GH127 (para la carragenina) y GH43 y GH10 (para el xilano). La principal diferencia se halla en el número y redundancia de las mismas en los genomas analizados. Por ejemplo, las cepas del subclado 1 parecen especializarse en la degradación de agar, mientras que las cepas *Z. nedshkovskayae* (Asnod2-B07-B y Asnod3-E03), *Z. barbeyronii* KMM 6746, *Z. aliginiliuefaciens* LLG6346-3.1 y *Z.*

amurskyensis KMM 3526 poseen un número elevado de CAZymes destinadas al alginato, ya que presentan una mayor cantidad de PLs.

Por otro lado, las cepas de *Zobellia* del subclado 3, destacadas por su elevado contenido de GHs, se distinguen por una distribución más homogénea de la cantidad de CAZymes para la utilización de estos carbohidratos, pero presentan una mayor cantidad de enzimas dirigidas a xilano y carragenina que el resto de las cepas, es decir, poseen enzimas adicionales que forman parte de su repertorio de genes accesorios (pan-genoma no esencial): GH141, CE6, GH120 (xilano) y GH82 (carragenina). Adicionalmente, este subclado también contiene CAZymes dirigidas a la degradación de β -manano y laminarina (Figura 10b). La presencia selectiva de estas enzimas en algunas cepas podría conferirles una ventaja en condiciones donde estos sustratos específicos se encuentran en abundancia (Gushgari-Doyle y col., 2022).

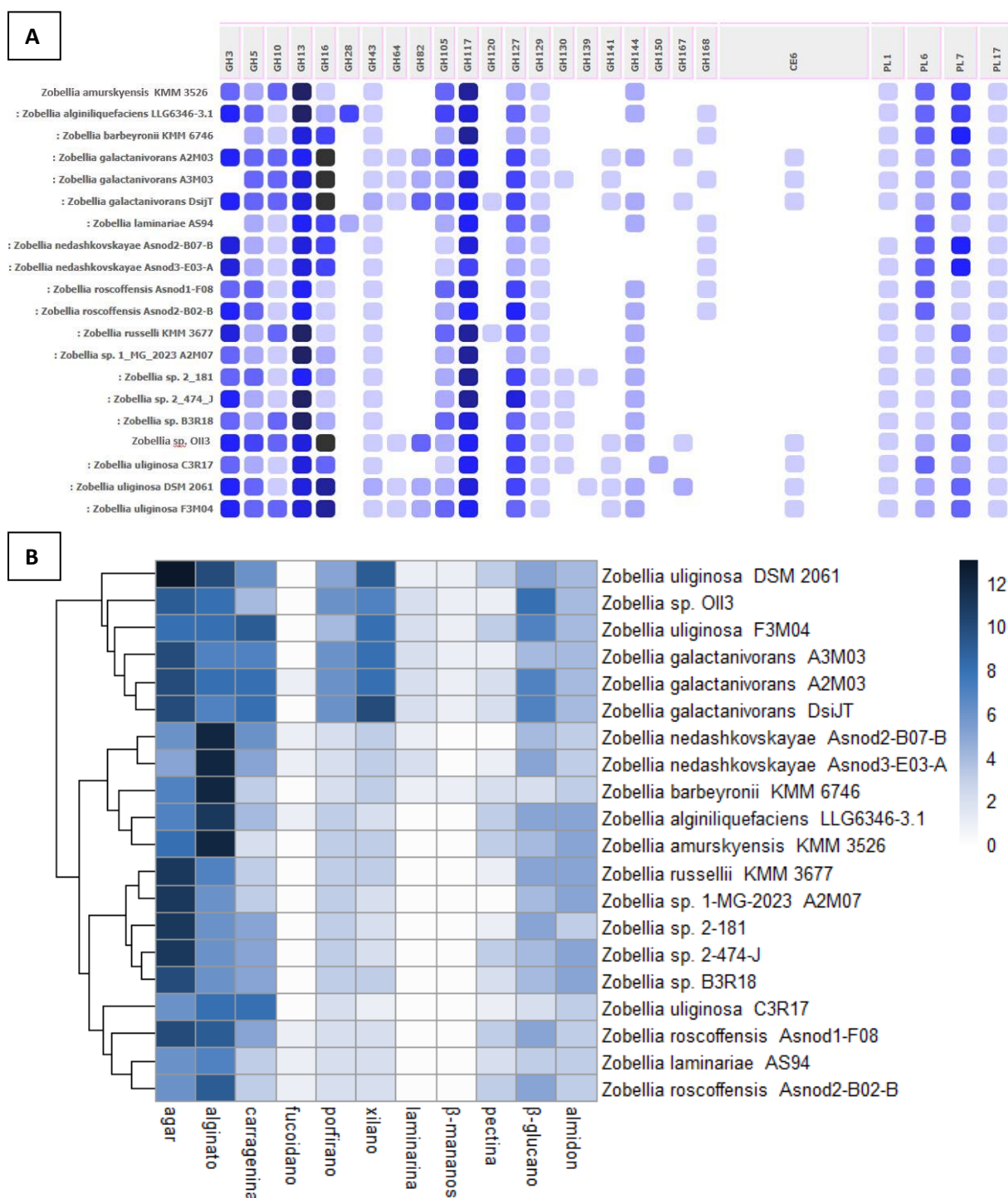


Figura 10. (A) CAZymes más representadas en los genomas de *Zobellia*; **(B)** Diagrama de calor, la cantidad de genes relacionados con la degradación de diferentes polisacáridos.

Conclusiones

Este trabajo constituye una contribución al análisis de la variabilidad génica del género *Zobellia*, poniendo énfasis en su potencial para la utilización de carbohidratos marinos. Las cepas analizadas presentaron un core-genoma grande en comparación a otros géneros marinos, lo que sugiere un repertorio génico estable dentro del género. Las funciones relacionadas a la traducción, estructura ribosómica y biogénesis, biogénesis de la pared celular, transporte y metabolismo de aminoácidos, y el metabolismo de carbohidratos serían esenciales para la supervivencia del género en el ambiente marino, dado el elevado número de genes centrales que se agrupan en dichas categorías. Por otro lado, los genes accesorios se agrupan principalmente en funciones dirigidas en el transporte de iones, pero también al metabolismo de carbohidratos. Esto está en concordancia con las capacidades de utilizar diferentes polisacáridos por las cepas de *Zobellia*, ya que todas las cepas presentaron una capacidad innata (core-genome) para degradar ampliamente polisacáridos marinos como agar, alginato, carragenina, xilano; mientras que solo algunas cepas adquirieron genes de su entorno para una mejor utilización de estos mismos carbohidratos y de otros nuevos, mostrando cierto grado de

especialización/adaptación al entorno donde habitan. Esta variabilidad en abundancia y diversidad de CAZymes es explicada en parte por la diversificación observada en árbol filogenético. Las cepas que forman el subclado 3 comparten una historia evolutiva común, no sólo presentando una mayor abundancia y diversidad de CAZymes, sino también genomas más grandes, mayor número de CDS y un porcentaje de GC más elevado. Finalmente, este estudio no solo permitió ampliar el conocimiento sobre la diversidad genética del género *Zobellia*, las estrategias para degradar polisacáridos y la adaptación a ambientes marinos, sino que también desglosa su enorme potencial como fuente de biocatalizadores de interés biotecnológico para la producción de compuestos con valor agregado basados en biorrefinería marina.

Bibliografía

- Arkin, A. P., Cottingham, R. W., Henry, C. S., Harris, N. L., Stevens, R. L., Maslov, S., Dehal, P., Ware, D., Perez, F., Canon, S., Sneddon, M. W., Henderson, M. L., Riehl, W. J., Murphy-Olson, D., Chan, S. Y., Kamimura, R. T., Kumari, S., Drake, M. M., Brettin, T. S., . . . Yu, D. (2018). KBase: The United States Department of Energy Systems Biology Knowledgebase. *Nature Biotechnology*, 36(7), 566-569. <https://doi.org/10.1038/nbt.4163>
- Barbeyron, T., Duff, N. L., Duchaud, E., & Thomas, F. (2023). *Zobellia alginiliquefaciens* sp. nov., a novel

- member of the flavobacteria isolated from the epibiota of the brown alga *Ericaria zosteroides* (C. Agardh) Molinari & Guiry 2020. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 73(6). <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.005924>
- Barbeyron, T., L'Haridon, S., Corre, E., Kloareg, B., & Potin, P. (2001).** *Zobellia galactanovorans* gen. nov., sp. nov., a marine species of Flavobacteriaceae isolated from a red alga, and classification of [Cytophaga] uliginosa (ZoBell and Upham 1944) Reichenbach 1989 as *Zobellia uliginosa* gen. nov., comb. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 51(3), 985–997. <https://doi.org/10.1099/00207713-51-3-985>
- Barceló-Antemate, D., Fontove-Herrera, F., Santos, W., & Merino, E. (2023).** The effect of the genomic GC content bias of prokaryotic organisms on the secondary structures of their proteins. *PLoS ONE*, 18(5), e0285201. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285201>
- Cantarel, B., Coutinho, P., Rancurel, C., Bernard, T., Lombard, V., & Henrissat, B. (2008).** The Carbohydrate-Active EnZymes database (CAZy): an expert resource for Glycogenomics. *Nucleic Acids Research*, 37, D233 - D238. <https://doi.org/10.1093/nar/gkn663>.
- Chernysheva, N., Bystritskaya, E., Stenkova, A., Golovkin, I., Nedashkovskaya, O., & Isaeva, M. (2019).** Comparative Genomics and CAZyme Genome Repertoires of Marine *Zobellia amurskyensis* KMM 3526T and *Zobellia laminariae* KMM 3676T. *Marine Drugs*, 17(12), 661. <https://doi.org/10.3390/md17120661>.
- Chun, J., Oren, A., Ventosa, A., Christensen, H., Arahal, D. R., Da Costa, M. S., Rooney, A. P., Yi, H., Xu, X., De Meyer, S., & Trujillo, M. E. (2018).** Proposed minimal standards for the use of genome data for the taxonomy of prokaryotes. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC AND EVOLUTIONARY MICROBIOLOGY*, 68(1), 461-466. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.002516>
- Gralka, M., Pollak, S., & Cordero, O. X. (2022).** Fundamental metabolic strategies of heterotrophic bacteria. *bioRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory)*. <https://doi.org/10.1101/2022.08.04.502823>
- Grondin, J. M., Tamura, K., Déjean, G., Abbott, D. W., & Brumer, H. (2017).** Polysaccharide Utilization LOCI: Fueling Microbial communities. *Journal Of Bacteriology*, 199(15). <https://doi.org/10.1128/jb.00860-16>
- Haudiquet, M., De Sousa, J. M., Touchon, M., & Rocha, E. P. C. (2022).** Selfish, promiscuous and sometimes useful: how mobile genetic elements drive horizontal gene transfer in microbial populations. *Philosophical Transactions - Royal Society. Biological Sciences*, 377(1861). <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0234>
- Hehemann, J., Correc, G., Thomas, F., Bernard, T., Barbeyron, T., Jam, M., Helbert, W., Michel, G., & Czejek, M. (2012).** Biochemical and Structural Characterization of the Complex Agarolytic Enzyme System from the Marine Bacterium *Zobellia galactanivorans**. *The Journal of Biological Chemistry*, 287, 30571 - 30584. <https://doi.org/10.1074/jbc.M112.377184>.

- Hyun, J. C., Monk, J. M., & Palsson, B. O. (2022). Comparative pangenomics: analysis of 12 microbial pathogen pangenomes reveals conserved global structures of genetic and functional diversity. *BMC Genomics*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12864-021-08223-8>
- Kirchman, D. L. (2002). The ecology of Cytophaga Flavobacteria in aquatic environments. *FEMS Microbiology Ecology*, 39(2), 91-100. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2002.tb00910.x>
- Lombard, V., Ramulu, H., Drula, E., Coutinho, P., & Henrissat, B. (2013). The carbohydrate-active enzymes database (CAZy) in 2013. *Nucleic Acids Research*, 42, D490 - D495. <https://doi.org/10.1093/nar/gkt1178>.
- Overbeek, R., Olson, R., Pusch, G., Olsen, G., Davis, J., Disz, T., Edwards, R., Gerdes, S., Parrello, B., Shukla, M., Vonstein, V., Wattam, A., Xia, F., & Stevens, R. (2013). The SEED and the Rapid Annotation of microbial genomes using Subsystems Technology (RAST). *Nucleic Acids Research*, 42, D206 - D214. <https://doi.org/10.1093/nar/gkt1226>.
- Pisa, J. H., Hero, J. S., Romero, H. G., & Martínez, M. A. (2022). A genome–proteome-based approach for xylan degradation by Cohnella sp. AR92. *Environmental Microbiology Reports*, 14(5), 755-765. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.13113>
- Richter, M., Rosselló-Móra, R., Glöckner, F. O., & Peplies, J. (2015). JSpeciesWS: a web server for prokaryotic species circumscription based on pairwise genome comparison. *Bioinformatics*, 32(6), 929-931. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btv681>
- Rodriguez-R, L. M., Castro, J. C., Kyrpides, N. C., Cole, J. R., Tiedje, J. M., & Konstantinidis, K. T. (2018). How much do RRNA gene surveys underestimate extant bacterial diversity? *Applied And Environmental Microbiology*, 84(6). <https://doi.org/10.1128/aem.00014-18>
- Sayers, E., Beck, J., Bolton, E., Bourexis, D., Brister, J., Canese, K., Comeau, D., Funk, K., Kim, S., Klimke, W., Marchler-Bauer, A., Landrum, M., Lathrop, S., Lu, Z., Madden, T., O'Leary, N., Phan, L., Rangwala, S., Schneider, V., Skripchenko, Y., Wang, J., Ye, J., Trawick, B., Pruitt, K., & Sherry, S. (2020). Database resources of the National Center for Biotechnology Information. *Nucleic acids research*. <https://doi.org/10.1093/nar/gkaa892>.
- Sharma, A., Sharma, N., Gupta, D., Lee, H., & Park, Y. (2022). Comparative genome analysis of four *Leuconostoc* strains with a focus on carbohydrate-active enzymes and oligosaccharide utilization pathways. *Computational And Structural Biotechnology Journal*, 20, 4771-4785. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2022.08.032>
- Thomas, F., Hehemann, J., Rebuffet, E., Czjzek, M., & Michel, G. (2011). Environmental and Gut Bacteroidetes: The Food Connection. *Frontiers In Microbiology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2011.00093>
- Thompson, C. C., Chimetto, L., Edwards, R. A., Swings, J., Stackebrandt, E., & Thompson, F. L. (2013). Microbial genomic taxonomy. *BMC Genomics*, 14(1), 913. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-913>

Wang, Y., Cai, X., Hu, S., Qin, S., Wang, Z., Cao, Y., Hou, C., Yang, J., & Zhou, W. (2023). Comparative genomic analysis provides insight into the phylogeny and potential mechanisms of adaptive evolution of *Sphingobacterium* sp. CZ-2. *Gene*, 855, 147118. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2022.147118>

Wolter, L. A., Mitulla, M., Kalem, J., Daniel, R., Simon, M., & Wietz, M. (2021). CAZymes in *Maribacter dokdonensis* 62-1 From the Patagonian Shelf: Genomics and Physiology Compared to Related Flavobacteria and a Co-occurring *Alteromonas* Strain. *Frontiers In Microbiology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.628055>

Xing, J., Li, X., Sun, Y., Zhao, J., Miao, S., Xiong, Q., Zhang, Y., & Zhang, G. (2019). Comparative genomic and functional analysis of *Akkermansia muciniphila* and closely related species. *Genes And Genomics/Genes & Genomics*, 41(11), 1253-1264. <https://doi.org/10.1007/s13258-019-00855-1>

Zhang, H., Yohe, T., Huang, L., Entwistle, S., Wu, P., Yang, Z., Busk, P., Xu, Y., & Yin, Y. (2018). dbCAN2: a meta server for automated carbohydrate-active enzyme annotation. *Nucleic Acids Research*, 46, W95 - W101. <https://doi.org/10.1093/nar/gky418>.

41- Salud animal

Estudio del efecto ganador/perdedor en cerdos de cama profunda durante el destete.

Autor: Mila Valentina Piazza. E. mail: Milavpiazza14@gmail.com

Orientador/a: Hector Ricardo Ferrari; E. mail: hector_ricardo_ferrari@yahoo.com.ar

Universidad Nacional de Rosario / Facultad de Ciencias Agrarias

Resumen

En este trabajo se propuso evaluar el efecto ganador/ perdedor en cerdos de cama profunda durante el destete, momento de mayor cantidad de peleas. Los muestreos se realizaron en los galpones de cama profunda del Módulo porcino de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR, Zavalla (Santa Fe). Se observaron 7 destetes, considerados cada uno como una repetición del sistema estudiado. Se tomaron filmaciones y se registraron todas las peleas ocurridas, los cerdos implicados, el tiempo en el que ocurrió y el resultado de las mismas. Para que esto fuera posible se utilizaron trabajos previos en los que se realizó un etograma de movimientos agonísticos. Se calcularon datos de latencia entre la última pelea que gana cada cerdo y la siguiente pelea que inicia, y el tiempo que pasa hasta que un perdedor vuelve a iniciar una nueva pelea. Se compararon las latencias entre perdedores y ganadores con el test no paramétrico de Wilcoxon. Se observaron diferencias significativas a un $p < 0,05$ para los tiempos de latencia entre ganadores y perdedores en todas las muestras excepto la n° 2 debido a que para la categoría perdedores presenta solo un dato. Se observó que los ganadores no solo tienden a iniciar más rápido otras peleas sino que también lo hacen en mayor cantidad que los perdedores.

Palabras clave: efecto ganador/perdedor, cerdos, agonismo

Introducción

Las peleas entre cerdos son comunes en especial durante el destete, en el que se mezclan animales de distintas camadas y se establecen las relaciones sociales entre los mismos (Clark & D'Eath 2013). La organización social o como llaman la mayoría, jerarquía, se ve influida tanto por factores intrínsecos como extrínsecos al animal. Los factores internos están relacionados al poder físico, es decir, a la habilidad de pelea y condición física que tenga el animal. A esto se lo suele denominar como “potencial de retención de recursos” (RHP por sus siglas en inglés Resource-holding power) (Dugadking, 1997). Este RHP varía en cada cerdo. En general, se considera que el cerdo victorioso es aquel con mayor peso y tamaño pero se descubrió que no siempre es así (Weller et al. 2019; Parent et al. 2012). El RHP va a depender de varios factores como sexo, color, experiencias previas, temperatura corporal, entre otras (Weller et al. 2019).

El RHP aumenta o disminuye con las peleas. Cuando aumenta gracias a una victoria genera el “efecto ganador” y cuando disminuye, debido a una derrota, genera lo contrario (“efecto perdedor”) (Parent et al. 2012). La capacidad de autoevaluarse positiva o negativamente es la que permite el efecto perdedor o ganador. Aquellos animales que ganan peleas pasadas, tienden a ganar en una

proporción de dos tercios las peleas futuras, así como los que perdieron tienden a perder dos tercios de los combates posteriores (Yan et al. 2024). Las victorias y las derrotas pueden conducir a una «autoevaluación» de su capacidad de lucha con respecto a los demás miembros del grupo (Yan et al., 2024). Lo que interesa destacar en este punto es que estamos ante reacciones emocionales que tienen como antecedente algún tipo de juicio – positivo o negativo– del cerdo sobre sus propias acciones y “emociones sociales” muy importantes en las relaciones de una sociedad (Etxebarria, 2003).

En la naturaleza, los ganadores saben que ocupan un lugar destacado, comportándose de forma agresiva y participando en más combates para ascender de rango. Dado que las victorias tienden a elevar el rango, los ganadores agresivos ascienden más fácilmente en la jerarquía, aumentando así el acceso a posibles parejas y recursos. Por otro lado, los perdedores notan su desventaja y tienden a tomar posturas menos agresivas para no involucrarse en peleas que arriesguen su vida o impliquen alguna lesión (Yan et al. 2024).

Los animales aprenden de las experiencias pasadas por lo que las interacciones agonísticas influyen en el futuro comportamiento del animal (Buttner 2015). Sumado a esto, los cerdos no solo tienen la capacidad de recordar, sino también de

aprender sobre experiencias, pudiendo así evitar peleas, reconocer amenazas y evadir ciertos compañeros (Coutellier et al. 2007; Paredes-Ramos et al., 2020). En general, lo que se ha visto en otros estudios es que la experiencia previa de lucha afecta a la probabilidad de que el individuo inicie la pelea siguiente. Algunos autores sugirieron que la experiencia previa de ganar y perder modifica la capacidad de lucha real de un individuo, mientras que otros plantean la hipótesis de que los combates le sirven para obtener más información que le permite autoevaluarse, pero no altera su forma de luchar. Ambas hipótesis coinciden en que de alguna forma la experiencia influye en el individuo (Hsu & Wolf, 2001).

Se realizaron varios estudios del efecto ganador y perdedor, pero sigue siendo un desconocimiento si los mismos desempeñan un papel en las interacciones agresivas entre sexos opuestos, en las jerarquías de dominación intersexuales, y de qué manera influye (Yan et al. 2024).

Objetivos

En nuestro trabajo proponemos evaluar si se evidencia el efecto ganador/ perdedor en cerdos de cama profunda durante el momento del destete.

Objetivo específico

Ver si existen diferencias significativas entre el tiempo desde que cerdos ganan o pierden una pelea e inician la siguiente.

Materiales y métodos

El estudio se focalizo solo para el destete, momento de mayor cantidad de peleas (Clark & D'Eath 2013). Los muestreos se realizaron en el Módulo porcino de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR, ubicada en el Parque Villarino, Zavalla (Santa Fe, Argentina). El mismo cuenta con galpones de cama profunda cuyo piso es de paja y rejilla, y el alimento es provisto ad libitum. Los cerdos son destetados al día 21 y al momento de pesarlos se los identifica con un número en el lomo utilizando fibron indeleble (Fig. 1). Se observaron 7 destetes, considerados cada



Fig 1. Cerdos destetados en el galpón de cama profunda de La Facultad de Ciencias Agrarias UNR. Se pueden observar los lomos marcados con fibrones.

uno como una repetición del sistema estudiado.

Se tomaron filmaciones con cámaras celulares con un gran angular de 0.6x, ubicadas en vista cenital dentro de los galpones. Se comenzó a filmar desde el momento 0 en el que ingresaban los primeros animales. Una vez completado el galpón, se filmó aproximadamente 40 minutos. Se registraron todas las peleas ocurridas, los cerdos implicados, el tiempo en el que ocurrió y el resultado de las mismas. Para que esto sea posible se utilizaron trabajos previos en los que se realizó un etograma de movimientos agonísticos.

Una vez registradas todas las peleas y ganadores, se calcularon datos de latencia entre la última pelea que gana cada cerdo y la siguiente pelea que inicia, y el tiempo que pasa hasta que un perdedor vuelva a iniciar una nueva pelea. Se realizó la mediana del tiempo para cada categoría ya que los datos eran asimétricos y se

compararon las latencias entre perdedores y ganadores con el test no paramétrico de Wilcoxon.

Resultados y Discusión

Se observaron diferencias significativas a un $p < 0,05$ para los tiempos de latencia entre ganadores y perdedores en todas las muestras excepto la n° 2 debido a que para la categoría perdedores presenta solo un dato (Tabla 1). Se observó que los ganadores no solo tienden a iniciar más rápido otras peleas sino que también lo hacen en mayor cantidad que los perdedores. Según Hsu & Wolf (2001) la experiencia de perder disminuye la probabilidad de que un animal inicie una pelea, lo cual concuerda con nuestros datos ya que se ve una baja cantidad de animales perdedores que vuelven a iniciar una pelea, y si lo hacen, el tiempo que tardan en hacerlo es mucho mayor al de ganadores.

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	Muestra 7
Cantidad peleas totales	290	239	100	152	270	222	225
Latencia mediana ganador (s)	11	18	2	6	5	9	2
Rango intercuartil (RI) ganador	31	63	9,25	88,5	54	139	8,25
Latencia mediana perdedor (s)	350	803	528,5	249	413	714	433,5
Rango intercuartil (RI) perdedor	354,5	-	465,3	187,2	428	603,5	722,7
p	0.0023*	-	0.01*	0.02*	3.23E-05*	0.024*	8,70E-03*

Tabla 1 Datos de latencia expresados en segundos para perdedores y ganadores de cada muestra, y sus respectivos p obtenidos con R studio. Se marcan con * los $p < 0,05$.

Esto también se relaciona a que los cerdos perdedores podrían adoptar estrategias menos agresivas como evitar algunos oponentes para no poner en riesgo su vida y evitar lesiones (Yan et al. 2024).

Como citan autores como Turner & Edwards (2004) es común que en los destetes se produzcan peleas, las cuales son clave para establecer las dominancias en el grupo. El efecto ganador influye en la estructura social del grupo ya que potencia a los animales dominantes y les confiere un estatus en la cima de la jerarquía social. De la forma opuesta, la capacidad de autoperibirse como perdedor implica un estatus de menor rango y, por lo tanto, el animal va a tender a realizar una menor inversión de energía en peleas de las cuales hay gran posibilidad de perder y salir herido. Es así como la autopercepción de fortalezas y debilidades van a moldear las relaciones agonísticas y por lo tanto las relaciones sociales dentro de la camada.

Conclusión

Se evidenció el efecto ganador-perdedor en cerdos de cama profunda para la etapa de destete. Los animales que ganan peleas tienden a iniciar más rápidamente otros enfrentamientos en comparación a aquellos animales que perdieron. Estudiar las estrategias agonísticas en cerdos no solo nos ayudan a conocer mejor cómo se relacionan socialmente, sino que

contribuyen a la mejora de estrategias y toma de decisiones en la producción.

Bibliografía

- Buttner K., Scheffler K., Czycholl I., Krieter J. 2015. Network characteristics and development of social structure of agonistic behaviour in pigs across three repeated rehousing and mixing events *Applied Animal Behaviour Science* 168 (2015) 24–30.
- Clark C. C. A. & D'Eath R. B. 2013. Age over experience: Consistency of aggression and mounting behaviour in male and female pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 147, 81–93.
- Coutellier L., Arnould C., Boissy A., Orgeur P., Prunier A., Veissier I., Meunier-Salaun M. C. 2007. Pig's responses to repeated social regrouping and relocation during the growing-finishing period. *Applied Animal Behaviour Science* 105, 102–114.
- Dugatkin L. A. 1997. Winner and loser effects and the structure of dominance hierarchies *Behavioral Ecology* 8 (6), 583–587.
- Etxebarria I. 2003. Las emociones autoconscientes: culpa, vergüenza y orgullo. En E. G. Fernández-Abascal, M. P. Jiménez y M. D. Martín (Coor.). *Motivación y emoción. La adaptación humana*

(pp. 369-393). Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.

Hsu Y. & Wolf L. L. 2001. The winner and loser effect: what fighting behaviours are influenced? *Animal Behaviour* 61, 777–786

Paredes-Ramos P., Espinosa-Palencia M., Espejo-Beristaín G., Ahuja-Aguirre C., Hernández-Cruz B. & Coria-Avila G. 2020. Cognición en cerdos. *Revista eNeurobiología* 11(26), 250520.

Parent J. P., Meunier-Salaün M. C., Vasseur E., Bergeron R. 2012. Stability of social hierarchy in growing female pigs and pregnant sows. *Applied Animal Behaviour Science* 142, 1–10.

Turner S. P. & Edwards S. A. 2004. Housing immature domestic pigs in large social groups: implications for social organisation in a hierarchical society. *Applied Animal Behaviour Science* 87, 239–253.

Weller J. E., Camerlink I., Turner S. P., Farish M., Arnott G. 2019. Playful pigs: early life play-fighting experience influences later life contest dynamics. *Animal Behaviour* 158, 269–279.

Yan J. L., Smith N. M. T., Filice D. C. S., Dukas R. 2024. Winner and loser effects: a meta-analysis. *Animal Behaviour* 216, 15–22.

Agradecimiento

A Patricia Torres por siempre asistirme con la estadística y codirigirme.

41. Salud animal

TRANSMISIÓN VERTICAL DEL VIRUS DE LA LEUCOSIS BOVINA, ASOCIACIÓN CON CARGA PROVIRAL Y EVALUACIÓN DE OTROS PATÓGENOSAutor: Cuello, Yisel. Yiselcuello2@gmail.com

Co-autor(es): Abraham Noda, Belén Coitiño, Bettina Rodriguez, Valentina Skuras

Orientador/a: Laureana De Brun. laureanadebrun@gmail.com

Departamento de Patobiología, Unidad de Microbiología, Facultad de Veterinaria, UdelaR.

Ruta 8 y 102 Km 18 Montevideo, Uruguay

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar la transmisión vertical del virus de la leucosis bovina (BLV) según la carga proviral en vacas Holando en preparto y analizar la presencia de otros patógenos de interés productivo. Se trabajó con 30 vacas de un tambo comercial. Se determinó el nivel de anticuerpos y carga proviral mediante ELISA y droplet digital PCR (ddPCR), y se analizó la presencia de diarrea viral bovina (DVB) y *Neospora caninum*. Se realizaron guardias de parto y se obtuvieron muestras sanguíneas de los terneros recién nacidos previo a la toma de calostro y al día 7, 30 y 180. El establecimiento presentó una seroprevalencia de BLV de 72% (73/102 vacas totales). De las 30 vacas monitoreadas, 24/30 (80 %) eran BLV+, de las cuales 6 presentaban alta carga proviral (high proviral load, HPL; 25%). Se observó un 23,3% (7/30) de transmisión vertical y que el 50% de las vaquillonas de alta carga parían terneros positivos, no existiendo una asociación significativa ($p=0,113$). Al nacimiento, 2 terneros fueron positivos a anticuerpos. A la semana, 28 seroconvirtieron, y 1 nuevo ternero fue positivo a PCR. Se analizó por ddPCR una muestra del tanque de leche, resultando positiva y se analizaron por Nested PCR (nPCR) 16 calostros, de los cuales se detectó el virus en uno de ellos correspondiente a una vaquillona de alta carga. Con respecto a otros patógenos, un 93% (28/30) fue seropositivo a DVB y un 10% (3/30) a *Neospora caninum*, siendo estas últimas positivas tanto a BLV como a DVB, demostrando la coinfección entre estos agentes. Se demostró la transmisión vertical de BLV, lo que sugiere la incorporación de estrategias de control en etapas tempranas de la vida.

Palabras clave: Leucosis bovina (BLV), transmisión vertical, Carga proviral.

Introducción

El virus de la Leucosis Bovina (BLV) es un retrovirus exógeno que pertenece al género *Deltaretrovirus*, subfamilia *Ortoretrovirinae*, familia *Retroviridae*. Es un virus ARN que afecta a células de la línea linfóide, principalmente a los linfocitos B CD5+ que expresan inmunoglobulina M (IgM) en su superficie. Luego de la infección, el ADN viral de BLV se integra persistentemente al genoma celular y permanece en el animal de por vida. El BLV también persiste en células como los monocitos y macrófagos (Burny y col., 1988; Aida y col., 1989; Kettmann y col., 1994) y genera disturbios importantes en el sistema inmune causando efectos negativos en la producción (Bartlett y col., 2014).

El genoma viral está constituido por dos cadenas de ARN de polaridad positiva unidos por su extremo 5' e integrado por tres genes estructurales: *gag*, *pol* y *env*, los cuales son necesarios para su síntesis (OMSA, 2018). El gen *env* codifica las glicoproteínas de envoltura, la gp51 de superficie y la gp30 transmembrana, involucradas en la infectividad del virus. La proteína *env* gp51 induce una expresión masiva de anticuerpos específicos en animales infectados (Gillet y col., 2007) y la mayor parte de las pruebas serológicas rutinarias detectan anticuerpos contra esta glicoproteína, ya

que es de aparición temprana (OMSA, 2018). La misma presenta un rol esencial en el ciclo viral, ya que es necesaria para el ingreso viral a la célula y es el objetivo de los anticuerpos neutralizantes del virus (Mamoun y col., 1990). Además, dicha región ha sido ampliamente utilizada para los estudios de genotipificación y se han demostrado por estudios filogenéticos que el BLV se puede clasificar en 10 genotipos (Lee y col., 2016).

El BLV es el principal patógeno viral que afecta la lechería en muchos países del mundo. Para los países con importante tradición en la exportación en pie de vaquillonas como lo es Uruguay, la Leucosis bovina ha significado además una de las principales barreras que ha condicionado los precios y mercados para la exportación desde hace ya varias décadas. Esto ha favorecido también de alguna manera la segregación y acumulación de animales seropositivos, que hoy se estiman en prevalencias que rondan el 70 a 90% (Riet Correa et al., 2019). A todo esto, se suma además el hecho de que actualmente existen aproximadamente 25 países que han eliminado el virus de sus rodeos, generando una tendencia de control y erradicación global que puede traer consecuencias en el futuro a mediano y largo plazo (De Brun, 2022). El 90% de

los animales infectados son asintomáticos (aleucémicos o con linfocitosis persistentes) produciendo pérdidas productivas asociadas principalmente a la exportación de animales en pie, disminución de la producción láctea, disminución de la longevidad del animal y disfunciones importantes en el sistema inmune (Bartlett y col., 2013). Se han encontrado prevalencias cercanas al 50% en terneras de ingreso a campo de cría Holando y se encontraron diferencias significativas en la tasa de concepción entre animales negativos y positivos la misma fue 27% más alta en los animales seronegativos (Puentes y col., 2016). Además este mismo grupo evidenció que al inmunizar contra Fiebre Aftosa a bovinos infectados con BLV, estos presentan una respuesta significativamente menor en los títulos de IgM e IgG1 contra Fiebre Aftosa, en las condiciones a campo de un establecimiento de cría de bovinos de leche del Uruguay (De Brun, 2018).

Las vacas BLV positivas no responden a la vacunación de igual manera que las vacas BLV negativas (Erskine y col., 2011; Frie y col., 2017). En Estados Unidos se ha estimado que la infección subclínica produce pérdidas de 95/Kg/vaca/año de leche por cada 10% de aumento de la prevalencia de BLV en los tambos infectados, esto representa pérdidas de

285 millones de dólares anuales a los productores de los Estados Unidos (Bartlett y col., 2013). El impacto del virus en la longevidad de la vaca también se ha visto que está asociada negativamente, de modo tal que vacas de rodeos con mayores títulos de anticuerpos contra BLV, tienen un 40% más de probabilidad de ser refugadas del rodeo (Bartlett y col., 2013).

Por otra parte, la pérdida quizás más visible y significativa es en el sector exportador, la importante barrera sanitaria para el comercio internacional de animales en pie que existe por la infección con este virus, en este sentido, muchos países que importan animales desde Uruguay, exigen la serología negativa, aún siendo un país con la infección presente. Relacionado con este punto de vista sanitario y económico, la infección con BLV tiene un impacto significativo por los costos en diagnóstico, descarte de animales, tratamientos de patologías concomitantes, disfunción del sistema inmune, entre otros.

El virus se transmite por vía horizontal y vertical, siendo la primera la principal vía de contagio. Los animales portadores asintomáticos son la fuente de infección en los rodeos. Esta transmisión se da por el pasaje de linfocitos infectados con el virus de un bovino a otro, en las secreciones y fluidos biológicos como

leche, sangre, calostro, secreción nasal, saliva, semen y orina se pueden llegar a encontrar linfocitos infectados, transformando a estos en una fuente potencial de contagio (De la Sota, 2004). Su infectividad dependerá del recuento de linfocitos infectados en el fluido, el cual puede aumentar si ocurre un proceso exudativo (Hopkins y Digiacomo, 1997). La mayor proporción de linfocitos infectados se encuentran en la sangre, por lo tanto, cualquier medida de manejo o práctica veterinaria como extracción de sangre, vacunación, descorne, aplicación de inyectables, palpación rectal que se practiquen sin tomar medidas profilácticas correspondientes, son una importante forma de diseminación de la enfermedad por vía iatrogénica (Mammerickx y col., 1987; Hopkins y Digiacomo, 1997). Por otro lado, también se ha demostrado que insectos hematófagos pueden jugar un rol importante en la propagación del BLV. Datos publicados (Ooshiro y col., 2013) indican que cuando estos insectos son controlados, se logra disminuir la infección a largo plazo.

Finalmente, la transmisión vertical puede ocurrir en hasta un 15 % de los casos y tiene lugar cuando un animal infectado lo transmite a la progenie por vía transplacentaria o vía digestiva a través del calostro (Martín y col., 2000). Utilizando técnicas de cuantificación de

ADN, como la Real Time PCR, se ha observado distintos niveles de carga proviral en animales infectados en muestreos transversales (Somura y col., 2014).

Vinculado a la capacidad de transmisión de un animal a otro, se ha propuesto dos perfiles o fenotipos de infección vinculados al polimorfismo del gen BoLA-DRB3, diferenciándose animales con alta y con baja carga proviral, esto parece ser muy importante en la transmisión del virus, ya que animales con baja carga proviral, no serían una fuente de infección para rodeos libres de BLV (Juliarena y col., 2016). Entender esta dinámica y por cuánto tiempo los animales pueden permanecer con bajas cargas, es importante si consideramos que la capacidad de transmisión viral entre bovinos, está influenciada por la carga proviral (alta o baja) del animal (Juliarena y col., 2016).

Existe la técnica droplet digital PCR (ddPCR) que permite detectar más precozmente la presencia del ADN (provirus) del virus de la Leucosis Enzoótica Bovina (BLV) en animales naturalmente infectados en comparación con las técnicas existentes, logrando además una cuantificación con alta reproducibilidad y precisión, sin necesidad de curvas estándar (De Brun y col., 2022). La misma fue desarrollada en el

laboratorio de la Unidad de Microbiología de Facultad de Veterinaria.

Con relación a la carga proviral de BLV se observó un aumento de la misma luego de 12 meses de seguimiento en vaquillonas Holando de un campo de Recría (De Brun, 2018). Ensayos previos en el mismo predio determinaron una tasa de transmisión del 39% (Puentes y col., 2016a). En dicha tesis luego de 12 meses, 11/20 (55%) terneras de aproximadamente 20 meses, finalizaron el ensayo con alta carga proviral. En cambio, otros autores han observado que no hay diferencias en la carga proviral cuando comparan vaquillonas y ganado adulto, y que 9,8% de las vaquillonas previo al primer parto presentan alta carga proviral (Merlini y col., 2016). La infección por BLV ocurre generalmente durante los primeros dos años de vida, donde aún los animales jóvenes no han mantenido contacto con el ganado adulto (Merlini y col., 2016). Por lo que toda estrategia de control de la enfermedad debería de consistir en tomar medidas tan pronto como sea posible y separar los animales acorde a su carga proviral en sangre periférica ya que existen dos perfiles de infección, los animales de alta carga proviral y los de baja carga proviral (Juliarena y col., 2007; Juliarena y col., 2016), teniendo estos últimos un bajo número de linfocitos

infectados en sangre periférica (Burny y col., 1987). Una consideración importante sobre este hecho es que el ganado infectado con altas cargas virales o linfocitos persistentes (LP) son considerados una importante fuente de infección dentro del rodeo (Mekata y col., 2015).

Con lo que respecta al título de anticuerpos anti-BLV y la carga proviral, Gutiérrez y col., (2012) reportan que la respuesta humoral refleja la carga proviral ya que encontraron una correlación positiva entre la carga proviral y el título de anticuerpos anti-p24. Sin embargo, De Brun, (2018) se encontraron animales con altos títulos de anticuerpos que presentaron baja carga proviral, creando la interrogante si realmente medir el título de anticuerpos es una estrategia epidemiológica para el control de la enfermedad.

En cuanto a otros patógenos de interés, el virus de la Diarrea Viral Bovina el cual forma parte del género Pestivirus dentro de la Familia *Flaviviridae* provoca una enfermedad que está distribuida mundialmente y es una de las enfermedades virales presentes en el ganado bovino en Uruguay, es la más importante en ganadería de carne y junto con el virus de la Leucosis bovina, en ganado de leche. Debido a que la

infección con el virus de DVB tiene un impacto económico significativo, asociado a los efectos reproductivos e inmunosupresores, los programas de control y erradicación se han vuelto más comunes en el ganado bovino (Lanyon & Reichel, 2014).

Por otro lado, el protozooario *Neospora caninum*, que causa una enfermedad poli sistémica, es un protozooario intracelular obligado del phylum Apicomplexa, clase Coccidia el cual ha sido identificado mundialmente como una de las principales causas de aborto en bovinos (Koutsodontis et al., 2017; Lindsay & Dubey, 2020). Actualmente, en bovinos de leche se determinó prevalencias prediales de 21,5% e individuales de 96% (Macchi et al., 2020).

En nuestro país no existe un plan de control nacional para la Leucosis Bovina, pero a nivel internacional se han comenzado estrategias de control mediante el estudio de las cargas provirales de BLV. Muchos países erradicaron BLV a través de pruebas tradicionales de serología y sacrificio de los animales. Este control tradicional no es económicamente factible para países donde la prevalencia promedio de anticuerpos en el rodeo se acerca rápidamente al 50%. Por lo que la detección de ganado infectado a través de la cuantificación de la carga proviral

ayuda a priorizar la segregación o sacrificio del ganado. La eficacia de este enfoque ha sido demostrada en al menos cuatro rodeos (Bartlett y col., 2020). En este trabajo se espera poder determinar cómo influye la carga proviral en la transmisión vertical en nuestros rodeos y se espera que las vacas de alta carga proviral transmitan verticalmente el BLV a sus crías.

Objetivos

Objetivo general: Determinar la transmisión vertical del virus de la leucosis bovina (BLV) según la carga proviral.

Objetivos específicos: Determinar la carga proviral de vacas Holando preñadas en el rodeo parto de un tambo comercial del país.

Evaluar la transmisión intrauterina del virus BLV en función de la carga proviral materna.

Detectar la presencia de BLV en el tanque de leche.

Determinar la presencia de material genético del virus BLV en calostros.

Realizar seguimiento de la carga proviral de BLV en los terneros nacidos de madres positivas.

Analizar la asociación entre la carga proviral y el título de anticuerpos anti-BLV.

Evaluar la asociación entre la carga proviral y otros patógenos de interés en la producción lechera.

Materiales y Métodos

Muestras y seguimiento:

Se trabajó en un tambo comercial ubicado en la cuenca lechera del país, en el departamento de Florida. Se tomaron muestras de sangre en tubos con y sin anticoagulantes de la vena coccígea de vacas Holando que ingresaron a parto (n=30). Se realizó guardia de parto teniendo en cuenta fecha estimada de parto y sintomatología. Luego del parto, previo a la ingestión del calostro, se extrajo una muestra de sangre de la vena yugular a cada ternero (día 0). Posteriormente se realizó seguimiento de los terneros nacidos mediante muestreo de sangre los días 7, 30 y 180.

Adicionalmente, se recolectaron muestras de calostro mediante ordeño higiénico de las vacas inmediatamente en el post-parto. Se accedió a una muestra del tanque de leche del establecimiento, correspondiente a la producción del día al finalizar la estadía.

Este estudio contó con la aprobación del protocolo por la Comisión Honoraria de Experimentación Animal CHEA. N°1816.

Extracción de ADN de sangre:

La extracción de ADN en sangre se llevó a cabo mediante el método de Fenol-Cloroformo. Brevemente, se realizó la lisis celular y nuclear a partir de sangre entera. Luego de la obtención del pellet se purificó el ADN mediante la incorporación de Fenol-Cloroformo y se mezcló por inversión durante 15 minutos. Finalmente se precipitó con Etanol 95% y se lavó con Etanol 70%. Luego de 24hs, el ADN obtenido se almacenó a -20°C para su posterior utilización.

Finalmente, la concentración y pureza del ADN extraído fueron determinadas mediante espectrofotometría utilizando un equipo Nanodrop.

Extracción de ADN de calostro y leche:

Para la extracción de ADN se utilizó el kit QIAamp DNA Mini kit 50 (QIAGEN®), el cual emplea columnas de membrana de gel de sílice para el aislamiento y purificación del ADN genómico. Inicialmente, las muestras fueron tratadas con proteasa QIAGEN y solución tampón de lisis AL, e incubadas a 56 °C durante 10 minutos para lograr la lisis celular y nuclear. Luego, se añadió etanol absoluto al lisado, favoreciendo la unión del ADN a la membrana de la columna de centrifugación. A continuación, se realizaron lavados sucesivos con las soluciones tampón AW1 y AW2 para eliminar impurezas. El ADN fue

posteriormente eluido con solución tampón AE y conservado a -20°C hasta su utilización.

Dado que el calostro y la leche son matrices biológicas complejas con alto contenido de grasa y proteínas, las muestras fueron previamente centrifugadas a $6000 \times g$ durante 10 minutos a 4°C para separar la fracción lipídica y eliminar componentes que pudieran interferir con la extracción de ADN.

Finalmente, la concentración y pureza del ADN extraído fueron determinadas mediante espectrofotometría utilizando un equipo Nanodrop.

Determinación de la carga proviral mediante digital PCR:

La cuantificación de la carga proviral BLV se realizó mediante droplet digital PCR (ddPCR) siguiendo el protocolo descrito por De Brun y col., (2022), utilizando el equipo QX200 droplet digital PCR system; Bio-Rad. Se empleó la siguiente secuencia de cebadores:

F: 5'-CAGTGACTGGGTTCCCTCTGTC-3'
R: 5'-AGGGCGAGRCCGGGTCCAGAG-3'
y la sonda utilizada fue
HEX-5'-CCCTCCCTGGGCTCCCGARA-3'-BHQ1.

Cada reacción consistió en 1 μL de ADN, 1 μL de cada cebador (10 μM), 0,5 μL de

sonda (10 μM) y Supermix 2 $\times$ (Bio-Rad) emulsificado con aceite. Las gotas generadas se transfirieron a una placa de 96 pocillos (Eppendorf). El ensayo se realizó en un termociclador (C1000 Touch Thermal Cycler, Bio-Rad) con los siguientes parámetros: desnaturalización inicial de 10 min a 95°C ; 40 ciclos de 30 s a 94°C y 10 min a 58°C ; y desactivación final de 10 min a 98°C . La cuantificación se realizó en el software QuantaSoft v1.7.4 (Bio-Rad), mediante gráficos de puntos. La carga proviral se expresó como copias/ μL de ADN genómico bovino. Cada muestra fue analizada por duplicado y se promediaron los resultados.

Detección de BLV mediante nPCR:

Para la detección de BLV en calostro y leche se realizó nPCR. Se realizaron dos rondas de amplificación de un fragmento del gen env de BLV de acuerdo al protocolo descrito por Fechner y col. (1996), utilizando los cebadores env 5032 (Forward): 5'TCTGTGCCAAGTCTCCCAGATA-3' y env 5608 (Reverse): 5'-AACAACAACCTCTGGGAA-3', para la primera ronda; y env 5099 (Forward): 5'-CCCACAAGGGCGGCCGCGTTT-3' y env 5521 (Reverse): 5'-GCGAGGCCGGGTCCAGAGCTGG-3' para la segunda ronda (anidada). El tamaño de los amplicones esperados en las muestras positivas fue de 598 pb

(primera ronda) y 444 pb (segunda ronda). El producto final de amplificación (444 pb) fue visualizado mediante electroforesis en gel de agarosa al 2%.

Detección del BVDV mediante PCR:

Se realizó una PCR convencional para amplificar la región 5'UTR del genoma de BVDV. Los cebadores utilizados BVDV 190Fmod: 5'- GDA GTC GTC ART GGT TCG AC - 3' (Forward), y V326mod 5'- WCA ACT CCA TGT GCC ATG TAC - 3' (Reverse). El producto de amplificación (207 pb) fue visualizado mediante electroforesis en gel de agarosa al 2%.

Detección de anticuerpos anti gp51 contra BLV:

Se utilizó un kit de ELISA comercial para BLV disponible en plaza para la cuantificación de anticuerpos contra gp51 del blv en suero bovino (IDEXX Leucosis Blocking REF:P02140-10). Las muestras se procesaron de acuerdo a las indicaciones del fabricante y la lectura en el espectrofotómetro se realizó a una longitud de onda de 450 nm.

Detección de anticuerpos contra el virus de la diarrea viral bovina (BVDV):

Se empleó un kit de ELISA comercial disponible para la cuantificación de anticuerpos en bovinos (IDEXX BVDV p80 Ab REF:P00645-5). Las muestras fueron

procesadas de acuerdo a las indicaciones del fabricante y las lecturas en el espectrofotómetro se realizó una longitud de onda de 450 nm.

Detección de anticuerpos contra *Neospora caninum* (N.caninum):

Para la detección de anticuerpos contra *Neospora caninum*, se utilizó un kit de ELISA comercial disponible para la cuantificación de anticuerpos en bovinos (IDEXX Neospora REF:NET1135T). Las muestras fueron procesadas de acuerdo a las instrucciones del fabricante y las lecturas en el espectrofotómetro se realizaron a una longitud de onda de 450 nm.

Resultados y Discusión

El establecimiento lechero presentó una seroprevalencia de 72%(73/102) para BLV el cual es un porcentaje esperado (Riet Correa et al., 2019). Entre categorías se evidencio 57% seropositivos a vaquillonas y 95% vacas. De este establecimiento se estudiaron 30 animales pre-parto (12 vaquillonas y 18 vacas). Obteniendo 24 madres positivas, siendo 6 de alta carga (25%), correspondiendo a 4 vaquillonas y 2 vacas. Estas 4 vaquillonas de alta carga corresponden al 13,33% del total de animales, mientras otros autores han observado que 9,8% de las vaquillonas

previo al primer parto presentan alta carga proviral (Merlini y col., 2016).

Con respecto a los terneros estudiados 23,3% (7/30) nacieron positivos a PCR, los cuales todos eran hijos de madres positivas (3 vaquillonas y 4 vacas) y de estos, 2 fueron de alta carga y 5 de baja carga. lo cual es superior de lo descrito en investigaciones similares que determinaron un 7,6% de transmisión intrauterina (Lazzari y col. 2024).

Tabla 1: Diferentes categorías, carga proviral y transmisión intrauterina de BLV

Categorías	Total(n)	Alta carga proviral	Transmisión intrauterina	Baja carga proviral	Transmisión intrauterina
Vaca	16	2	1 (50%)	14	3 (21%)
Vaquillona	8	4	2 (50%)	4	1 (25%)
Total	24	6	3 (50%)	18	4 (22%)

Se observó un 23,3% de transmisión vertical y que el 50% de las vaquillonas de HPL (High Proviral Load) parían terneros BLV+ aunque no se encontraron asociaciones significativas ($p=0,113$) que se relacionen con la carga proviral preparto.

En cuanto a la transmisión de anticuerpos al nacimiento, antes de ingerir el calostro 2/30 tenían anticuerpos para BLV, esto indica una transmisión intrauterina. A la semana de nacido, 28/30 terneros tenían anticuerpos, se cree que se debe a que los animales ingerían de un banco calostrual que provenía del rodeo de alta prevalencia a BLV.

La transmisión de BLV vía calostro/leche fue 1/30 en los primeros 7 días. Se analizaron 16 calostros de madres positivas mediante nPCR y se evidenció un calostro positivo correspondiente a una vaquillona HPL. Cabe destacar que los animales no solo tomaban el calostro de su madre, sino que también se les administraba de un banco proveniente del rodeo. Además, se detectó por ddPCR en el tanque de leche la presencia del virus, por lo tanto, tanto calostro como leche podrían actuar como fuentes de trasmisión (Gutiérrez et al., 2015; Quadros et al., 2024).

Con respecto a otros patógenos de interés, y su relación con el BLV: de 30 madres involucradas en el proyecto, el 93% fue seropositivo a DVB. Esto es esperado dada la alta prevalencia en predios lecheros (De Brun 2022) y de importancia ya que juntos al BLV son dos potentes virus inmunosupresores. De 24 animales positivos a BLV, 22 son positivos a DVB, descartando la presencia del Ag en los 2 animales DVB- mediante PCR. En cuanto a *Neospora*, dio una seroprevalencia de 10% (3/30), la cual está un poco por debajo de lo descrito (Macchi et al., 2020) a nivel lechero (22,3%).

Las 3 madres positivas a *Neospora*, son positivas tanto a BLV como a DVB, viendo la coinfección entre estos virus y otros patógenos y de ellas 2/3 transmitieron vía transplacentaria ya que sus hijos nacieron positivos a *Neospora*.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la presencia sostenida del Virus de la Leucosis Bovina (BLV) en el rodeo lechero evaluado, con una seroprevalencia general del 72% y una proporción considerable de animales con alta carga proviral, especialmente entre las vaquillonas. La detección de una tasa de transmisión vertical del 23,3%, superior a lo reportado en estudios previos, refuerza la hipótesis de que la transmisión intrauterina del virus puede estar influida por la carga proviral materna, aunque no se evidenció una asociación estadísticamente significativa con la categoría de la madre (vaca o vaquillona).

La presencia del virus en leche de tanque y en muestras de calostro positivo mediante técnicas sensibles como ddPCR y nPCR, respectivamente, sugiere además la importancia de considerar estas vías como potenciales fuentes de diseminación viral en rodeos con alta prevalencia.

Asimismo, la elevada seropositividad a otros agentes inmunosupresores como el virus de la Diarrea Viral Bovina (DVB) y el protozooario *Neospora caninum*, en combinación con la infección por BLV, plantea un escenario de coinfección que podría potenciar los efectos negativos sobre la salud y la productividad del rodeo. Estos hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de abordar el control del BLV en el marco de una estrategia integral, considerando su interacción con otros patógenos relevantes y utilizando herramientas diagnósticas sensibles para identificar animales de alto riesgo.

En este sentido, la cuantificación de la carga proviral mediante ddPCR se presenta como una herramienta clave no solo para la vigilancia epidemiológica, sino también para la toma de decisiones orientadas a la mitigación del riesgo de transmisión, particularmente en rodeos con alta prevalencia, donde las estrategias tradicionales de erradicación no son económicamente viables. La identificación de animales con alta carga proviral, especialmente en etapas tempranas de vida, permite priorizar medidas de manejo diferenciado que contribuyan al control de la enfermedad.

Finalmente, el presente estudio aporta evidencia local sobre la dinámica de transmisión vertical del BLV en

condiciones de campo y subraya la necesidad de implementar programas de control basados en la estratificación del riesgo individual, el monitoreo sistemático y la prevención de nuevas infecciones, especialmente en sistemas lecheros.

Referencias Bibliográficas

- Bartlett, P. C., Norby, B., Byrem, T. M., Parmelee, A., Ledergerber, J. T., & Erskine, R. J. (2013). Bovine leukemia virus and cow longevity in Michigan dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 96(3), 1591–1597.
- Bartlett, P. C., Ruggiero, V. J., Hutchinson, H. C., Droscha, C. J., Norby, B., Sporer, K. R. B., & Taxis, T. M. (2020). Current developments in the epidemiology and control of enzootic bovine leukosis as caused by bovine leukemia virus. *Pathogens*, 9, 1058. <https://doi.org/10.3390/pathogens9121058>
- Bartlett, P. C., Sordillo, L. M., Byrem, T. M., Norby, B., Grooms, D. L., Swenson, C. L., Zalucha, J., & Erskine, R. J. (2014). Options for the control of bovine leukemia virus in dairy cattle. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 244(8), 914–922.
- Burny, A., Cleuter, Y., Kettmann, R., Mammerickx, M., Marbaix, G., Portetelle, D., Van den Broeke, A., Willems, L., & Thomas, R. (1988). Bovine leukemia: Facts and hypotheses derived from the study of an infectious cancer. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*, 32, 149–170.
- Burny, A., Cleuter, Y., Kettmann, R., Mammerickx, M., Marbaix, G., Portetelle, D., & Willems, L. (1987). Bovine leukaemia: Facts and hypotheses derived from the study of an infectious cancer. *Cancer Surveys*, 6, 139–159.
- De Brun, M. L. (2018). *Análisis longitudinal del virus de la leucosis bovina enzoótica (BLV) en vaquillonas Holando infectadas naturalmente e impacto sobre la respuesta inmune de los animales* [Tesis de Maestría, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República].
- De Brun, M. L. (2022). *Diagnóstico, inmunidad y vacunación en bovinos: avances en los principales virus que afectan la producción nacional* [Tesis de Doctorado, Facultad de

- Veterinaria, Universidad de la República].
- De Brun, M. L., Cosme, B., Petersen, M., Alvarez, I., Folgueras-Flatschart, A., Flatschart, R., Panei, C. J., & Puentes, R. (2022). Development of a droplet digital PCR assay for quantification of the proviral load of bovine leukemia virus. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 34(3), 439–447.
- De la Sota, M. D. (2004). *Manual de procedimientos: Leucosis bovina enzoótica*. Buenos Aires: SENASA.
- Erskine, R. J., Bartlett, P. C., Sabo, K. M., & Sordillo, L. M. (2011). Bovine leukemia virus infection in dairy cattle: Effect on serological response to immunization against J5 *Escherichia coli* bacterin. *Veterinary Medicine International*, 2011, 915747.
- Frie, M. C., Sporer, K. R. B., Benitez, O. J., Wallace, J. C., Droscha, C. J., Bartlett, P. C., & Coussens, P. M. (2017). Dairy cows naturally infected with bovine leukemia virus exhibit abnormal B- and T-cell phenotypes after primary and secondary exposures to keyhole limpet hemocyanin. *Frontiers in Veterinary Science*, 4, 112.
- Gillet, N., Florins, A., Boxus, M., Burteau, C., Nigro, A., Vandermeers, F., Balon, H., Bouzar, A., Defoiche, J., Burny, A., Reichert, M., Kettmann, R., & Willems, L. (2007). Mechanisms of leukemogenesis induced by bovine leukemia virus: Prospects for novel anti-retroviral therapies in human. *Retrovirology*, 4, 18.
- Gutiérrez, G., Carignano, H. A., Álvarez, I., Martínez, C., Porta, N. G., Politzki, R., ... & Trono, K. G. (2012). Bovine leukemia virus p24 antibodies reflect blood proviral load. *BMC Veterinary Research*, 8, 187.
<https://doi.org/10.1186/1746-6148-8-187>
- Gutiérrez, G., Lomonaco, M., Alvarez, I., Fernandez, F., & Trono, K. (2015). Characterization of colostrum from dams of BLV endemic dairy herds. *Veterinary Microbiology*, 177(3–4), 366–369.
- Hopkins, S. G., & Digiacomo, R. F. (1997). Natural transmission of bovine leukemia virus in dairy and beef cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 13(1), 107–128.

- Juliarena, M. A., Barrios, C. N., Ceriani, M. C., & Esteban, E. N. (2016). Hot topic: Bovine leukemia virus (BLV)-infected cows with low proviral load are not a source of infection for BLV-free cattle. *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4586–4589.
- Juliarena, M., Gutiérrez, E., & Ceriani, C. (2007). Determination of proviral load in bovine leukemia virus-infected cattle with and without lymphocytosis. *American Journal of Veterinary Research*, 68(11), 1220–1225.
- Koutsodontis Cerqueira-Cézar, C., Calero-Bernal, R., Dubey, J. P., Gennari, S. M., & Brazilian Journal of Veterinary Parasitology. (2017). All about neosporosis in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 26(3), 253–279. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612017045>
- Lanyon, S. R., Hill, F. I., Reichel, M. P., & Brownlie, J. (2014). Bovine viral diarrhoea: Pathogenesis and diagnosis. *Veterinary Journal*, 199(2), 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.07.024>
- Lazzari Quadros, D., Puhl, K., Agnoletto Ribeiro, V., Frandoloso, R., & Kreutz, L. C. (2024). The transmission of bovine leukemia virus to calves occurs mostly through colostrum and milk. *Veterinary World*, 17(12), 2918–2924. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2024.2918-2924>
- Lee, E., Kim, E. J., Ratthanophart, J., Vitoonpong, R., Kim, B. H., Cho, I. S., Song, J. Y., Lee, K. K., & Shin, Y. K. (2016). Molecular epidemiological and serological studies of bovine leukemia virus (BLV) infection in Thailand cattle. *Infection, Genetics and Evolution*, 41, 245–254.
- Macchi, M. V., Suanes, A., Salaberry, X., Fernandez, F., Piaggio, J., & Gil, A. D. (2020). Epidemiological study of neosporosis in Uruguayan dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 179, 105022.
- Mammerickx, M., Portetelle, D., de Clercq, K., & Burny, A. (1987). Experimental transmission of enzootic bovine leukosis to cattle, sheep and goats: Infectious doses of blood and incubation period of

- the disease. *Leukemia Research*, 11, 353–358.
- Mamoun, R. Z., Morisson, M., Rebeyrotte, N., Busetta, B., Couez, D., Kettmann, R., Hospital, M., & Guillemain, B. (1990). Sequence variability of bovine leukemia virus env gene and its relevance to the structure and antigenicity of the glycoproteins. *Journal of Virology*, 64, 4180–4188.
- Martín, D., Arjona, A., Viana, M., Soto, I., Barquero, N., & Gómez-Lucía, E. (2000). Comparación de métodos serológicos y virológicos para el diagnóstico de la infección por el virus de la leucosis bovina enzoótica. *Medicina Veterinaria*, 17, 133–141.
- Mekata, H., Sekiguchi, S., Konnai, S., Kirino, Y., Horii, Y., & Norimine, J. (2015). Horizontal transmission and phylogenetic analysis of bovine leukemia virus in two districts of Miyazaki, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 77(9), 1115–1120.
- Merlini, R., Gutiérrez, G., Alvarez, I., Jaworski, J. P., Carignano, H., Poli, M., Willems, L., & Trono, K. (2016). Bovine leukemia virus becomes established in dairy herds before the first lactation. *Archives of Virology*, 161(11), 3215–3217.
- OIE – Organización Mundial de Sanidad Animal. (2018). *Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres: Capítulos 2.4.10./2.1.8*. Disponible en <http://www.oie.int/es/normas/manual-terrestre/acceso-en-linea/>
- Ooshiro, M., Konnai, S., Katagiri, Y., Afuso, M., Arakaki, N., Tsuha, O., Murata, S., & Ohashi, K. (2013). Horizontal transmission of bovine leukemia virus from lymphocytotic cattle, and beneficial effects of insect vector control. *Veterinary Record*, 173, 527.
- Puentes, R., De Brun, L., Algorta, A., Da Silva, V., Mansilla, F., Sacco, G., Llambí, S., & Capozzo, A. V. (2016). Evaluation of serological response to foot-and-mouth disease vaccination in BLV infected cows. *BMC Veterinary Research*, 12(1), 119.
- Quadros, D. L., Puhl, K., Ribeiro, V. A., Frandoloso, R., & Kreutz, L. C. (2024). The transmission of bovine leukemia virus to calves occurs mostly through colostrum and milk.

Veterinary World, 17(12),
2918–2924.

Riet Correa, F., Monesiglio, M. C., & Pritsch, O. (2019). Leucosis enzoótica bovina en Uruguay: ¿hacia dónde vamos? En *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. XLVII, pp. 51–53). Paysandú: CMVP.

Maurente, M., Andrade, A., Pereira, G., Fernández-Ciganda, S., Fraga, M., Giannitti, F., Menchaca, A., & da Silva, C. (s.f.). Virus de la leucosis bovina: detección posnatal de la infección congénita en terneros Holstein. En *Jornadas Uruguayas de Buiatría* (Vol. L, pp. 264–266). Paysandú: CMVP.

Somura, Y., Sugiyama, E., Fujikawa, H., & Murakami, K. (2014). Comparison of the copy numbers of bovine leukemia virus in the lymph nodes of cattle with enzootic bovine leukosis and cattle with latent infection. *Archives of Virology*, 159(10), 2693–2697.

Agradecimientos

Agradecemos a la Dra. Laureana De Brun, por brindarnos la oportunidad de llevar adelante este proyecto y por depositar su confianza en nuestro trabajo. Su compromiso, dedicación y generosidad

han sido fundamentales para el desarrollo de esta experiencia formativa.

También queremos expresar nuestro agradecimiento al establecimiento, a la productora y a los empleados, por su colaboración, predisposición y por permitirnos trabajar en el lugar, facilitando así la realización de nuestras actividades.

Financiamiento

Este trabajo fue financiado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica - Udelar (CSIC) mediante el proyecto I+D y el proyecto de investigación estudiantil (PAIE).

40.- Virología Molecular

Monitoreo del virus de la hepatitis E de rata (*Rocahepevirus rattii*) en aguas residuales de Córdoba, Argentina

Autor: Lucero, María Emilia; emilucero98@mi.unc.edu.ar

Co-autor(es): Castro, Gonzalo (gonmcastro@gmail.com); Di Cola, Guadalupe (guadalupedicola@unc.edu.ar); Fantilli, Anabella (anbellafantilli@gmail.com); Filoni Bianca (bianca.filoni@mi.unc.edu.ar); Luque, Liliana (lilyluque08@gmail.com); Masachessi, Gisela (gmasachessi@fcm.unc.edu.ar); Roccia, Alfonsina (alfonroccia@gmail.com); Sicilia, Paola (paosicilia@gmail.com);

Orientador/a: Pisano, María Belén (belen.pisano@unc.edu.ar); Ré, Viviana (vivianare@fcm.unc.edu.ar)

Universidad Nacional de Córdoba / Instituto de Virología “Dr. J. M. Vanella” – FCM

Resumen

Dentro de la familia *Hepeviridae*, el virus de la hepatitis E de rata (HEV-R; especie *Rocahepevirus rattii*) constituye una causa emergente de hepatitis zoonótica. Los roedores son sus principales hospedadores y las vías de transmisión al ser humano aún se desconocen. En Argentina no existen datos sobre este virus. Dado que la epidemiología basada en aguas residuales es útil para la vigilancia de virus entéricos, se planteó el objetivo de estudiar HEV-R en aguas residuales de Córdoba y realizar su caracterización molecular.

Se analizaron 114 muestras de aguas residuales recolectadas semanalmente entre enero 2023 y marzo 2025 (n=49 en 2023; n=50 en 2024; n=14 en 2025) en la planta de tratamiento de aguas residuales Bajo Grande, Córdoba, Argentina. Se realizó concentración viral 100X con PEG 6000 a partir de 500 ml de agua, y detección del ARN HEV-R por RT-PCR en tiempo real. Las muestras positivas fueron sometidas a RT-Heminested PCR (fragmento ORF1 de 338 pb). Los productos fueron purificados, secuenciados (Sanger) y sometidos a análisis filogenéticos (MEGA y IQ-TREE).

HEV-R fue detectado en el 70,2% (80/114) de las muestras. La positividad por año fue: 77,6% en 2023 (38/49), 58% en 2024 (29/50) y 85,7% en 2025 (12/14). Se logró amplificar 17 muestras por RT-Heminested PCR y secuenciar 13. El análisis filogenético confirmó su

identidad como *Rocahepevirus ratti*, agrupando con secuencias obtenidas de aguas residuales de Italia y roedores de Canadá, dentro del genotipo C1.

Este es el primer estudio en detectar HEV-R en aguas residuales de Argentina. La metodología aplicada y sus resultados abren nuevas líneas de estudio sobre la infección por HEV-R en el país, en contexto de Una Salud.

Palabras clave: HEV-R, epidemiología basada en aguas residuales, Córdoba

Introducción

La familia *Hepeviridae* está compuesta por cuatro géneros con diferentes hospedadores, de los cuales dos presentan potencial zoonótico (Purdy et al., 2022). Entre las especies que afectan a los humanos, *Paslahepevirus balayani*, también conocido como virus de la hepatitis E (HEV), es el principal causante de hepatitis aguda que se transmite por vía fecal-oral (Cancela et al., 2023).

Estudios recientes han identificado un hepevirus altamente divergente de origen de rata, *Rocahepevirus ratti* (HEV-R) (Benavent et al., 2023), que también es capaz de causar infección zoonótica y hepatitis en humanos (Reuter et al., 2020). Su evolución clínica es similar a la del HEV, desde hepatitis aguda a grave, pudiendo ser mortal en pacientes con enfermedad subyacente severa (Caballero-Gómez et al., 2025). La mayoría de los casos documentados en humanos, ocurrieron en individuos inmunosuprimidos en Asia, aunque también se han reportado casos en Europa y Canadá, con un número creciente

de reporte de casos en inmunocompetentes (Casares-Jimenez, Rivero-Juarez, et al., 2024; Palombieri et al., 2023; Reuter et al., 2020). Los roedores son los principales hospedadores del HEV-R, pero las vías de transmisión al ser humano aún no están del todo claras (Benavent et al., 2023).

Distintas matrices ambientales han demostrado tener un rol importante en la transmisión y mantenimiento del HEV (Casares-Jimenez, Garcia-Garcia, et al., 2024; A. C. Fantilli et al., 2024), por lo que las aguas residuales constituyen muestras útiles para estudiar la circulación de este virus, particularmente utilizando la herramienta de epidemiología basada en aguas residuales (WBE, de su sigla en inglés *wastewater-based epidemiology*) para la vigilancia de patógenos entéricos en una población, con potencial para detectar agentes emergentes, reemergentes o recientemente introducidos en un área (Casares-Jimenez, Garcia-Garcia, et al., 2024; A. Fantilli et al., 2023). Mediante esta estrategia, se

reportaron altas tasas de detección de HEV-R en aguas residuales de Italia, España y Suecia (43,9%, 94% y 98% respectivamente), lo que puso de manifiesto su circulación en Europa, y reafirmó la utilidad de las aguas residuales para el monitoreo de agentes infecciosos como los hepevirus (Casares-Jimenez, Garcia-Garcia, et al., 2024; Churqui et al., 2024; Palombieri et al., 2023).

Los antecedentes mencionados ponen de manifiesto el interés de estudiar HEV-R en Argentina, a fin de conocer la circulación de este virus en nuestro país y continente, y comenzar a conocer su rol como agente productor de hepatitis.

A pesar de estos antecedentes, nada se conoce acerca de la circulación del R-HEV en Argentina. Sólo existe un reporte de su detección en Sudamérica, en moluscos bivalvos de Brasil (Figueiredo et al., 2025). En este marco, resulta de particular interés estudiar R-HEV en Argentina, a fin de conocer la circulación de este virus en nuestro país y continente, y comenzar a conocer su rol como agente productor de hepatitis en nuestro medio.

Objetivos

Detectar la presencia R-HEV, especie *Rocahepevirus ratti*, en muestras de aguas residuales de la ciudad de Córdoba y realizar su caracterización molecular.

Materiales y Métodos

Se analizaron muestras de aguas residuales (n=114) colectadas semanalmente entre enero de 2023 y marzo de 2025 (n=49 en 2023; n=50 en 2024; n=14 en 2025) en la planta de tratamiento de aguas residuales Bajo Grande de la ciudad de Córdoba, Argentina (Figura 1).

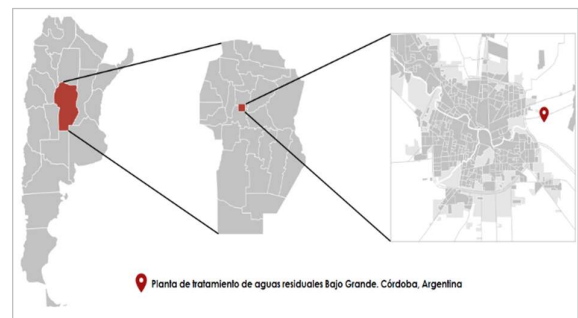


Figura 1. Mapa del área de estudio. Planta de tratamiento de aguas residuales Bajo Grande, ubicada en la ciudad de Córdoba (provincia de Córdoba), en el centro de Argentina.

Dichas muestras, fueron concentradas 100 veces a partir de 500 ml de agua mediante un protocolo ya implementado en nuestro laboratorio usando el método de precipitación con polietilenglicol-6000 (PEG-6000), de acuerdo con la directriz de la OMS para la vigilancia ambiental de la circulación del poliovirus (A. Fantilli et al., 2023; OMS, 2003). Las muestras de aguas ya concentradas fueron sometidas a extracción del ARN mediante el kit comercial Nucleic Acid Extraction Versatile

Spin Kit (Anatolia Bosphore®) siguiendo las instrucciones descritas por el fabricante.

Posteriormente, para el screening, se realizó la detección del ARN de HEV-R mediante RT-PCR en tiempo real utilizando sonda para la detección de un fragmento genómico de 69 pb de la región ORF1 (Sridhar et al., 2018). Para ello, se utilizó como control positivo un oligonucleótido sintético que contiene la secuencia a amplificar (MacroGen, Inc. Corea).

Las muestras positivas fueron sometidas a RT-Heminested PCR a fin de amplificar un segmento genómico más extenso (338 pb) de la región ORF1. (Drexler et al., 2012). Los *primers* y sonda utilizados en ambas reacciones se detallan en la Tabla 1. Los productos amplificados fueron purificados empleando el Kit QIAquick Gel Extraction Kit (Quiagen,

Valencia, Ca, USA), secuenciados mediante la técnica de Sanger y sometidos a análisis filogenéticos para su caracterización molecular utilizando los programas MEGA v.11, IQ-TREE y FigTree (Minh et al., 2020; Rambaut A., 2016; Tamura et al., 2021). Para este punto, se armó una base de datos con las secuencias obtenidas en este estudio, las 5 secuencias más similares encontradas utilizando BLAST, secuencias de referencia de cada genotipo de HEV-R reportadas en bibliografía y secuencias de HEV (*Paslahepevirus balayani*) genotipo 1 y 3 a modo de outgroup.

Las frecuencias de detección viral se expresaron como porcentajes y se calcularon los intervalos de confianza (IC) del 95% utilizando el método de Pearson-Klopper en R versión 4.3.2.

Tabla 1. *Primers*, sonda, región genómica y tamaño de los fragmentos a amplificar en la PCR en tiempo real y heminested-PCR utilizados durante el presente estudio para la detección de HEV-R.

Región genómica y especie a detectar	Primer/ Sonda	Secuencia (5'→3')	Tamaño del producto (pb)	Metodología PCR	Referencia
<i>Rocahepevirus ratti</i> (ORF1)	Primer Forward	CTTGTTGAGCTYTTCTCCCCT	69	RT-PCR en tiempo real	(Sridhar et al., 2018)
	Primer Reverse	CTGTACCGGATGCGACCAA			
	Sonda	HEX-TGCAGCTTGTCTTTGARCCC - IABkFQ			

<i>Hepevirus</i> (ORF1)	HEV-F4228	ACYTTYTGTGCYYTITTTGGTCC ITGGTT	371	RT- Heminested PCR	(Drexler et al., 2012)
	HEV-R4598	GCCATGTCCAGAYGGTGTTCCTCA			
	HEV-F4228	ACYTTYTGTGCYYTITTTGGTCC ITGGTT	338		
	HEV-R4565	CCGGGTTCCRCIGAGTGTTCCT TCCA			

Resultados y Discusión

Se detectó HEV-R en 80 de 114 muestras analizadas (70,2%; IC 95%: 61,0 - 78,4%) mediante RT-PCR en tiempo real. La positividad por año fue de: 77,6% (IC 95%: 63,4 - 88,2%; 38/49) en 2023, 58,0% (IC 95%: 43,2 - 71,8%; 29/50) en 2024 y 85,7% en 2025 (IC 95%: 57,2 - 98,2%; 12/14). La Figura 2 muestra las detecciones por semana y las frecuencias de detección por mes en cada año estudiado, observándose presencia del virus en todos los meses, con altas frecuencias (más del 20%), sin un patrón

estacional. Del total de las muestras positivas, 17 fueron amplificadas por RT-Heminested PCR y 13 pudieron ser secuenciadas por la técnica de Sanger.

El análisis filogenético confirmó la identidad de las secuencias obtenidas como *Rocahepevirus ratti* (HEV-R) y reveló que las mismas, presentan mayor cercanía filogenética con cepas previamente detectadas en aguas residuales de Europa, particularmente de Italia, y con roedores de Canadá formando parte del genotipo C1 (Figura 3).

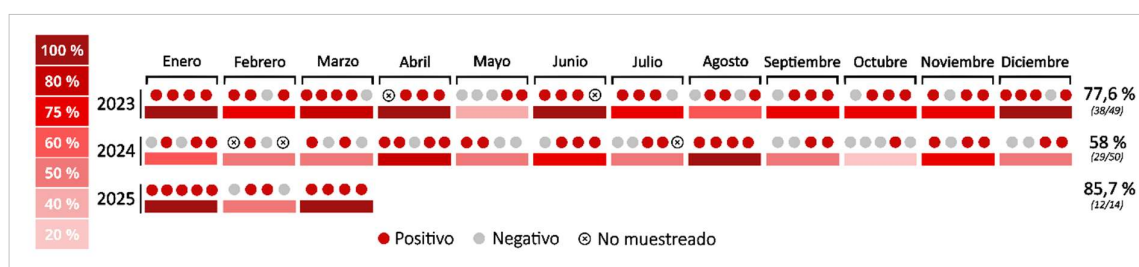
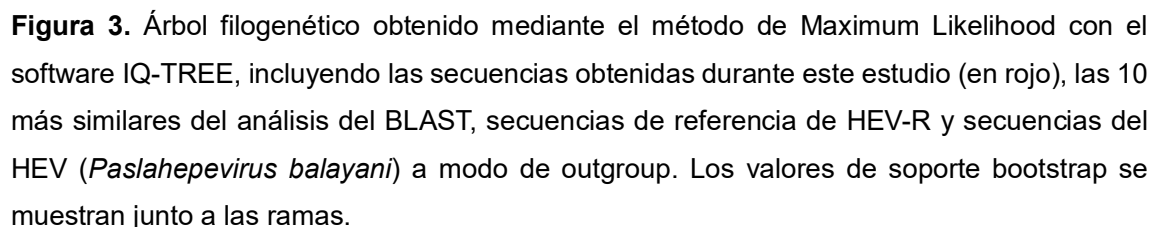


Figura 2. Frecuencia de detección de HEV-R durante enero de 2023 y marzo de 2025 por mes. Los círculos indican las detecciones por semana muestreada dentro de cada mes y la intensidad del color de las barras representan el porcentaje de positividad mensual.



Por otro lado, los análisis filogenéticos mostraron que todas las

6

En el marco del enfoque Una Salud, estos hallazgos refuerzan la necesidad de integrar el monitoreo ambiental a estudios clínicos y en reservorios virales animales. En este sentido, se ha reportado un número creciente de casos de infección por HEV-R sintomáticos en humanos en los últimos 2 años, la mayoría de ellos documentados en Europa (Caballero-Gómez et al., 2025; Rouba et al., 2024). Así, un estudio reciente, determinó un impacto clínico considerable de este virus en una cohorte de pacientes de España, revelando que este agente fue responsable del 1,4% de los casos de hepatitis aguda sin etiología determinada, algunos de los cuales requirieron hospitalización, registrándose la muerte de uno de ellos (Caballero-Gómez et al., 2025). Por lo mencionado, incluir al HEV-R en el diagnóstico diferencial de pacientes con hepatitis aguda y/o crónica representa un desafío clave para evaluar su impacto en salud humana en nuestra región y anticipar posibles escenarios de riesgo. Respecto a los reservorios, además de los roedores,

también se ha detectado HEV-R en cerdos y en moluscos bivalvos, que podrían ser potenciales transmisores del virus y sugiere posible ruta de transmisión alimentaria (Ríos-Muñoz et al. 2024; Figueiredo et al., 2025), por lo que sería importante ampliar el estudio a éstas y otras especies animales.

Conclusiones

Este estudio constituye el primer reporte de detección de *Rocahepevirus ratti* (HEV-R) en Argentina y el primero en aguas residuales de Sudamérica, mostrando una alta frecuencia de detección en todos los años estudiados. La aplicación de herramientas de vigilancia ambiental permitió revelar una vía de monitoreo eficiente y sensible para la detección de un virus emergente.

Los hallazgos de este estudio abren campos nuevos e inexplorados en la investigación de los hepevirus en nuestro medio. Continuar con esta línea es clave para comprender su patrón de circulación e impacto en salud humana.

Referencias Bibliográficas

Benavent, S., Carlos, S., & Reina, G. (2023). *Rocahepevirus ratti* as an Emerging Cause of Acute Hepatitis Worldwide. In *Microorganisms* (Vol. 11, Issue 12). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/microorganism>

s11122996

Caballero-Gómez, J., Casares-Jiménez, M., Gallo-Marín, M., Pereira-Pardo, S., Beato-Benítez, A., Poyato, A., Guerra, R., Avellón, A., Schilling-Loeffler, K., Freyre-Carrillo, C., García-Bocanegra, I., Jiménez-Martín, D., Corona-Mata, D., Vicianá,

- I., Fajardo, T., Muñoz-Chimeno, M., Quevedo, M. Á., Ríos-Muñoz, L., Pérez, A. B., ... Rivero, A. (2025). Rat hepatitis E virus as an aetiological agent of acute hepatitis of unknown origin. *Journal of Hepatology*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2025.02.027>
- Cancela, F., Cravino, A., Icasuriaga, R., González, P., Bentancor, F., Leizagoyen, C., Echaidés, C., Ferreira, I., Cabrera, A., Arbiza, J., & Mirazo, S. (2023). Co-circulation of Hepatitis E Virus (HEV) Genotype 3 and Moose-HEV-Like Strains in Free-Ranging-Spotted Deer (*Axis axis*) in Uruguay. *Food and Environmental Virology*, 15(4), 281–291. <https://doi.org/10.1007/s12560-023-09563-2>
- Casares-Jimenez, M., Garcia-Garcia, T., Suárez-Cárdenas, J. M., Perez-Jimenez, A. B., Martín, M. A., Caballero-Gómez, J., Michán, C., Corona-Mata, D., Risalde, M. A., Perez-Valero, I., Guerra, R., Garcia-Bocanegra, I., Rivero, A., Rivero-Juarez, A., & Garrido, J. J. (2024). Correlation of hepatitis E and rat hepatitis E viruses urban wastewater monitoring and clinical cases. *Science of the Total Environment*, 908. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168203>
- Casares-Jimenez, M., Rivero-Juarez, A., Lopez-Lopez, P., Montes, M. L., Navarro-Soler, R., Peraire, J., Espinosa, N., Alemán-Valls, M. R., Garcia-Garcia, T., Caballero-Gomez, J., Corona-Mata, D., Perez-Valero, I., Ulrich, R. G., & Rivero, A. (2024). Rat hepatitis E virus (*Rocahepevirus ratti*) in people living with HIV. *Emerging Microbes and Infections*, 13(1). <https://doi.org/10.1080/22221751.2023.2295389>
- Churqui, M. P., Ghaleb, M., Tunovic, T., Frankal, M., Enache, L., Nyström, K., Lagging, M., & Wang, H. (2024). High prevalence of hepatitis E and rat hepatitis E viruses in wastewater in Gothenburg, Sweden. *One Health*, 19. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100882>
- Drexler, J. F., Seelen, A., Corman, V. M., Fumie Tateno, A., Cottontail, V., Melim Zerbinati, R., Gloza-Rausch, F., Klose, S. M., Adu-Sarkodie, Y., Oppong, S. K., Kalko, E. K. V., Osterman, A., Rasche, A., Adam, A., Müller, M. A., Ulrich, R. G., Leroy, E. M., Lukashev, A. N., & Drosten, C. (2012). Bats Worldwide Carry Hepatitis E Virus-Related Viruses That Form a Putative Novel Genus within the Family Hepeviridae. *Journal of Virology*, 86(17), 9134–9147. <https://doi.org/10.1128/jvi.00800-12>
- Fantilli, A. C., Masachessi, G., Cola, G. Di, Castro, G., Sicilia, P., Marinzalda, M.

- de los A., Cachi, A. M., Moreno, C., Borda, M., Ibarra, G., Rojas, R. M., Parreño, V. G., Barbás, M. G., Nates, S. V., Pisano, M. B., & Ré, V. E. (2024). Integrated hepatitis e virus monitoring in central Argentina: a six-year analysis of clinical surveillance and wastewater-based epidemiology. *Water Research*, 261, 122004. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2024.122004>
- Fantilli, A., Cola, G. Di, Castro, G., Sicilia, P., Cachi, A. M., de los Ángeles Marinzalda, M., Ibarra, G., López, L., Valdivino, C., Barbás, G., Nates, S., Masachessi, G., Pisano, M. B., & Ré, V. (2023). Hepatitis A virus monitoring in wastewater: A complementary tool to clinical surveillance. *Water Research*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.120102>
- Figueiredo, A. S., Negreiros, I. R., do Nascimento e Silva, A., Salgado, C. R. S., dos Santos, N. L., Pinto, M. A., de Carvalho Neta, A. V., Leite, J. P. G., & Cantelli, C. P. (2025). Detection of Rocahepevirus ratti in Bivalve Mollusks from São Luís Island, Maranhão, Brazil: A Potential Transmission Route of an Emerging Zoonotic Pathogen? *Food and Environmental Virology*, 17(1). <https://doi.org/10.1007/s12560-024-09624-0>
- Minh, B. Q., Schmidt, H. A., Chernomor, O., Schrempf, D., Woodhams, M. D., Von Haeseler, A., Lanfear, R., & Teeling, E. (2020). IQ-TREE 2: New Models and Efficient Methods for Phylogenetic Inference in the Genomic Era. *Molecular Biology and Evolution*, 37(5), 1530–1534. <https://doi.org/10.1093/molbev/msaa015>
- OMS: Organización Mundial de la Salud. (2003). *World Health Organization WHO Guidelines for environmental surveillance of poliovirus circulation Vaccines and Biologicals*. www.who.int/vaccines-documents/
- Palombieri, A., Di Profio, F., Sarchese, V., Fruci, P., Suffredini, E., Martella, V., Veneri, C., Bonanno Ferraro, G., Mancini, P., La Rosa, G., & Di Martino, B. (2023). Surveillance for rat hepatitis E in wastewater networks, Italy. *Microbiology Spectrum*, 11(6). <https://doi.org/10.1128/spectrum.02675-23>
- Purdy, M. A., Drexler, J. F., Meng, X. J., Norder, H., Okamoto, H., Van der Poel, W. H. M., Reuter, G., de Souza, W. M., Ulrich, R. G., & Smith, D. B. (2022). ICTV Virus Taxonomy Profile: Hepeviridae 2022. *Journal of General Virology*, 103(9). <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001778>
- Rambaut A. (2016). *FigTree v1.4.3*. <http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree>

e/

Reuter, G., Boros, Á., & Pankovics, P. (2020). Review of hepatitis E virus in rats: Evident risk of species orthohepevirus C to human zoonotic infection and disease. In *Viruses* (Vol. 12, Issue 10). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/v12101148>

Rouba, A., Ansmant, T., Chaqroun, A., Challant, J., Josse, T., Schvoerer, E., Gantzer, C., Bertrand, I., & Hartard, C. (2024). First detection of Hepatitis E virus (Rocahepevirus ratti) in French urban wastewater: Potential implications for human contamination. *Science of the Total Environment*, 954. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176805>

Sridhar, S., Yip, C. C. Y., Wu, S., Cai, J., Zhang, A. J. X., Leung, K. H., Chung, T. W. H., Chan, J. F. W., Chan, W. M., Teng, J. L. L., Au-Yeung, R. K. H., Cheng, V. C. C., Chen, H., Lau, S. K. P., Woo, P. C. Y., Xia, N. S., Lo, C. M., & Yuen, K. Y. (2018). Rat hepatitis E virus as cause of persistent hepatitis after liver transplant. *Emerging Infectious Diseases*, 24(12), 2241–2250. <https://doi.org/10.3201/eid2412.180937>

Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S. (2021). MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis

Version 11. *Molecular Biology and Evolution*, 38(7), 3022–3027. <https://doi.org/10.1093/molbev/msab120>

Financiamiento

Este estudio fue financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (Secyt-UNC) y por el Ministerio de Ciencia de Argentina (Cofecyt, PFI-2022).

Agradecimientos

Al equipo de la planta de tratamiento de Bajo Grande por su colaboración en coleccionar las muestras de aguas residuales. A mis directoras y compañeros del Instituto de Virología “Dr. J. M. Vanella” por su acompañamiento, orientación y aportes durante el desarrollo de este trabajo.

39- Salud Humana

Dinámica de la intimidación entre pares en escuelas de la ciudad de Bahía Blanca y su relación con la calidad de vida relacionada a la salud: un estudio longitudinal

Autor: Pierdominici, Camila. E-mail: camilapierdominici@gmail.com

Co-autores: Cappella, Rocío Belén²; Carletti, Diego Ruben^{1,5}; Davit Baridón, Nicolle Stefanía³; Dominguez Fernández, Cristian¹; Duran Lucas Gonzalo^{1,6}; Esandi, María Eugenia⁷; Fernández Monge, Agustina¹; Giuffre, Candela Victoria¹; González Fiorda, Julieta¹, Luini, Joaquín Andrés¹; Repetto, Maria Paula ⁴; Mattei, Luciana¹; Scherñuk Schroh, Melina Paula³

Orientador: Esandi, María Eugenia. E-mail: eesandi@gmail.com

¹ Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires.

² Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires.

³ Carrera de Psicología, Universidad Salesiana, Bahía Blanca, Buenos Aires.

⁴ Escuela 66, Bahía Blanca, Buenos Aires.

⁵ Unidad de Telemedicina, Hospital Municipal de Agudos "Dr. Leónidas Lucero" de Bahía Blanca, Buenos Aires.

⁶ Servicio de Terapia Intensiva, Hospital Municipal de Agudos "Dr. Leónidas Lucero" de Bahía Blanca, Buenos Aires.

⁷ Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires.

RESUMEN

Introducción: La intimidación entre pares es una forma de violencia escolar caracterizada por intencionalidad de daño, repetición y desequilibrio de poder. Se reconoce como un problema de salud pública con consecuencias negativas en la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS). Objetivos: Analizar la dinámica de participación en intimidación entre pares en niños/as de 8 a 12 años de Bahía Blanca y su impacto en la CVRS. Describir la prevalencia de roles (víctima, agresor, víctima-agresor, sin participación) y su relación con género, uso de celular y redes sociales. Materiales y métodos: Estudio longitudinal, observacional y cuantitativo, en seis escuelas (4 públicas, 2 privadas). Participaron 473 alumnos/as, quienes completaron los cuestionarios PRECONCIMEI y KIDSCREEN-52 en dos momentos del ciclo lectivo. Se analizaron roles, dinámica de participación y variaciones en la CVRS mediante pruebas estadísticas específicas. Resultados: El 54,3% no participó activamente en

intimidación, un 30,2% tuvo participación episódica y un 15,4% sostenida. No se hallaron diferencias significativas según género, celular o redes sociales. Los participantes sostenidos mostraron mejoría en bienestar psicológico y aceptación social, mientras que los episódicos y no participantes presentaron deterioro en varias dimensiones de la CVRS. Conclusiones: La intimidación entre pares es un fenómeno dinámico con impacto diferencial en la CVRS. Aunque la mayoría no participa activamente, su rol indirecto contribuye a perpetuar el problema. Se requieren estrategias integrales de prevención que incluyan tanto a protagonistas como a observadores.

Palabras clave: INTIMIDACIÓN ENTRE PARES, ACOSO ESCOLAR, CALIDAD DE VIDA RELACIONADA A LA SALUD.

INTRODUCCIÓN

La intimidación entre pares se define como un tipo específico de comportamiento agresivo que presenta tres condiciones:[1] tiene como intención producir un daño; se repite a lo largo del tiempo; y ocurre en situaciones de desequilibrio de poder, físico o emocional, en el que un niño/a o un grupo agrede a otro/a niño/a. A diferencia de otros tipos de violencia, no media una provocación por parte de la víctima.[2]

En los últimos años, la intimidación entre pares en el ámbito escolar se ha convertido en un fenómeno de notoriedad creciente, por su magnitud e impacto negativo en la salud de los niños/as involucrados,[3-8] y ha trascendido el ámbito de las escuelas para convertirse en un importante problema de salud pública. [3],[4]

Uno de los factores que contribuye a su magnitud es el referido por Ortega [1] como “ley del silencio”. Según esta, quienes deben involucrarse (docentes, directivos, cuidadores) no lo hacen porque desconocen la magnitud real del problema, o bien porque existe falta de comunicación entre los niños involucrados y los cuidadores. Este desconocimiento y falta de comunicación derivan en un menor apoyo al niño, lo que perpetúa el fenómeno.[9]

A pesar de la importancia del rol de los cuidadores en la prevención y en el apoyo

al niño/a que participa en estas situaciones, existen pocas investigaciones que exploren sus conocimientos, percepciones y creencias en relación con este problema.[10]

OBJETIVOS

Objetivo primario:

- Analizar la dinámica de la participación de los niños/as de entre 8 y 12 años que asisten a escuelas públicas de Bahía Blanca en situaciones de intimidación entre pares y describir la medida en la que esta participación impacta en la CVRS.

Objetivos secundarios

- Describir la prevalencia de los distintos roles asumidos por los niños/as al inicio y final del ciclo lectivo.
- Describir la CVRS y analizar su variación según distintas características de los niños/as: género, utilización del celular y redes sociales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de un estudio longitudinal, observacional, cuantitativo, de cohortes, realizado en seis escuelas de la ciudad de Bahía Blanca (4 de gestión pública y 2 de gestión privada), seleccionadas por las autoridades del Distrito Escolar, sobre la base de criterios epidemiológicos y factibilidad de implementación. Se

aplicaron los instrumentos de medición en el tercer y noveno mes del ciclo lectivo.

Población elegible:

Universo o población objetivo: Niños y niñas de 8 a 12 años.

Criterios de inclusión: Niños/as asistentes a los grados 4º, 5º y 6º de las escuelas primarias seleccionadas.

Criterios de exclusión: negación del consentimiento por parte de la persona adulta responsable del menor o la negación del asentimiento del niño/a independientemente del consentimiento de la persona adulta.

Criterios de eliminación: aquellos niños que respondan menos del 50% de los cuestionarios o estuvieron ausentes al tomar las encuestas.

Población de estudio y control: Se definieron según su participación en situaciones de intimidación entre pares, medida con el Cuestionario Pre Concepciones de Intimidación y Maltrato Entre Iguales (PRECONCIMEI) [11]. Este cuestionario consta de 12 ítems de opción múltiple que permite caracterizar cuatro roles (víctima, agresor, víctima-agresor, sin participación activa) que integran en conjunto el grupo de participantes en situaciones de intimidación que se definen a continuación.

Tipo de participación en intimidación escolar: se definió el rol “víctima” con

respuestas afirmativas del niño/a en las preguntas 2, 3, 5 y 8 del cuestionario PRECONCIMEI; “agresor”, con respuestas afirmativas en las preguntas 7 y 9; “víctima-agresor”, con respuestas afirmativas en las seis. Aquellos que no cumplen criterios para ninguno de los roles referidos, se consideran como observadores o niños/as sin participación activa.

Dado el carácter dinámico de estos roles a lo largo del tiempo, se construyeron tres categorías según el sostenimiento de la participación a lo largo del ciclo lectivo:

1. Participación sostenida: aquel niño/a que cumple criterios para alguno de los roles de intimidación en ambas mediciones,

2. Participación episódica: aquel niño/a que cambia su perfil de participante a no participante o viceversa.

3. Sin participación activa: aquel niño/a que no cumple criterios para ningún rol de intimidación en ambas mediciones. Este último grupo constituye el grupo control o de referencia.

La CVRS se midió a través del Cuestionario KIDSCREEN-52 [12]. Consta de 52 ítems agrupados en 10 dimensiones diferentes: Bienestar físico, Bienestar psicológico (emociones positivas y la satisfacción por la vida), Estado de Ánimo y Emociones (experiencias negativas, depresivas y stress), Auto-percepción,

Autonomía, Relación con los Padres y Vida Familiar, Apoyo Social y Relación con los Pares, Ambiente Escolar, Aceptación Social (Intimidación entre pares) y Recursos Económicos (percepción por la capacidad financiera de la familia). Fue desarrollado y validado simultáneamente en trece países europeos, demostrando tener adecuada confiabilidad y validez. Para este estudio se utilizó la versión española, adaptada y probada en Argentina. Las puntuaciones de cada dimensión se estandarizan a 50 (± 10 desvíos estándar), teniendo como referencia muestras representativas de población europea y de Bahía Blanca[4]. A mayor puntuación mayor calidad de vida. Se considera que las puntuaciones menores a 40 identifican a niños con una afectación significativa de su CVRS.

Otras variables consideradas fueron la edad, género y escuela a la que concurre el niño o niña.

Método de recolección de datos: El PRECONCIMEI y el KIDSCREEN son cuestionarios de tipo auto-administrados. Los niños respondieron ambos cuestionarios en el mismo momento en que fueron administrados.

Consideraciones éticas

El presente trabajo de investigación ha sido evaluado por el Comité de Ética de Investigación Hospital Interzonal General

de Agudos Dr. José Penna, inscripto en el Registro Provincial de Comités de Ética en Investigación, dependiente del Comité de Ética Central en Investigación - Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires, con fecha 23/07/10, bajo el N.o 009/2010, Folio 45, Libro 1. Previo a la administración del cuestionario, se obtuvo el consentimiento informado de los participantes y sus padres, que detallaba la investigación y garantizaba la confidencialidad de los datos de acuerdo con la ley de protección de datos personales 25.326.

Análisis estadístico

Se estimó la frecuencia de intimidación total y según roles y se las comparó entre la primera y segunda toma, mediante la prueba de McNemar- Bowker para proporciones apareadas. Se comparó gráficamente la diferencia entre antes y después según rol (participación sostenida, participación variable, sin participación activa). La comparación según género, tenencia de celular, utilización del mismo y uso de redes sociales se realizó mediante la prueba Chi cuadrado. Se realizó análisis comparativo de medias mediante la prueba Anova para la valoración del cambio en las dimensiones de la CVRS según rol de participación.

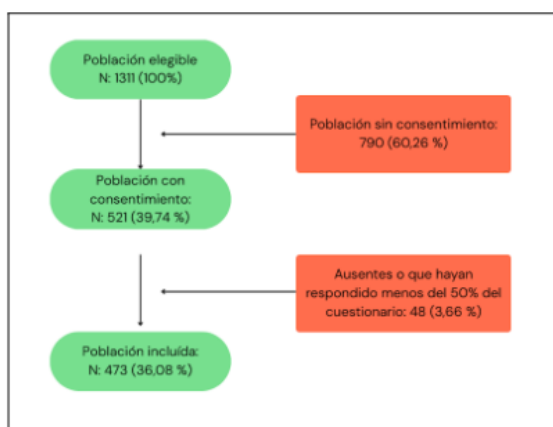
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Descripción de la población de estudio

Fueron contactados como población elegible 1311 niños y niñas de los cuales 521 (39%) dieron su consentimiento en conjunto con el consentimiento informado de sus tutores. De esta cantidad de niños y niñas, 48 (3,6%) estuvieron ausentes los días de la realización de los cuestionarios o respondieron menos de la mitad de los mismos. Finalmente 473 niños y niñas fueron incluidos en esta investigación.

Figura 1. Flujograma.



Descripción de la participación entre pares a lo largo del ciclo electivo

De los 473 alumnos/as que respondieron las dos encuestas realizadas durante el año lectivo, al analizar en forma grupal cada toma individualmente, se observó que el 69,8% (330/473) refirió no participar en

situaciones de intimidación en la primera toma, porcentaje que se mantuvo en 69.1% (327/473) en la segunda toma de fin de ciclo lectivo.

En la Tabla I se presentan los porcentajes de niños en cada una de las categorías de intimidación, definidas a partir del PRECONCIMEI. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la distribución de roles en la primera y la segunda toma. (P= 0,85 Test de Mc Nemar-Browke).

Al analizar el comportamiento de cada individuo a lo largo del tiempo, se pueden calcular los porcentajes de las categorías definidas para evaluar el sostenimiento de las conductas de intimidación. Se encontró que un 54,33% (257/473) nunca participó activamente, un 30,23% (143/473) tuvo una participación episódica, y el 15,43% (73/473) tuvo una participación sostenida. Los que modificaron su comportamiento de una a otra toma (participación episódica) lo hicieron en un 15,53% empeorando su situación, es decir refirieron participar al final del año, cuando al comienzo no lo hacían, mientras que un 14,8% presentó el comportamiento inverso (Tabla I).

Tabla I. Frecuencias de participación de los distintos tipos de comportamientos de los niños/as en situaciones de intimidación.

			SEGUNDA TOMA				Total	McNemar-Bowker Valor P
			No participa activame nte	<u>Victima</u>	Agresor	<u>Victima / Agresor</u>		
PRIMER A TOMA	No participa activame nte	Recuent o	257	39	14	20	330	
		% del total	54,3%	8,2%	3,0%	4,2%	69,8%	
	<u>Victima</u>	Recuent o	37	19	7	9	72	
		% del total	7,8%	4,0%	1,5%	1,9%	15,2%	
	Agresor	Recuent o	16	3	14	5	38	
		% del total	3,4%	,6%	3,0%	1,1%	8,0%	
	<u>Victima / Agresor</u>	Recuent o	17	6	5	5	33	
		% del total	3,6%	1,3%	1,1%	1,1%	7,0%	
Total		Recuent o	327	67	40	39	473	
		% del total	69,1%	14,2%	8,5%	8,2%	100,0%	
							0,85	

- Sin participación activa 54,33%
- No participa- participa: 15,43%
- Participa-No participa: 14,8%
- Participación sostenida 15,43%
- Participación Episódica (P-NP + NP-P): 30,23%

Género

La Tabla 2 muestra la distribución del género y la edad media de los niños según el tipo de rol desempeñado en las situaciones de intimidación. En términos del género, los varones no participan activamente en un 52,2%, siendo de participación episódica en un 31% y de

participación sostenida en un 16,7%. Por otro lado, las mujeres no participan activamente en un 57,3%, siendo de participación episódica en un 28,6%, y de participación sostenida en un 14,1%. Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas (valor $p=0,573$).

Tabla 2: Características basales de los niños según tipo de rol.

	No participa - No participa	Participa - No participa	No participa - Participa	Participa- Participa	Chi-cuadrado o de Pearson
Género Masculino	106	34	29	34	
% dentro del género	52,2%	16,7%	14,3%	16,7%	
Género Femenino	146	34	39	36	
% dentro del género	57,3%	13,3%	15,3%	14,1%	
					,573

Uso de celular y redes sociales

Son 83 (17% del total) los niños y niñas que no usan celular, 210 (45%) lo utilizan bajo la supervisión de un tutor y 174 (37%) quienes usan libremente un celular. Las redes sociales más populares entre los participantes fueron TikTok (236 alumno/as) e Instagram (89 alumnos/as), siendo Twitter y Facebook las menos usadas.

No se encontraron asociaciones estadísticas entre la utilización de celular ni de redes sociales y una mayor participación activa en situaciones de intimidación.

Tabla 3: Uso de celular y redes sociales según tipos de comportamientos de los niños/as en situaciones de intimidación.

	Sin participación activa	Participación Episódica	Participación sostenida	Chi-cuadrado de Pearson
No usa celular	42	25	16	
% dentro No usa celular	50,6%	30,2%	19,3%	
Usa celular bajo supervisión	120	65	25	
% dentro de Usa celular bajo supervisión	57,1%	31%	11,9%	
Usa sin supervisión	93	51	30	
% dentro de Usa sin supervisión	53,4%	29,3%	17,2%	
				,672
No usa tik tok	112	81	33	
% dentro de tik tok	49,6%	35,8%	14,6%	
usa tik tok	141	57	38	
% dentro tik tok	59,7%	24,1%	16,1%	
				,051

No usa <u>instagram</u>	204	113	56	
% dentro de <u>instagram</u>	54,7%	30,2%	15%	
Usa <u>instagram</u>	49	25	15	
% dentro de <u>instagram</u>	55,1%	28,1%	16,9%	
				,948
No usa <u>twitter</u>	242	135	67	
% dentro de <u>Twitter</u>	54,5%	30,4%	15,1%	
Usa <u>Twitter</u>	11	3	4	
% dentro de <u>Twitter</u>	61,1%	16,7%	22,2%	
				,308
No usa Facebook	242	132	68	
% dentro de No usa Facebook	54,8%	29,9%	15,4%	
Usa Facebook	11	6	3	
% dentro de Usa Facebook	55,0%	30,0%	15,0%	
				,443

La dinámica de la participación y la CVRS

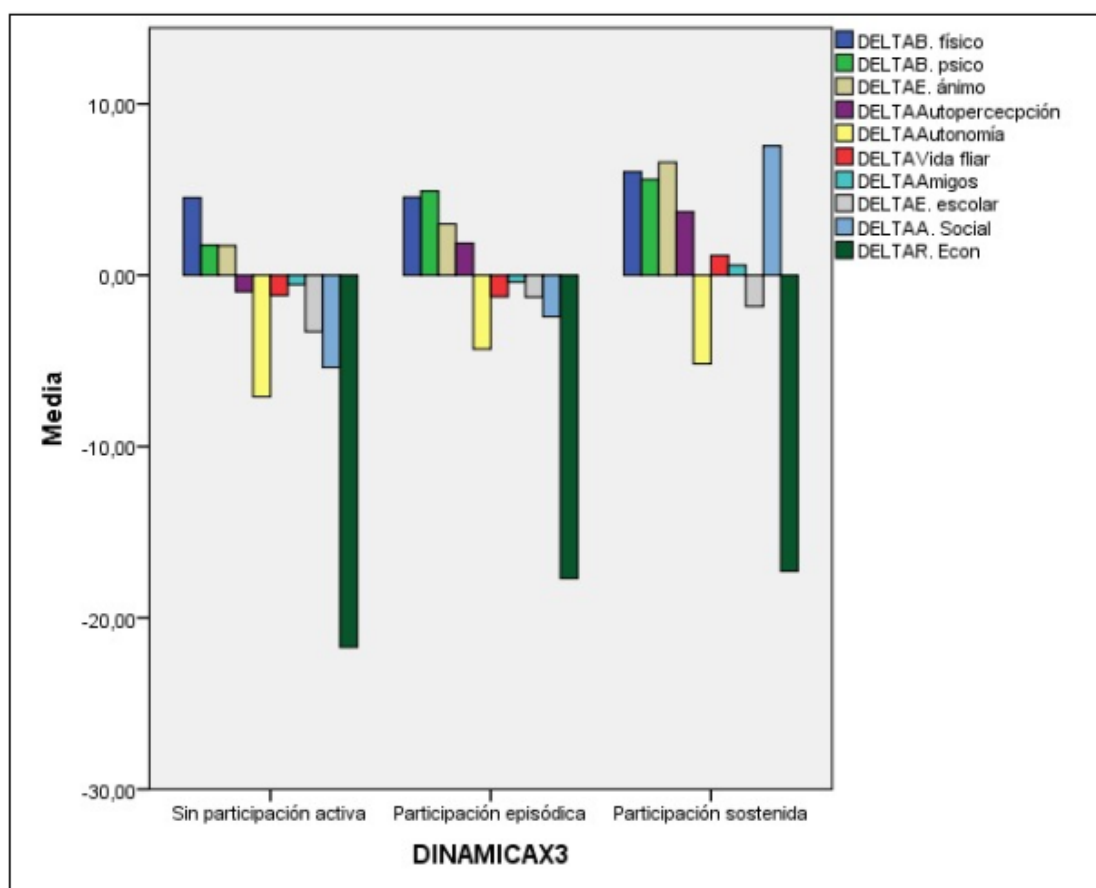
Realizando la comparación de los niveles de CVRS de los niños/as al final del ciclo escolar con los referidos al inicio del mismo, podemos observar que el grupo de quienes no participan activamente han tenido un empeoramiento de los niveles de CVRS en casi todas las dimensiones a excepción del “Bienestar físico”, “Bienestar

psicológico” y “Estado de ánimo y emociones”, siendo la dimensión “Recursos económicos” la que ha tenido un empeoramiento significativamente mayor en comparación a los otros dos grupos.

En cuanto a los niños y niñas que han tenido una participación esporádica, han tenido un comportamiento similar al grupo sin participación activa en los niveles de CVRS a salvo de la dimensión “Auto-Percepción” la cual ha mejorado en este caso.

Aquellos pertenecientes al grupo de participación sostenida han demostrado mejoría en casi todas las dimensiones de la CVRS exceptuando las dimensiones “Autonomía”, “Ambiente escolar” y “Recursos económicos”. Este grupo, a comparación del resto, ha tenido una mejoría estadísticamente significativa en las dimensiones del “Bienestar psicológico”, “Estado de ánimo y emociones” y “Aceptación social”.

Figura 2. Comparación de los niveles de CVRS según tipo de comportamiento de los niños/as en situaciones de intimidación.



Discusión

El objetivo primario de este trabajo fue analizar la dinámica de la participación de los niños/as de entre 8 y 12 años en situaciones de intimidación entre pares y describir el impacto de esta participación en la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS). Los resultados mostraron que la participación en intimidación no es estática, sino dinámica, con un 30,23% de participación episódica y un 15,43% de participación sostenida a lo largo del ciclo

lectivo. Esto confirma que la intimidación debe comprenderse como un fenómeno en movimiento, donde los niños pueden alternar entre roles de víctima, agresor o víctima-agresor, lo que coincide con lo reportado en la literatura sobre la fluidez de estos papeles en el contexto escolar.

El hallazgo de que la mayoría de los niños no participa de forma activa (54,33%) no debe interpretarse como ausencia de implicación. Tal como se observa en el "iceberg" de la intimidación, las conductas pasivas de silencio o no intervención

también contribuyen a la perpetuación del fenómeno. Esto refuerza la necesidad de considerar a todos los actores escolares en la prevención, incluyendo observadores, docentes y familias.

En cuanto a la CVRS, los resultados evidenciaron diferencias según el tipo de participación. Aquellos con participación sostenida mostraron mejoras significativas en dimensiones como bienestar psicológico, estado de ánimo y aceptación social, posiblemente debido a la consolidación de ciertos roles que otorgan visibilidad o reconocimiento en el grupo. Sin embargo, esta aparente “mejora” debe interpretarse con cautela: no refleja necesariamente un efecto positivo real sobre su salud, sino una adaptación al rol dentro de la dinámica escolar, lo que puede normalizar conductas de agresión o victimización. En contraste, los niños con participación episódica y los no participantes tuvieron un empeoramiento en diversas dimensiones, incluyendo recursos económicos y autonomía. Este hallazgo sugiere que la intimidación, directa o indirecta, tiene repercusiones en la percepción subjetiva de bienestar, incluso en quienes no participan activamente.

Respecto al objetivo secundario, los análisis no mostraron diferencias significativas en la participación en

intimidación según género. Asimismo, el uso del celular y las redes sociales no se asoció de manera significativa con una mayor participación activa en intimidación, aunque sí se observaron tendencias no significativas con el uso de TikTok (valor $P= 0,051$). Esto plantea interrogantes sobre el papel de lo digital como espacio de prolongación de la intimidación escolar y la necesidad de incluir la perspectiva del ciberacoso en futuras investigaciones.

En conjunto, los hallazgos refuerzan que la intimidación entre pares debe abordarse como un problema de salud pública multifactorial, en el que convergen aspectos relacionales, institucionales y socioeconómicos. Los programas de intervención deberían enfocarse no solo en quienes ejercen o padecen intimidación de forma sostenida, sino también en los participantes esporádicos y observadores, que constituyen la mayoría y sostienen la dinámica de manera indirecta.

CONCLUSIONES

La intimidación entre pares en el ámbito escolar se manifiesta como un fenómeno dinámico y complejo, en el que los niños y niñas pueden alternar entre diferentes roles a lo largo del tiempo. Aunque la mayoría no participa activamente de manera sostenida, su rol como observadores o participantes episódicos

resulta igualmente relevante, ya que contribuye a la perpetuación del problema. El análisis de la calidad de vida relacionada con la salud mostró que estas dinámicas tienen un impacto significativo, generando un deterioro en varias dimensiones entre quienes no participan o lo hacen de manera intermitente, mientras que aquellos con participación sostenida presentan una mejoría aparente en ciertos aspectos que probablemente refleje procesos de adaptación más que un verdadero bienestar. La ausencia de diferencias significativas según género, uso de celular o redes sociales sugiere que la intimidación trasciende estas variables, aunque las tendencias encontradas invitan a profundizar en futuras investigaciones el papel de los entornos digitales. En conjunto, los hallazgos de este estudio resaltan la importancia de abordar la intimidación escolar como un problema de salud pública que involucra a toda la comunidad educativa, y ponen de relieve la necesidad de estrategias preventivas integrales que contemplen tanto a los actores visibles como a aquellos cuya implicancia es menos evidente pero no por ello menos decisiva.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ortega Ruiz, R., & Mora-Merchán, J. A. (2000). *Violencia escolar. Mito o realidad*. Sevilla: Mergablum.
2. Joffre-Velázquez, V., García-Maldonado, G., Saldívar-González, A., Martínez-Perales, G., & colaboradores. (2011). Bullying en alumnos de secundaria. Características generales y factores asociados al riesgo. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 68(3), 193-202.
3. Shetgiri, R. (2013). Bullying and victimization among children. *Advances in Pediatrics*, 60(1), 33-51.
4. Wolf, C., & Esteffan, K. (2008). Bullying: una mirada desde la Salud Pública. *Revista Chilena de Salud Pública*, 12(3), 181-187.
5. Shetgiri, R., Lin, H., & Flores, G. (2013). Trends in risk and protective factors for child bullying perpetration in the United States. *Child Psychiatry & Human Development*, 44(1), 89-104.
6. Holt, M., Kaufman Kantor, G., & Finkelhor, D. (2009). Parent/child concordance about bullying involvement and family characteristics related to bullying and peer victimization. *Journal of School Violence*, 8(1), 42-63.
7. Martins, M. J. (2005). O problema da violência escolar: uma clarificação e diferenciação de vários conceitos

- relacionados. *Revista Portuguesa de Educação*, 18(1), 93-115.
8. Malta, D. C., Ruscitto do Prado, R., Ribeiro Dias, A., Mello, F. C. M., & colaboradores. (2014). Bullying and associated factors among Brazilian adolescents: Analysis of the National Adolescent School-based Health Survey (PeNSE 2012). *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 17(Suppl 1), 131-145.
9. Farrington, D., & Ttofi, M. (2009). *School-based programs to reduce bullying and victimization*. Recuperado de <https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/grants/229377.pdf>
10. Waasdorp, T. E., Pas, E. T., O'Brennan, L. M., & Bradshaw, C. P. (2011). A multilevel perspective on the climate of bullying: Discrepancies among students, school staff, and parents. *Journal of School Violence*, 10(2), 115-132.
11. Avilés, J. M. (2002). *PRECONCIMEI. Cuestionario sobre intimidación y maltrato entre iguales*. Valladolid: JMAM.
12. The KIDSCREEN Group Europe. (2006). *The KIDSCREEN Questionnaires: Quality of life questionnaires for children and*

adolescents. Lengerich, Germany: Pabst Science Publisher.

FINANCIAMIENTO

Este trabajo fue parcialmente financiado en el marco del Proyecto de Grupo de Investigación (PGI) "Dinámica de la intimidación entre pares y calidad de vida relacionada a la salud: una mirada longitudinal sostenida en el tiempo", dirigido por el Med. Esp. Duran Lucas Gonzalo y co-dirigido por la Med. Mg. Esandi María Eugenia. La institución coordinadora fue el Departamento de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional del Sur, a través de la Secretaría de Ciencia y Tecnología, convocatoria 2022.

39.- Salud humana

Desarrollo y optimización de un método de análisis del repertorio de linfocitos T en humanos

Autor: Flores, Ornella D., denisef048@gmail.com

Co-autor(es): Goñi, Sandra E., sangoni@gmail.com; Lozano, Mario E.,
mlozano1602@gmail.com; Pastorini, Mercedes, merpastorini@gmail.com

Orientador/a: Pastorini, Mercedes; merpastorini@gmail.com

Universidad Nacional de Quilmes / Departamento de Ciencia y Tecnología / Instituto de
Microbiología Básica y Aplicada / Laboratorio de Virus Emergentes

Resumen

El receptor de linfocitos T (TCR) es esencial para el reconocimiento antigénico, y su diversidad depende de la recombinación somática de segmentos génicos. Dentro de él, las variantes de la cadena beta variable (V β) presentan un uso diferencial en condiciones fisiológicas y patológicas lo que las convertiría en un blanco potencial para aplicaciones diagnósticas y de monitoreo clínico. En este trabajo, se diseñó y optimizó una metodología de PCR en punto final para amplificar regiones específicas de V β en muestras humanas. Se validaron *in silico* 21 *primers* específicos para amplificar dichas regiones y se predijeron los tamaños de los fragmentos correspondientes. Además, se realizó una prueba de concepto en células mononucleares humanas, confirmando la factibilidad experimental del abordaje. Paralelamente, se analizó la identidad entre variantes murinas y humanas, lo cual permitió establecer equivalencias clave para estudios traslacionales. Finalmente, se diseñaron dos paneles de *primers* con fines diferenciados: uno destinado a validar la especificidad del método en células Jurkat, y otro orientado a la caracterización de repertorios V β en leucemias linfoblásticas agudas T. Este desarrollo sienta las bases para una herramienta accesible y adaptable a contextos clínicos.

Palabras clave: linfocitos T, diversidad, análisis de identidad.

Introducción

Los linfocitos T son fundamentales en la inmunidad adaptativa, ya que participan tanto en respuestas celulares como humorales (1). Estos se originan en el timo, donde maduran a través de procesos de selección positiva y negativa que aseguran su especificidad frente a antígenos extraños y tolerancia frente a lo propio. Una vez maduros, migran a órganos linfoides secundarios en busca del antígeno que active su receptor específico (TCR), lo cual desencadena una cascada de activación, proliferación y diferenciación hacia distintos perfiles efectores (2)

El receptor de linfocitos T (TCR) es un heterodímero conformado por cadenas α/β o γ/δ , siendo la combinación α/β la más frecuente en humanos. La diversidad del TCR no es heredada genéticamente, sino generada a través de mecanismos de recombinación somática que involucran segmentos génicos variables (V), de diversidad (D) y de unión (J), lo que permite la producción de más de 2×10^7 combinaciones distintas (3). Específicamente, la región variable de la cadena β ($V\beta$) resulta crítica para el reconocimiento antigénico, ya que allí se ubican los dominios CDR (regiones determinantes de complementariedad),

responsables de la interacción con antígenos presentados por moléculas del MHC (4).

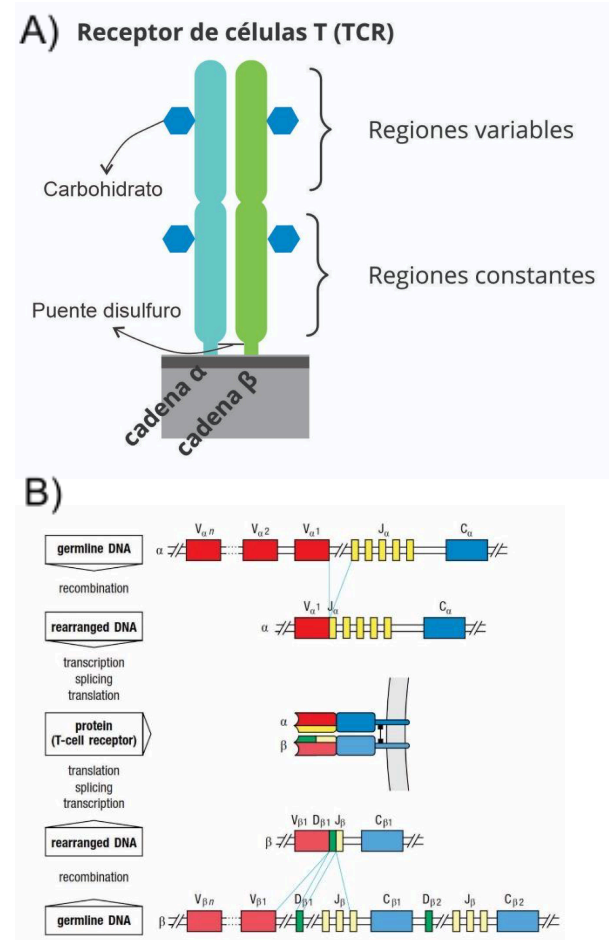


Figura 1. Estructura del TCR y mecanismo mediante el cual se genera. A. Representación gráfica de la composición del TCR. Se muestran las cadenas α y β con un detalle de todas sus regiones. Adaptado de Murphy y Weaver, 2017. B. Mecanismo de rearrreglos génicos para la generación de cada una de las dos cadenas proteicas del TCR. Extraído de Murphy y Weaver, 2017.

En humanos, los genes que codifican las

variantes V β se encuentran en el cromosoma 7q34. Según la base de datos IMGT, existen 68 genes V β reportados, de los cuales 48 son funcionales y el resto pseudogenes. Estos genes se agrupan en 30 familias según criterios de homología de secuencia, y algunas variantes adicionales (como V β 22) se localizan fuera del *locus* principal, impidiendo su recombinación funcional (5,6). A pesar de esta complejidad, los estudios sobre la existencia diferencial de variantes V β en condiciones fisiológicas y patológicas son aún limitados. Recientes investigaciones han comenzado a asociar ciertos repertorios V β con enfermedades como linfomas, leucemias T y el síndrome inflamatorio multisistémico en niños (7,8,9,10). Si bien la caracterización de estos repertorios aún no se aplica en la práctica clínica, la incorporación del análisis de las poblaciones V β podría ofrecer métodos de diagnóstico y/o facilitar el monitoreo de diversas enfermedades, además de permitir nuevas posibilidades terapéuticas para los pacientes.

La disponibilidad de herramientas de secuenciación de nueva generación (NGS) ha impulsado la exploración del repertorio clonal de linfocitos T (11,12,13). No obstante, estas tecnologías aún presentan costos elevados y requieren

infraestructura especializada. La citometría de flujo con anticuerpos específicos para variantes V β permite una caracterización superficial, pero está limitada por la disponibilidad de anticuerpos (hasta 24 familias) y no permite identificar secuencias raras ni analizar la diversidad clonal. En este contexto, el uso de ensayos de PCR específicamente dirigidos a regiones V β representa una estrategia accesible, reproducible y adaptable a contextos clínicos, permitiendo evaluar de manera eficaz la diversidad clonal o el predominio de variantes particulares del TCR.

En este trabajo, nos propusimos optimizar una metodología basada en PCR tiempo final para amplificar específicamente las regiones V β del TCR en muestras humanas. Con ese fin se emplearon *primers* específicos para cada variante y se determinaron los parámetros de la reacción mediante el uso de herramientas bioinformáticas. Además, se estandarizó el procedimiento a realizar, que involucra la extracción del ARN total de las muestras, la generación del ADN complementario y la posterior amplificación que fue verificada mediante electroforesis en geles de agarosa. Dada la limitada disponibilidad de estudios que analizan la relevancia de la variedad de cadenas V β en linfocitos T humanos en

contextos fisiológicos o patológicos, y considerando que la mayoría de los reportes disponibles se centran en modelos murinos, se llevó a cabo un análisis bioinformático de identidad entre las secuencias V β humanas y murinas. Utilizamos el modelo murino como base para luego extrapolar a humanos. En este sentido, predecir las homologías entre ambos organismos permitirá trasladar los hallazgos obtenidos en modelos murinos al estudio en humanos para aplicarlo en forma traslacional a patologías inmunomediadas o hematológicas.

Objetivos

El objetivo general de este trabajo es diseñar y optimizar una metodología de PCR en punto final para explorar la diversidad de variantes de la cadena beta en muestras de seres humanos.

Materiales y Métodos

Caracterización bioinformática del método: análisis de los primers disponibles y determinación de los parámetros de reacción

Se utilizó un conjunto de 31 *primers* diseñados previamente por integrantes del grupo de trabajo. El diseño experimental implica la amplificación de secuencias específicas de cada variante de cadena

beta variables (V β), el cual fue corroborado utilizando las secuencias consenso de la plataforma IMGT para cada secuencia reportada utilizando la nomenclatura según Arden *et al.*. Para la reacción de amplificación se utilizan diversos *primers* sentido específicos de los V β y un único *primer* antisentido que hibrida en una región conservada por fuera de la región de variabilidad.

Para determinar la especificidad de cada reacción, se utilizaron datos provenientes de reportes de casos, presentes en la plataforma IMGT, las cuales fueron empleadas como molde en ensayos *in silico*. Para ellos se acudió a IMGT/LIGM-DB. (Parámetros: *Taxonomy*: Homo Sapiens; *Gene Type*: Variable; *IMGT Group*: TRBV). Se escogieron varias secuencias por cada V β y mediante el uso del programa Clone Manager se predijeron las condiciones de reacción y el tamaño de los amplicones. Luego, con el mismo *software* se realizó la validación bioinformática de la amplificación de V β con las secuencias de V β humanas reportadas (14) para cada *primer*.

Para caracterizar la especificidad del método tras el uso de muestras humanas, se utilizó la herramienta Primer-BLAST (NCBI), validando así la unicidad de los pares de *primers* seleccionados para cada objetivo experimental.

Análisis de identidad entre secuencias murinas y humanas

Se utilizaron los resultados obtenidos anteriormente de la búsqueda de las secuencias consenso correspondientes a las cadenas beta variables (V β) del receptor de linfocitos T en la base de datos IMGT/Gene-DB de *Homo sapiens*. De forma análoga, se obtuvieron las secuencias V β de *Mus musculus*, utilizando los mismos parámetros, excepto por la especie. En este caso, las secuencias consenso corresponden exclusivamente al *locus* ubicado en el cromosoma 6.

El análisis de identidad se llevó a cabo mediante BLAST (NCBI), alineando cada una de las secuencias V β murinas contra un archivo FASTA previamente generado con todas las secuencias consenso V β humanas. Se utilizaron los parámetros predeterminados del programa, exceptuando el algoritmo de alineamiento. Inicialmente se empleó Megablast (recomendado para secuencias altamente similares); sin embargo, ante la falta de resultados significativos, se optó por el algoritmo BlastN, más adecuado para la comparación entre secuencias con menor grado de identidad, como ocurre entre especies distintas. Se consideraron relevantes aquellas alineaciones con un

valor de E (E-value) inferior a 1×10^{-4} . En el caso de las familias murinas V β 8S2 y V β 11, se seleccionaron dos secuencias representativas de cada una para el análisis, debido a que los resultados obtenidos al comparar el resto de las variantes fueron altamente similares a los seleccionados, no aportando diferencias significativas adicionales.

Prueba de concepto

Para poner a prueba el procedimiento experimental a seguir, se hizo una prueba de concepto utilizando *pellets* de 10^5 células mononucleares obtenidas de sangre periférica humana. La extracción del ARN total se llevó a cabo utilizando el kit Viral Nucleic Acid Extraction (Geneaid) y posteriormente se generó el ADN complementario utilizando el kit de M-MLV (PB-L). Dicho material fue utilizado como molde para realizar una reacción de PCR punto final con los *primers* específicos para β -actina humana con la finalidad de verificar la integridad y posteriormente se llevaron a cabo las mezclas de reacción de las variantes V β humanas. Los resultados se evaluaron tras electroforesis en geles de agarosa 0,8% m/v durante 40 minutos a 90 voltios y transiluminación ultravioleta.

Diseño de paneles de primers

Considerando los *primers* disponibles, se diseñaron distintos paneles de amplificación, definidos a partir de criterios bibliográficos y objetivos experimentales específicos. Uno de los paneles fue construido a partir de los resultados reportados en un estudio publicado en Nature sobre leucemia linfoblástica aguda de células T (LLA-T) (15), con el fin de evaluar patrones diferenciales de expresión de cadenas V β entre individuos sanos y pacientes con dicha patología.

Adicionalmente, se conformó un segundo panel con el propósito de validar la especificidad y funcionalidad de la metodología de amplificación propuesta. Para ello, se consideró su implementación a futuro con células Jurkat, una línea celular derivada de linfocitos T humanos, ampliamente empleada como modelo experimental por su estabilidad y expresión bien caracterizada de ciertas cadenas V β . En particular, estas células son exclusivamente V β 8, por lo que serán seleccionadas como control positivo para verificar la capacidad del sistema de amplificación de detectar esta cadena de manera específica y no obtener amplificación con el resto de los *primers*.

Resultados y discusión

Tras el análisis *in silico*, se determinó que sólo 21 de los *primers* disponibles permitían la obtención de un amplicón. En consecuencia, no se consideraron 10 de las variantes para el análisis posterior, dado que no se identificaron moldes compatibles que permitieran su hibridación y posterior amplificación. En la **Tabla 1** se presentan las secuencias de los *primers* que generaron amplicones mediante reacciones simuladas, junto con sus respectivas temperaturas de hibridación. Asimismo, se detallan los tamaños de los productos de amplificación predichos bioinformáticamente para cada segmento V β amplificado.

V β	Primer	Secuencia (5'→3')	Tamaño del amplicón	T (°C)
	Rev.	AGATCTCTGCTTCTGATGGCTC	-	63°C
1S1	V β 1	GAACAAACCTGAGCTCTCTG	184	59°C
2S1	V β 2	CAGCTTCTACATCTGCAGTGC	140	63°C
3S1	V β 3	CTGGAGTCCGCCAGCACCA	169-178	68°C
5S3	V β 5B	GCTGAATGTGAACGCCCTTGTG	182	65°C
6S5	V β 6A	ATCCAGCGCACACAGCAGGAG	178	69°C
6S1	V β 6B	GAAGATCCAGCGCACAGAGC	173-176	65°C
7S1	V β 7A	CTCACCTGAATGCCCAACAG	215	65°C
8S1	V β 8	GCCCTCAGAACCAGGGACT	167	67°C
12S1	V β 12	CACTCTGGAGTCCGCTACC	176	63°C

13S1	Vβ13A	TCAGGCTGCTGTCGGCTGCTC	180-183	71°C
13S2	Vβ13B	TGGGGTTGGAGTCGGCTGCTC	180	70°C
13S3	Vβ13C	TCAGGCTGGAGTCGGCTGCTC	180-183	70°C
13S4	Vβ13D	TCAGGCTGGAGTCAGCTGCTC	180	68°C
13S5	Vβ13E	CCTCACGTTGGCGTCTGCTGT	179	69°C
14S1	Vβ14	GTCTCTCGAAAAGAGAAGAGG	211-346	59°C
15S1	Vβ15	CCCTAGAGTCTGCCATCCC	177-186	62°C
17S1	Vβ17	CACTGTGACATCGGCCCAAAA G	176-188	66°C
18S1	Vβ18	GGATCCAGCAGGTAGTGCG	180	64°C
21S1	Vβ21	ATCCAGCCTGCAGAGCTTGG	172	66°C
22S1	Vβ22	GAAGATCCGGTCCACAAAGCT G	176	65°C

Tabla 1. Listado de *primers* específicos para la amplificación de las secuencias de las variantes de cadena Vβ. Se muestran las secuencias y las temperaturas de hibridación correspondientes.

Durante el análisis *in silico*, se observó que un conjunto de variantes Vβ no serían reconocidas por los *primers* disponibles, dado que no se obtuvo hibridación en los moldes disponibles ni predicción de amplicón mediante los algoritmos empleados. Específicamente, los materiales disponibles no permitían la amplificación de las siguientes familias :

Segmentos Vβ no amplificables con los primers disponibles
Vβ4
Vβ5S1
Vβ5S4
Vβ5S6
Vβ6S2
Vβ6S3
Vβ6S4
Vβ6S6
Vβ6S7
Vβ9S1
Vβ9S2
Vβ13S6
Vβ13S7
Vβ13S8
Vβ23
Vβ24
Vβ25
Vβ26
Vβ27
Vβ29
Vβ30S1
Vβ31S1
Vβ32S1

Tabla 2. Cadenas Vβ humanas que no son amplificadas con los *primers* disponibles.

Considerando los materiales disponibles, se avanzó en la realización de una prueba de concepto del diseño experimental, utilizando *pellets* de células mononucleares de sangre periférica humanas. Se extrajo el ARN total y luego

se realizó la transcripción reversa, obteniendo el ADN complementario. Dicho material se utilizó como molde para analizar la amplificación de la secuencia de la β -actina, y una vez que se observó un fragmento a la altura esperada, se avanzó en analizar los *primers* para variantes $V\beta$. En la imagen se muestran representativamente sólo 14 mezclas de reacción, pero se realizaron 30 combinaciones distintas de *primers*.

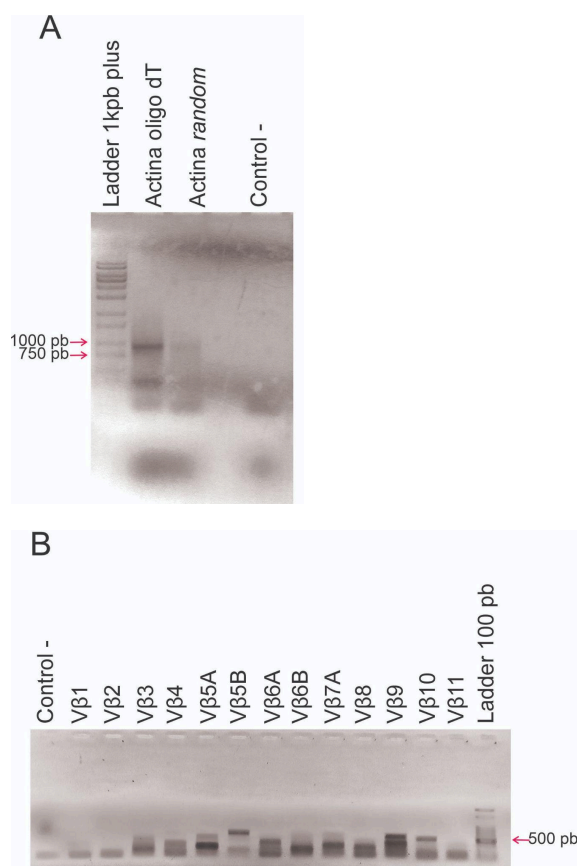


Figura 2. Prueba de concepto de los paneles de *primers* para amplificación de variantes de $V\beta$. A. Reacción de amplificación para β -actina

humana. B. Reacciones de amplificación de algunas variantes de las cadenas $V\beta$.

Se pudo observar que el material genético se encontraba íntegro para realizar los ensayos posteriores al obtener un fragmento de amplificación de aproximadamente 929 pb para la β -actina. Además, se pudo observar amplificación de algunas de las variantes $V\beta$, pero hay una gran diversidad de tamaños y además muchas bandas en cada reacción. Una de las problemáticas puede haber sido que se utilizó el mismo perfil de ciclado para todos los tubos, con la intención de simplificar el procedimiento experimental. Por otro lado, el ADN complementario obtenido fue insuficiente para evaluar todas las variantes, por lo que el proceso se volvió muy trabajoso. Considerando las problemáticas experimentales encontradas, nos hemos propuesto que a futuro los ensayos provengan de una selección de *primers* para simplificar los procedimientos a seguir, pero además para mejorar las condiciones experimentales como por ejemplo los perfiles de ciclado. La estrategia para realizarlo fue el diseño de paneles de *primers*.

Al momento de diseñar paneles de *primers* fue necesario establecer criterios de agrupamiento, tales como referencias

bibliográficas o reportes de casos clínicos. Considerando que el objetivo general del proyecto consta de la caracterización del repertorio de linfocitos T en muestras humanas tanto en situaciones fisiológicas como patológicas, se llevaron a cabo búsquedas bibliográficas de reportes en seres humanos. Sin embargo, hay escasos trabajos sobre variantes V β implicadas en patologías humanas y en contrapunto, hay muchos más reportes sobre patologías murinas. Con ese fin se construyó una tabla de equivalencias entre las variantes murinas y las humanas. Dicho trabajo aún se encuentra en proceso, pero se ha comenzado con una selección de las variantes V β más caracterizadas en ratones en investigaciones previas del grupo de trabajo (Tabla 3).

V β murino	V β humano
V β 14	V β 20
V β 17	V β 19S1 V β 10S1 V β 25 V β 5S6 V β 23S1 V β 31 V β 7S3 V β 22, V β 8S5 V β 8S1 V β 5S4 V β 6S1 V β 5S3 V β 27 V β 3, V β 9S2 V β 9S1 V β 21S3 V β 6S2 V β 6S5 V β 11S1 V β 18S1 V β 21S2 V β 21S3 V β 21S1 V β 1 V β 6S6 V β 6 V β 5S7 V β 5S5 V β 14S1
V β 2	no se encontró
V β 5	V β 8S4, V β 23 V β 1 V β 5S4 V β 5S5 V β 5S6 V β 5S3 V β 5S7 V β 5S2 V β 22 V β 9S2 V β 9S1 V β 8S2

	V β 8S1 V β 21S3 V β 16 V β 21S2 V β 21S3 V β 21S1 V β 6S4 V β 6S2 V β 6S5
V β 6	V β 17S1 V β 28S1 V β 29S1 V β 14S1 V β 13S3 V β 13S6 V β 12S1 V β 15S1 V β 13S2b V β 13S2a V β 11S1 V β 12S1 V β 21S3 V β 21S2 V β 21S3 V β 6S5 V β 13S5 V β 3S1 V β 20S1 V β 6S2 V β 6S1
V β 7	V β 3S1 V β 15S1 V β 13S6 V β 14S1 V β 13S3 V β 12S1 V β 13S2b V β 13S2a V β 13S5 V β 13S8 V β 12S3 V β 13S4 V β 13S7 V β 12S2 V β 17S1 V β 11S1 V β 28S1 V β 32S1
V β 9	V β 24S1 V β 28S1 V β 15S1 V β 12S1 V β 17S1 V β 11S1 V β 14S1 V β 3S1 V β 13S6 V β 13S5 V β 13S2b V β 13S2a V β 13S3
V β 8S1	V β 12S3 V β 12S1 V β 12S2 V β 13S6 V β 13S1 V β 13S4 V β 13S3 V β 13S8 V β 13S2b V β 13S2a V β 13S7 V β 13S5 V β 14S1 V β 3S1 V β 28S1 V β 15S1 V β 17S1 V β 30S1 V β 8S2 V β 8S1 V β 11S1 V β 5S5 V β 9S2 V β 9S1 V β 24S1 V β 1 V β 6S8 V β 8S4 V β 10S1 V β 6S7 V β 5S7 V β 5S2 V β 5S3 V β 5S6 V β 22
V β 8S2	V β 12S1 V β 12S2 V β 12S3 V β 13S6 V β 13S1 V β 13S3 V β 13S4 V β 13S5 V β 13S2b V β 13S2a V β 13S8 V β 14S1 V β 3S1 V β 28S1 V β 15S1 V β 17S1 V β 30S1 V β 11S1 V β 24S1 V β 22 V β 8S2 V β 8S1 V β 5S5
V β 11	V β 8S3 V β 8S2 V β 8S1 V β 8S4 V β 8S5 V β 6S1 V β 6S5 V β 6S2 V β 6S3 V β 6S4 V β 6S6 V β 6S8 V β 6S7 V β 6S9 V β 26S1 V β 21S1 V β 21S3 V β 21S2 V β 25S1 V β 18S1 V β 22

Tabla 3. Identidades secuenciales nucleotídicas encontradas entre cadenas V β

murinas y humanas. Estas últimas se expresan en orden decreciente de *score* de izquierda a derecha. En verde se representan los $\text{V}\beta$ humanos cuyo *query cover* con el $\text{V}\beta$ murino se encuentra entre el 93 % y el 99 %, y que además presentan los *scores* de alineamiento más altos para cada caso.

En el caso del $\text{V}\beta 14$ murino, se observó que únicamente presentaba identidad con el $\text{V}\beta 20$, con un *query cover* del 98 %. Por otro lado, los $\text{V}\beta 19\text{S}1$, $10\text{S}1$ y 25 mostraron una cobertura de alineamiento del 93 al 96 % en relación con la secuencia murina $\text{V}\beta 17$. Para el $\text{V}\beta 2$ humano no se detectó identidad con ningún $\text{V}\beta$ murino; en cambio, el $\text{V}\beta 5$ humano reveló un *query cover* del 96 %. El resto de las variantes humanas analizadas presentaron coberturas entre el 73 % y el 12 %, concentrándose el alineamiento con los nucleótidos murinos comprendidos aproximadamente entre las posiciones 230 y 280. Respecto al $\text{V}\beta 7$, las variantes señaladas en verde en la **Tabla 3** muestran una identidad con la murina de entre 95 % y 98 %. Sin embargo, el resto presenta aún un *query cover* elevado, oscilando entre el 60 % y el 80 % respecto a los $\text{V}\beta$ murinos analizados. En el caso del $\text{V}\beta 9$, el mayor *query cover* se observó con el $\text{V}\beta 24\text{S}1$ humano; las demás variantes rondan entre el 10 % y el 30 %, con el

alineamiento concentrado entre los pb 60 y 10 del consenso murino. Finalmente, para los $\text{V}\beta 8\text{S}1$ y $\text{V}\beta 8\text{S}2$, las variantes resaltadas en verde en la **Tabla 3** alcanzan coberturas de alineamiento entre el 95 % y el 99 %, mientras que las restantes fluctúan entre el 8 % y el 80 %. Por último, en $\text{V}\beta 11$, todas las variantes registran un *query cover* aproximado entre el 80 % y el 99 %, siendo las de mayor *score* y presentando coberturas superiores al 99 % los $\text{V}\beta 8\text{S}3$, $\text{V}\beta 8\text{S}2$, $\text{V}\beta 8\text{S}1$ y $\text{V}\beta 8\text{S}4$.

Utilizando toda la información presentada, se diseñaron dos paneles de *primers* con objetivos diferenciales. Por un lado se diseñó el panel A (**Tabla 4**) para poder validar la especificidad del método utilizando la línea celular Jurkat como control positivo. Asimismo, se incorporarán dos *primers* adicionales dirigidos a segmentos $\text{V}\beta$ que no se espera que amplifiquen en esta línea celular, como lo son $\text{V}\beta 6\text{A}$ y $\text{V}\beta 21$. Esto permitirá verificar la ausencia de amplificación inespecífica y evaluar la especificidad del sistema frente a transcritos no presentes. Esta aproximación contribuirá a validar la fidelidad del método propuesto antes de aplicarlo en muestras.

Considerando que una de las líneas de

investigación en nuestro laboratorio apunta a desarrollar tratamientos para leucemias linfoblásticas agudas T, se diseñó también el panel de *primers* B (Tabla 4). El objetivo de dicha selección es evaluar posibles patrones diferenciales de expresión de cadenas V β entre individuos sanos y pacientes con leucemia linfoblástica aguda de células T (LLA-T), siguiendo los hallazgos reportados (15). En dicho estudio, se identificó que V β 2 fue el segmento más representado tanto en LLA-T en adultos como en casos pediátricos, con frecuencias del 11 % y 9 %, respectivamente. Además, los segmentos V β 17 y V β 10 también mostraron una presencia destacada en ambos subgrupos etarios. A partir de estos datos, se definió un panel compuesto por V β 2 y V β 17 con el objetivo de contar con una herramienta aplicable tanto en muestras pediátricas como en adultos. Asimismo, se incluyó la variante V β 8, la cual, si bien mostró una mayor frecuencia en adultos en el estudio citado, se consideró pertinente su incorporación dado su valor potencial para caracterizar perfiles de expresión en LLA-T y aportar robustez al análisis comparativo entre grupos. Además, se incluyó a V β 3 para verificar la variación del repertorio que debería mantenerse constante al no estar reportada su modificación a lo largo de

dichas patologías.

Si bien no fue posible diseñar un *primer* específico que amplifique eficientemente el segmento V β 10 con las herramientas bioinformáticas utilizadas, se ha reportado su posible relevancia en el contexto de LLA-T. Por ello, se sugiere la incorporación futura de un *primer* que amplifique V β 10, con el fin de ampliar la cobertura del panel propuesto y optimizar su capacidad para detectar variantes de expresión relevantes tanto en pacientes adultos como pediátricos.

Primer	Secuencia (5' → 3')	T°(C°)
PANEL DE PRIMERS A		
V β 21	ATCCAGCCTGCAGAGCTTGG	66°C
V β 6A	ATCCAGCGCACACAGCAGGAG	69°C
V β 8	GCCCTCAGAACCCAGGGACT	67°C
V β 3	CTGGAGTCCGCCAGCACCA	68°C
PANEL DE PRIMERS B		
V β 21	ATCCAGCCTGCAGAGCTTGG	66°C
V β 6A	ATCCAGCGCACACAGCAGGAG	69°C
V β 8	GCCCTCAGAACCCAGGGACT	67°C

Tabla 4. Paneles de *primers* propuestos. El panel A tiene como objetivo la validación del método de caracterización de clones de linfocitos T en muestras humanas. El panel B se propone para el estudio de repertorios asociados a leucemias linfoblásticas agudas de células T, en base a datos de frecuencia reportados en la literatura. Se indica la secuencia de cada *primer* (5'→3') y su temperatura de hibridación.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo sientan las bases para el desarrollo de un método de caracterización de variantes V β del TCR, potencialmente aplicable tanto al seguimiento de pacientes como al estudio del repertorio de linfocitos en distintas enfermedades. Se validaron bioinformáticamente 21 *primers* funcionales, incluyendo la predicción del tamaño de los amplicones correspondientes, y se realizó una prueba de concepto que confirmó la factibilidad técnica del enfoque propuesto. Asimismo, el análisis de identidad entre variantes murinas y humanas proporcionó herramientas clave para la extrapolación de datos entre modelos animales y humanos, con perspectivas futuras de ampliar este análisis a un mayor número de variantes. En paralelo, se diseñaron dos paneles de *primers* con finalidades complementarias: uno destinado a validar la especificidad del método utilizando la línea celular Jurkat, y otro orientado a la identificación de repertorios V β en pacientes con leucemia linfoblástica aguda T, sobre la base de hallazgos clínicos previamente reportados. Como perspectiva a futuro, se prevé avanzar en la validación experimental del panel A utilizando células Jurkat como control positivo para comprobar la especificidad

del sistema y optimizar las condiciones de reacción. Finalmente, el interés manifestado por instituciones de salud pública en herramientas de este tipo destaca el potencial impacto diagnóstico, clínico y traslacional del proyecto.

Referencias Bibliográficas

1. Sauls, R. S., McCausland, C., & Taylor, B. N. (2023). Histology, T-cell lymphocyte. En *StatPearls*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.
2. Murphy, K., & Weaver, C. (2016). *Janeway's immunobiology: Ninth international student edition*. W. W. Norton & Company
3. McLean-Tooke, A., Barge, D., Spickett, G. P., & Gennery, A. R. (2008). T cell receptor V β repertoire of T lymphocytes and T regulatory cells by flow cytometric analysis in healthy children. *Clinical and Experimental Immunology*, 151(1), 190–198. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2249.2007.03536.x>
4. Rossjohn, J., Gras, S., Miles, J. J., Turner, S. J., Godfrey, D. I., & McCluskey, J. (2015). T cell antigen receptor recognition of antigen-presenting molecules. *Annual Review of Immunology*, 33,

- 169–200.
<https://doi.org/10.1146/annurev-immunol-032414-112334>
5. Giudicelli, V. (2004). IMGT/GENE-DB: A comprehensive database for human and mouse immunoglobulin and T cell receptor genes. *Nucleic Acids Research*, 33(Database issue), D256–D261.
<https://doi.org/10.1093/nar/gki010>
 6. Su, C., & Nei, M. (2001). Evolutionary dynamics of the T-cell receptor V β gene family as inferred from the human and mouse genomic sequences. *Molecular Biology and Evolution*, 18(4), 503–513.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a00382>
 7. Moreews, M., Le Gouge, K., Khaldi-Plassart, S., Pescarmona, R., Mathieu, A. L., Malcus, C., Djebali, S., Bellomo, A., Dauwalder, O., Perret, M., Villard, M., Chopin, E., Rouvet, I., Vandenesh, F., Dupieux, C., Pouyau, R., Teyssedre, S., Guerder, M., Louazon, T., Moulin-Zinsch, A., Duperril, M., Patural, H., Giovannini-Chami, L., Portefaix, A., Kassai, B., Venet, F., Monneret, G., Lombard, C., Flodrops, H., De Guillebon, J. M., Bajolle, F., Launay, V., Bastard, P., Zhang, S. Y., Dubois, V., Thaumat, O., Richard, J. C., Mezidi, M., Allatif, O., Saker, K., Dreux, M., Abel, L., Casanova, J. L., Marvel, J., Trouillet-Assant, S., Klatzmann, D., Walzer, T., Mariotti-Ferrandiz, E., Javouhey, E., & Belot, A. (2021). Polyclonal expansion of TCR V β 21.3+ CD4+ and CD8+ T cells is a hallmark of Multisystem Inflammatory Syndrome in Children. *Science Immunology*, 6(59), eabh1516.
<https://doi.org/10.1126/sciimmunol.abh1516>
 8. Dziubianau, M., Hecht, J., Kuchenbecker, L., Sattler, A., Stervbo, U., Rödelberger, C., Nickel, P., Neumann, A. U., Robinson, P. N., Mundlos, S., Volk, H. D., Thiel, A., Reinke, P., & Babel, N. (2013). TCR repertoire analysis by next generation sequencing allows complex differential diagnosis of T cell-related pathology. *American Journal of Transplantation*, 13(11), 2842–2854.
<https://doi.org/10.1111/ajt.12431>
 9. Jiang, Y. Z., Mavroudis, D. A., Dermime, S., Molldrem, J., Hensel, N. F., & Barrett, A. J. (1997).

- Preferential usage of T cell receptor (TCR) V beta by allogeneic T cells recognizing myeloid leukemia cells: Implications for separating graft-versus-leukemia effect from graft-versus-host disease. *Bone Marrow Transplantation*, 19(9), 899–903.
<https://doi.org/10.1038/sj.bmt.1700769>
10. Rowan, A. G., Fields, P., Taylor, G. P., et al. (2015). T-cell receptor chain Vbeta subunit staining to quantify the malignant clone in adult T-cell leukemia. *Retrovirology*, 12(Suppl 1), P45.
<https://doi.org/10.1186/1742-4690-12-S1-P45>
 11. Robins, H. S., Campregher, P. V., Srivastava, S. K., Wachter, A., Turtle, C. J., Kahsai, O., Riddell, S. R., Warren, E. H., & Carlson, C. S. (2009). Comprehensive assessment of T-cell receptor β -chain diversity in $\alpha\beta$ T cells. *Blood*, 114(19), 4099–4107.
<https://doi.org/10.1182/blood-2009-04-217604>
 12. Heather, J. M., & Chain, B. (2016). The sequence of sequencers: The history of sequencing DNA. *Genomics*, 107(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2015.11.003>
 13. Calis, J. J., & Rosenberg, B. R. (2014). Characterizing immune repertoires by high throughput sequencing: strategies and applications. *Trends in Immunology*, 35(12), 581–590.
<https://doi.org/10.1016/j.it.2014.09.004>
 14. Arden, B., Clark, S. P., Kabelitz, D., & Mak, T. W. (1995). Human T-cell receptor variable gene segment families. *Immunogenetics*, 42(6), 455–500.
<https://doi.org/10.1007/BF00172176>
 15. Brüggemann, M., van der Velden, V. H., Raff, T., Droese, J., Ritgen, M., Pott, C., Wijkhuijs, A. J., Gökbuget, N., Hoelzer, D., van Wering, E. R., van Dongen, J. J., & Kneba, M. (2004). Rearranged T-cell receptor beta genes represent powerful targets for quantification of minimal residual disease in childhood and adult T-cell acute lymphoblastic leukemia. *Leukemia*, 18(4), 709–719.
<https://doi.org/10.1038/sj.leu.2403263>

39. Salud Humana

Estrategias de afrontamiento emocional y autocuidado en estudiantes de Kinesiología y Fisioterapia, año 2025

Autora: Bogado Benítez Melany Nicol; Email: bnicolbenitez@gmail.com

Orientador: Ríos Bordón, Juan Carlos; Email: juamcariosb@hotmail.com

Universidad Nacional de Pilar.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo describir las estrategias de afrontamiento emocional y prácticas de autocuidado en estudiantes de Kinesiología y Fisioterapia en el año 2025, considerando sus realidades sociodemográficas, laborales y familiares. Se realizó un estudio descriptivo, transversal y mixto con 48 estudiantes de una institución universitaria latinoamericana. Se aplicó un cuestionario autoadministrado que incluyó escalas Likert y preguntas abiertas. Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadística descriptiva y los cualitativos mediante análisis temático. La mayoría de los participantes fueron mujeres (70.8%), de zonas urbanas (87.5%), que trabajan mientras estudian (85.4%) y tienen responsabilidades familiares (37.5%). Las estrategias más frecuentes de afrontamiento incluyeron organizar el tiempo (66.7%), hablar con alguien de confianza (54.2%) y realizar actividad física (50%). Sin embargo, el 43.8% reportó aislarse cuando tiene problemas y solo el 27.1% percibió apoyo emocional institucional. Además, el 72.9% no consideró efectivas sus estrategias de manejo emocional. Los principales factores que dificultan el autocuidado fueron la falta de tiempo, el estrés académico y la rigidez institucional. Se concluye que los estudiantes enfrentan una sobrecarga multidimensional que compromete su bienestar. Se recomienda implementar programas de salud mental, flexibilidad académica y acompañamiento psicológico institucional.

Palabras clave: afrontamiento emocional, autocuidado, bienestar estudiantil

Introducción

La formación universitaria en carreras de salud, como Kinesiología y Fisioterapia, se caracteriza por una alta exigencia académica, prácticas clínicas intensivas y una carga teórica significativa. En este contexto, los estudiantes enfrentan niveles elevados de estrés, ansiedad y riesgo de agotamiento emocional, especialmente cuando combinan estudios con trabajo remunerado y responsabilidades familiares (Galbraith et al., 2020; Fernández-Castro et al., 2022).

El afrontamiento emocional —definido como los esfuerzos cognitivos y conductuales para manejar demandas estresantes (Lazarus & Folkman, 1984)— y el autocuidado —acciones intencionales para preservar la salud física, emocional y social (Delgado et al., 2021)— son herramientas esenciales para la resiliencia estudiantil. Sin embargo, múltiples estudios indican que los estudiantes de ciencias de la salud suelen descuidar su bienestar en favor del rendimiento académico (Oliveira et al., 2021).

En América Latina, donde muchos estudiantes son adultos jóvenes con múltiples roles (estudiante, trabajador, cuidador), la necesidad de políticas de salud mental en entornos académicos es aún más urgente (Vargas et al., 2023). A pesar de ello, muchas instituciones carecen de servicios psicológicos

accesibles o de estrategias pedagógicas flexibles que reconozcan estas realidades. Este estudio tiene como objetivo describir las estrategias de afrontamiento emocional y prácticas de autocuidado en estudiantes de Kinesiología y Fisioterapia en el año 2025, analizando sus relaciones con factores sociodemográficos, laborales y académicos. Además, busca identificar necesidades percibidas de apoyo institucional para mejorar su bienestar psicoemocional.

Métodos

Diseño del estudio

Estudio descriptivo, transversal y mixto (cuantitativo-cualitativo), que combina análisis estadístico con interpretación temática de narrativas personales.

Población y muestra

La muestra, no probabilística por conveniencia, incluyó a 48 estudiantes de la carrera de Kinesiología y Fisioterapia de una institución universitaria latinoamericana. Participaron de forma voluntaria y anónima.

Instrumento de recolección de datos

Se aplicó un cuestionario autoadministrado en cinco secciones:

1. Datos sociodemográficos: edad, sexo, año de carrera, zona de residencia, trabajo remunerado, personas a cargo.
2. Escala Likert de 5 puntos (Nunca a Siempre) para evaluar 10 afirmaciones sobre afrontamiento y autocuidado.

3. Preguntas abiertas sobre:

- Prácticas de bienestar emocional.
- Momentos más estresantes y formas de afrontamiento.
- Factores que facilitan el equilibrio vida-estudio.
- Barreras al autocuidado.
- Sugerencias de apoyo institucional.

Procedimiento

La recolección se realizó en el primer semestre de 2025. Se garantizó el cumplimiento ético: consentimiento informado, confidencialidad y adherencia a la Declaración de Helsinki (2013). Los datos cuantitativos se analizaron con frecuencias y porcentajes. Los cualitativos se codificaron mediante análisis temático (Braun & Clarke, 2006), identificando categorías emergentes.

Limitaciones

La muestra es no probabilística y limitada a una institución, lo que restringe la generalización. Sin embargo, la riqueza de los datos cualitativos aporta profundidad interpretativa.

Resultados

Datos sociodemográficos. (Tabla 1)

Edad (promedio)	26.1 años	Rango: 19–53
Sexo		
- Mujer	34	70.8%
- Hombre	14	29.2%
Zona de residencia		
- Urbana	42	87.5%
- Rural	6	12.5%
Trabaja mientras estudia		
- Sí	41	85.4%
- No	7	14.6%
Tiene hijos o personas a cargo		
- Sí	18	37.5%
- No	30	62.5%
Año de carrera		
- Segundo	11	22.9%
- Tercero	13	27.1%
- Primero	24	50%

La muestra estuvo compuesta por 48 estudiantes de la carrera de Kinesiología y Fisioterapia. En cuanto al sexo, 34 participantes (70.8%) identificaron como femenino y 14 (29.2%) como masculino. La edad de los participantes osciló entre 19 y 53 años. Las edades más frecuentes fueron 19 años (7 estudiantes, 14.6%) y 20 años (6 estudiantes, 12.5%), seguidas por 25, 27 y 28 años, con 3 estudiantes cada

una (6.3% cada grupo). En relación con el año de carrera, 13 estudiantes (27.1%) se encontraban en tercer año, 11 (22.9%) en segundo año, y 24 (50.0%) distribuidos en el primer curso. La mayoría de los participantes reside en zonas urbanas (42 estudiantes, 87.5%), mientras que 6 (12.5%) provienen de zonas

rurales.

Un total de 41 estudiantes (85.4%) declararon trabajar mientras estudiaban, mientras que 7 (14.6%) no. Respecto a responsabilidades familiares, 18 estudiantes (37.5%) indicaron tener hijos o personas a cargo, mientras que 30 (62.5%) no.

Estrategias de afrontamiento emocional y autocuidado. (Tabla 2)

AFIRMACIONES	FRECUENTEMENTE + SIEMPRE (%)
Organizo mi tiempo para cumplir con las actividades académicas	19 + 13 =66.7%
Busco hablar con alguien de confianza cuando me siento estresado/a	6 + 3 =18.8%(Total: 54.2% si incluye "A veces")
Realizo actividades físicas o recreativas para reducir el estrés	5 + 11 =33.3%(Total: 50% con "A veces")
Me aílo o evito hablar con otros cuando tengo problemas	11 + 6 =35.4%(Total: 43.8% con "A veces")
Duermo al menos 6 horas diarias	8 + 13 =43.8%
Realizo pausas activas durante mis jornadas de estudio	10 + 7 =35.4%
Practico técnicas de respiración, meditación u oración	8 + 5 =27.1%
Considero que recibo apoyo emocional por parte de la facultad	9 + 4 =27.1%
Siento que mis estrategias de afrontamiento son efectivas	8 + 3 =22.9%(72.9% considera que "a veces" o "nunca" son efectivas)
Me resulta difícil mantener el equilibrio emocional en época de exámenes	14 + 8 =

Los resultados de las estrategias de afrontamiento emocional y autocuidado revelan un perfil mixto: si bien algunos estudiantes implementan prácticas saludables, como la organización del tiempo (66.7%), la actividad física (50% con "A veces" o más) y el apoyo social (54.2%), persisten importantes desafíos emocionales.

Destaca que solo el 22.9% considera que sus estrategias de afrontamiento son efectivas, lo que sugiere una brecha entre el uso de ciertas prácticas y su impacto percibido. Además, el 43.8% recurre al aislamiento como forma de manejar los problemas, lo que puede indicar dificultades para pedir ayuda o una falta de redes de contención emocional.

El bajo porcentaje que percibe apoyo emocional institucional (27.1%) refleja una carencia crítica en el entorno académico. Asimismo, casi la mitad de los estudiantes (45.8%) manifiesta dificultad para mantener el equilibrio emocional en época de exámenes, evidenciando momentos de alta vulnerabilidad.

Aunque más del 40% duerme al menos 6 horas y realiza pausas activas, estos hábitos no parecen suficientes para garantizar bienestar psicológico. En conjunto, estos datos indican que los estudiantes intentan cuidarse, pero con herramientas limitadas y poco acompañamiento, lo que pone en riesgo su

salud emocional y su sostenibilidad académica.

Prácticas personales de bienestar emocional

Se identificaron cinco categorías:

1. Actividad física y movimiento

- *"Gimnasio y deportes", "Hago actividades físicas", "Caminata", "Ejercicios de estiramientos"*

Estrategia frecuente, coherente con su formación profesional.

2. Técnicas de regulación emocional

- *"Tomo pausas y ejercicios de respiración", "Meditar", "Oración", "Salir a respirar un rato"*

Indican un esfuerzo consciente por autorregularse.

3. Conexión social y afectiva

- *"Estudio con otra persona", "Apoyo de mis familiares y amigos", "Mi grupo de estudio"*
El vínculo como recurso de contención.

4. Organización y estructura

- *"Siempre organizo muy bien mi tiempo", "Establezco horarios claros", "Priorizar las cosas más importantes"*

Estrategia racional para manejar la sobrecarga.

5. Ausencia de prácticas o autocuidado pasivo

- *"No utilizo ninguna", "Ninguna", "No lo cuido, estoy con mil cosas"*

Refleja normalización del descuido y agotamiento.

Momentos más estresantes y formas de afrontamiento

Categorías de estrés:

- Épocas de exámenes (mencionado en 32 respuestas).
- Acumulación de tareas y trabajos.
- Conflictos personales/familiares (*"problema familiar horrible"*, *"mi bebé debe hacerse estudios"*).
- Presión por rendir sin apoyo familiar.
- Dificultades económicas y laborales.

Formas de afrontamiento:

- Apoyo social: *"acompañamiento de amigos"*, *"ayuda del psicólogo"*.
- Religiosidad, espiritualidad: *"oración"*, *"Guaraní practicando"*.
- Autorregulación: *"con calma y organización"*, *"trato de tranquilizarme"*.
- Aislamiento temporal o resignación: *"llorando"*, *"sobrellevo como puedo"*.

Factores que dificultan el autocuidado. (Tabla 3)

Falta de tiempo	<i>"El tiempo"</i> , <i>"falta de tiempo"</i>
Presión académica	<i>"sobrecarga de actividades"</i> , <i>"acumulación de trabajos"</i>
Trabajo remunerado	<i>"el trabajo y la facultad"</i> , <i>"trabajo más estudio"</i>

Factores emocionales	<i>"baja autoestima"</i> , <i>"miedo al fracaso"</i> , <i>"ansiedad"</i>
Falta de empatía institucional	<i>"docentes no se ponen en nuestro lugar"</i> , <i>"protocolos rígidos"</i>
Condiciones socioeconómicas	<i>"factor económico"</i> , <i>"no recibo ayuda"</i>

Apoyos institucionales sugeridos

Los estudiantes proponen:

1. Apoyo psicológico formal
 - *"Un profesional en psicología hace falta"*, *"grupos de apoyo con psicólogo"*, *"apoyo psicológico"*.
2. Flexibilidad académica
 - *"Mayor flexibilidad en entregas"*, *"más tiempo entre exámenes"*, *"reducción de sobrecarga"*.
3. Empatía docente
 - *"Empatía hacia el alumnado"*, *"ser más comprensible"*, *"más interés por los estudiantes"*.
4. Espacios y actividades
 - *"Actividades de recreación"*, *"mejor espacio para prácticas"*, *"momento de integración"*.
5. Formación en bienestar
 - *"Talleres de manejo del estrés"*, *"talleres de gestión del tiempo"*, *"más enseñanzas prácticas"*.

Discusión

El perfil sociodemográfico de la muestra revela una población estudiantil mayoritariamente femenina (70.8%), lo cual es coherente con tendencias observadas en otras carreras de salud, donde las mujeres suelen representar la mayoría del alumnado (Oliveira et al., 2021). Esta predominancia puede estar relacionada con factores culturales, sociales y de elección vocacional, aunque también plantea interrogantes sobre la equidad de género en el acceso y permanencia de hombres en estas profesiones.

La edad de los participantes, que oscila entre 19 y 53 años, indica una heterogeneidad generacional significativa. La presencia de estudiantes adultos sugiere que muchos ingresan a la carrera en etapas posteriores de la vida, ya sea por reconversión laboral, motivaciones personales o condiciones socioeconómicas. Este grupo puede enfrentar desafíos adicionales, como la adaptación a entornos académicos después de largos períodos fuera del sistema educativo.

El hecho de que el 87.5% de los estudiantes resida en zonas urbanas podría facilitar el acceso a la institución y a prácticas clínicas, aunque también expone a esta población a mayores costos de vida, desplazamientos y estrés urbano.

Un hallazgo central es que el 85.4% de los estudiantes combina sus estudios con trabajo remunerado. Esta alta proporción evidencia una precariedad económica estructural, común en estudiantes universitarios de América Latina (Pérez & Mendoza, 2022). Trabajar mientras se estudia implica una doble jornada que reduce el tiempo disponible para el descanso, el estudio profundo y el autocuidado emocional.

Además, el 37.5% de los participantes tiene hijos o personas a cargo, lo que añade una tercera responsabilidad al rol de estudiante. Esta triple carga —trabajo, estudio y cuidado— configura un contexto de vida de alta exigencia, en el que el riesgo de agotamiento emocional, ansiedad y abandono académico aumenta considerablemente (Cáceres & Morales, 2021).

En conjunto, estos datos no solo describen características demográficas, sino que revelan una realidad estudiantil compleja, marcada por la superposición de múltiples roles y responsabilidades. Esta condición debe ser reconocida por las instituciones como un factor determinante del bienestar psicoemocional y del éxito académico.

Este contexto influye directamente en las estrategias de afrontamiento emocional y las prácticas de autocuidado. Aunque muchos estudiantes intentan organizarse, buscar apoyo o realizar actividad física, el

72.9% no siente que sus estrategias sean efectivas, lo que sugiere que el afrontamiento es reactivo y no preventivo (Fernández-Castro et al., 2022). El hecho de que el 43.8% se aíse cuando tiene problemas y que solo el 27.1% perciba apoyo emocional institucional refleja una brecha crítica entre la demanda estudiantil y la oferta de contención.

Las sugerencias de los estudiantes —como la implementación de un psicólogo en la facultad, mayor flexibilidad académica y talleres de manejo del estrés— no son demandas excesivas, sino estrategias necesarias para humanizar la formación en salud (Martínez, 2023). Como señala la Organización Mundial de la Salud (2021), las instituciones educativas deben adoptar enfoques integrales de bienestar, especialmente en carreras que forman profesionales del cuidado.

Por tanto, es urgente que las facultades de Kinesiología y Fisioterapia dejen de ver el estrés estudiantil como un problema individual y lo reconozcan como una cuestión institucional y estructural. Solo así se podrá formar no solo buenos profesionales, sino personas saludables, resilientes y sostenibles en su práctica.

Conclusiones

La experiencia de ser estudiante de Kinesiología y Fisioterapia en el año 2025 va mucho más allá del aula o la práctica clínica. Es una constante negociación entre

el estudio, el trabajo, las responsabilidades familiares y el cuidado de uno mismo.

Este estudio muestra que, detrás de cada decisión académica, hay una vida compleja, marcada por la falta de tiempo, el estrés acumulado y, en muchos casos, el silencio emocional.

Aunque muchos estudiantes intentan organizarse, buscar apoyo o desconectarse con pequeños gestos de autocuidado, la mayoría no siente que estas estrategias sean suficientes ni efectivas.

El aislamiento, la ansiedad en época de exámenes y la sensación de no contar con un acompañamiento real por parte de la institución revelan una brecha profunda entre lo que se espera del estudiante y lo que realmente se le ofrece. No se trata solo de formar profesionales competentes, sino de formarlos con dignidad, salud y sostenibilidad emocional. Por eso, las voces que piden empatía, flexibilidad, espacios de contención y apoyo psicológico no son pedidos individuales, sino un llamado colectivo a humanizar la formación en salud. Un futuro kinesiólogo no debe llegar al título agotado, sino fortalecido; no a pesar del sistema, sino gracias a uno que lo haya cuidado en el camino.

Recomendaciones

1. Crear un programa de salud mental estudiantil con acceso a psicólogos y grupos de apoyo.
2. Ofrecer talleres obligatorios de manejo del estrés, técnicas de estudio y autocuidado.
3. Implementar políticas de flexibilidad académica (extensiones justificadas, distribución equilibrada de exámenes).
4. Fomentar una cultura de empatía entre docentes y estudiantes.
5. Incluir módulos de bienestar emocional en el plan de estudios desde el primer año.
6. Diseñar espacios físicos y digitales para la recreación y desconexión.

Bibliografías

1. Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. doi:10.1191/1478088706qp063oa
2. Cáceres, D., & Morales, L. (2021). Jóvenes universitarios trabajadores: Entre el sueño y la supervivencia. *Revista de Estudios Sociales*, 78, 45–58. doi:10.7440/res78.2021.04
3. Delgado, L. M., Vargas, C., & Rincón, M. (2021). Autocuidado en estudiantes de salud: Una revisión sistemática. *Revista Latinoamericana de Psicología de la Salud*, 13(2), 45–58. doi:10.58694/rtps.v13i2.12345
4. Fernández-Castro, J., Martínez, I., & Gil, L. (2022). Estrés académico y salud mental en estudiantes universitarios de ciencias de la salud. *Psicología y Salud*, 32(1), 23–34. doi:10.15359/ps.32-1.4
5. Fuentes, P., & Rojas, C. (2022). Bienestar emocional y rendimiento académico: Una relación bidireccional. *Revista de Psicología Universitaria*, 27(3), 201–215. doi:10.1016/j.rpu.2022.08.001
6. Galbraith, N. D., Brown, K. E., & Clifton, E. (2020). Mental health and well-being in healthcare students: A systematic review. *Medical Teacher*, 42(9), 994–1002. doi:10.1080/0142159X.2020.1784878
7. Gómez, R., & Pérez, M. (2020). Estrés académico en estudiantes de kinesiología: Prevalencia y factores asociados. *Revista Chilena de Kinesiología*, 12(1), 45–52. doi:10.5867/revkin.12.1.45
8. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2023). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). México, D.F.: McGraw-Hill.

9. Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York, NY: Springer.
10. Martínez, A. (2023). Educación con empatía: Hacia una universidad más humana. *Revista de Educación*, 41(3), 112–130. doi:10.1016/j.educ.2023.02.005
11. Oliveira, M. C., Silva, R. A., & Costa, P. L. (2021). Burnout and self-care in health students: A cross-sectional study. *PLOS ONE*, 16(5), e0251234. doi:10.1371/journal.pone.0251234
12. Organización Mundial de la Salud. (2021). *Salud mental de los jóvenes: Guía para instituciones educativas*. Recuperado el 25 de junio de 2025, de <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034178>
13. Pérez, J., & Mendoza, F. (2022). Tiempo, trabajo y estudios: La triple jornada estudiantil. *Revista Latinoamericana de Educación*, 18(2), 67–82. doi:10.1016/j.rle.2022.03.002
14. Rodríguez, L., & Díaz, E. (2021). Autocuidado en estudiantes universitarios: Una necesidad formativa. *Educación Médica*, 22(4), 234–240. doi:10.1016/j.edumed.2020.07.003
15. Sánchez, T., & López, A. (2023). Apoyo emocional en la universidad: ¿Dónde está el psicólogo? *Psicología desde el Caribe*, 40(1), 101–115. doi:10.15446/psykaribe.v40n1.98765
16. Torres, M., & Gutiérrez, R. (2020). Estrés en exámenes y rendimiento académico en estudiantes de salud. *Revista de Psicología Clínica*, 35(2), 133–145. doi:10.1016/j.rpc.2020.05.003
17. Vargas, C., Delgado, L. M., & Rincón, M. (2023). Bienestar estudiantil en contextos de alta exigencia: El caso de América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 14(40), 89–104. doi:10.22201/iisue.20072521.2023.40.78912
18. World Medical Association. (2013). *World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects*. *Journal of the American Medical Association*, 310(20), 2191–2194. doi:10.1001/jama.2013.281053
Recuperado el 7 de julio de 2025, de <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research/>

[research-involving-human-
subjects/](#)

39. Salud humana

Padrões de consumo alimentar e estado nutricional de lactentes pré-termo tardios em comparação a lactentes a termo

Autor: Vargas, Larissa; E. mail: vargas.larissa@acad.ufsm.br

Co-autores: Pimentel, Bianca, E. mail: bianca.pimentel@acad.ufsm.br; Prestes, Kevin, E. mail: kevinprestespsi@gmail.com

Orientadora: Bolzan, Geovana; E. mail: bolzan.geovana@ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria / Centro de Ciências da Saúde

Resumo

O objetivo do estudo foi comparar padrões de consumo alimentar e estado nutricional de lactentes nascidos pré-termo tardios e a termo. Estudo transversal, quantitativo, realizado em hospital universitário, com 46 prematuros tardios e 46 a termo, entre 8 e 12 meses de idade corrigida, sem internação em Unidade de Terapia Intensiva Neonatal. Foram coletados dados de prontuários e realizado entrevistas com os responsáveis. A avaliação nutricional incluiu antropometria (peso e estatura) classificada pelas curvas de crescimento da Organização Mundial da Saúde. O consumo alimentar foi avaliado pelo formulário de Marcadores de Consumo Alimentar proposto pelo Ministério da Saúde. A análise estatística utilizou testes paramétricos e não paramétricos, com nível de significância de $p < 0,05$. Estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, e os responsáveis assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Ao nascimento, os lactentes a termo apresentaram peso adequado ($p = 0,015$). Atualmente, ambos os grupos apresentaram eutrofia pelo índice de massa corporal para idade, sem diferenças significativas. A maioria não estava em aleitamento materno continuado. A introdução alimentar foi adequada, mas a diversidade mínima não foi atingida. A frequência mínima de refeições foi cumprida, porém o consumo de alimentos ricos em ferro foi baixo, enquanto o de vitamina A foi adequado. Destacou-se elevado consumo de ultraprocessados, sem diferenças significativas entre os grupos. Não foram encontradas diferenças significativas no estado nutricional e nos padrões de consumo alimentar entre lactentes a termo e pré-termo tardios. Os achados ressaltam a necessidade de intervenções nutricionais, independentemente da idade gestacional ao nascer.

Palabras clave: Recém-nascido Prematuro, Estado Nutricional, Nutrição do Lactente.

Introdução

O nascimento pré-termo permanece como um dos principais desafios de saúde pública mundial, não apenas pela elevada incidência, mas também pelas consequências clínicas imediatas e tardias que acarreta (Muppa *et al.*, 2023; SBP, 2024). A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2023) define como prematuros os nascidos antes de 37 semanas completas de gestação, classificando-os em diferentes graus conforme a idade gestacional. Entre esses, destacam-se os chamados prematuros tardios, que correspondem aos nascidos entre 34 e 36 semanas e 6 dias, representando em torno de 70% dos casos de prematuridade (SBP, 2024).

O risco de complicações neonatais é inversamente proporcional à idade gestacional. A cada semana a mais que o feto permanece dentro do útero, favorece o desenvolvimento pleno e reduz a frequência e a gravidade de intercorrências neonatais (Vanin *et al.*, 2020). O prematuro tardios embora tenha uma maturidade maior em comparação às outras faixas de prematuridade, apresentam maior morbimortalidade comparados aos recém-nascido a termo, além de sequelas e complicações de curto e longo prazo (Lorenzo *et al.*, 2021; Nazeer *et al.*, 2021). Por serem metabolicamente imaturos, os prematuros apresentam no período neonatal maiores taxas de hipoglicemia,

hiperbilirrubinemia e distúrbios respiratórios (Nazeer *et al.*, 2021; Beyar *et al.*, 2022).

Embora os prematuros tardios apresentem menor risco em comparação a prematuros extremos e muito prematuros, eles não devem ser equiparados aos nascidos a termo. Diversos estudos indicam que sua relativa imaturidade metabólica e neurológica os torna mais suscetíveis a complicações respiratórias, metabólicas e dificuldades relacionadas à alimentação (Sharma *et al.*, 2021; SBP, 2024). Além disso, o parto antecipado interrompe a fase final da gestação, período crítico para o crescimento fetal e para o acúmulo de reservas nutricionais, o que pode resultar em diferenças persistentes nas medidas antropométricas durante a infância e até mesmo na vida adulta (Cardoso-Demartini *et al.*, 2011; Vizzari *et al.*, 2023).

A alimentação exerce papel central nesse contexto. O aleitamento materno exclusivo nos primeiros seis meses de vida é amplamente reconhecido como a forma mais adequada de nutrição infantil, com benefícios na imunidade, no desenvolvimento neurológico e na prevenção de doenças futuras (Brasil, 2019). Apesar disso, lactentes pré-termo, inclusive os tardios, apresentam menor probabilidade de manter essa prática, muitas vezes em decorrência de dificuldades oromotoras ou de barreiras

enfrentadas pelas mães, como estresse e insegurança (Gianni *et al.*, 2016; Guimarães *et al.*, 2024).

A transição para a alimentação complementar também merece atenção. De acordo com as recomendações nacionais e internacionais, deve ser iniciada aos seis meses de idade corrigida, com diversidade adequada de alimentos. Entretanto, pesquisas apontam que crianças nascidas prematuras tendem a receber introdução alimentar precoce e a apresentar consumo reduzido de frutas e verduras, além de maior ingestão de produtos ultraprocessados (Godinho *et al.*, 2022; Louzada *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços científicos, no Brasil ainda há poucos estudos que avaliem comparativamente os padrões alimentares e o estado nutricional de pré-termo tardios em relação aos lactentes a termo, principalmente naqueles que não necessitaram de internação em unidades de terapia intensiva. Investigar essas diferenças é essencial para direcionar estratégias de acompanhamento multiprofissional e políticas públicas de saúde infantil (WHO, 2023; SBP, 2024).

Objetivos

Objetivo geral

Comparar os padrões de consumo alimentar e o estado nutricional de

lactentes nascidos pré-termo tardios em relação a lactentes nascidos a termo.

Objetivos específicos

- Avaliar o estado nutricional dos lactentes, por meio de medidas antropométricas, em ambos os grupos.
- Identificar e comparar os padrões de consumo alimentar entre pré-termo tardios e nascidos a termo.
- Verificar a adequação da introdução alimentar, considerando diversidade, frequência e qualidade da dieta.
- Investigar diferenças na prevalência de aleitamento materno continuado entre os grupos.

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo observacional, analítico e transversal, com abordagem quantitativa.

O estudo foi realizado no Hospital Universitário de Santa Maria, sendo os lactentes alocados em dois grupos conforme a idade gestacional ao nascer. A população em estudo foram lactentes nascidos prematuros tardios e lactentes nascidos a termo, na faixa etária de oito a 12 meses de IC, de ambos os sexos, e que não necessitaram de internação em UTIN

Foram incluídos no grupo de prematuros tardios lactentes nascidos prematuros tardios entre 34 e 36 semanas

e seis dias, independentemente do peso ao nascer, na faixa etária de oito a 12 meses de IC, que nasceram no HUSM, que não ficaram internados em UTIN e que utilizaram exclusivamente a via oral para alimentação desde o nascimento.

Foram excluídos desta amostra os lactentes que apresentaram alguns dos seguintes critérios de exclusão: histórico de asfixia perinatal, definida por escore de Apgar de 5º minuto < 5 minuto; prontuários incompletos; diagnóstico de malformações de cabeça e pescoço, malformações cardíacas com repercussão hemodinâmica e/ou síndromes genéticas; diagnóstico de hemorragia intracraniana grau III e IV; diagnóstico de encefalopatia bilirrubínica; diagnóstico de displasia broncopulmonar; mães com contraindicação para amamentação (infectadas pelo vírus HIV, HTLV1 e HTLV2, e que utilizaram medicamentos incompatíveis com a amamentação) e histórico de internação neonatal.

Para compensar um possível viés de seleção causado pela obtenção dos sujeitos em hospital, o grupo de nascidos a termo foi selecionado no mesmo local. Compuseram o grupo de nascidos a termo lactentes a termo (>37 semanas), que estiveram em acompanhamento no ambulatório de pediatria geral do hospital e que os responsáveis concordaram em participar da pesquisa. Os critérios de exclusão aplicados ao grupo de nascidos a

termo foram idênticos aos do grupo de prematuros tardios. As informações pré, peri e pós natal de todos os participantes foram coletadas por meio de revisão de prontuário.

O período da coleta de dados foi de agosto de 2024 a abril de 2025, conduzida integralmente por uma equipe composta por uma nutricionista e um psicólogo, ambos previamente treinados para a aplicação padronizada dos instrumentos de pesquisa.

Os dados foram obtidos a partir da revisão de prontuários hospitalares e de entrevistas presenciais com os responsáveis legais. Foram coletadas dados referentes ao nascimento dos lactentes (peso, idade gestacional e tipo de parto).

O estado nutricional foi avaliado por meio de antropometria (peso e comprimento/estatura), utilizando balança pediátrica e estadiômetro devidamente calibrados. As medidas foram classificadas conforme os índices peso-para-idade, estatura-para-idade e índice de massa corporal-para-idade, de acordo com os padrões da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2006).

O padrão alimentar foi investigado pelo formulário de Marcadores de Consumo Alimentar, proposto pelo Ministério da Saúde, que permite avaliar a introdução alimentar, a diversidade mínima da dieta, a frequência de refeições e o

consumo de alimentos considerados saudáveis e não saudáveis (BRASIL, 2015).

O estudo atendeu integralmente aos princípios éticos da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil. O projeto foi previamente avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria sob número 5.861.862. Antes da inclusão no estudo, os pais ou responsáveis foram informados sobre os objetivos, procedimentos, riscos e benefícios da pesquisa, e manifestaram anuência por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foi garantida a confidencialidade dos dados, assegurando que todas as informações coletadas seriam utilizadas exclusivamente para fins científicos, sem identificação individual dos participantes. Além disso, os responsáveis foram informados da possibilidade de desistência a qualquer momento, sem qualquer prejuízo para a assistência à saúde dos lactentes.

Os dados foram tabulados em planilha Excel e importados para o STATISTICA 9.1 para análise descritiva e inferencial. Variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e relativas, e variáveis contínuas por medidas de tendência central e dispersão. A normalidade foi avaliada pelo teste de

Shapiro-Wilk. Comparações entre grupos utilizaram teste t de Student ou Mann-Whitney, conforme a distribuição. Associação entre variáveis categóricas foi analisada pelo qui-quadrado de Pearson ou teste exato de Fisher. O nível de significância adotado foi 5% ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

A amostra foi composta por 92 lactentes, sendo 46 pré-termo tardios e 46 nascidos a termo, avaliados entre oito e 12 meses de idade corrigida.

A caracterização da amostra mostrou-se distribuição equilibrada entre os sexos (47,8% feminino; 52,2% masculino) e predomínio de nascimentos por cesariana (63,0%). Esse padrão reflete a realidade brasileira, onde a prevalência de cesarianas permanece elevada, especialmente em serviços hospitalares, superando as recomendações da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2023). Estudos indicam que o tipo de parto pode influenciar a composição da microbiota intestinal, com potenciais repercussões no crescimento e no metabolismo infantil (Zhang *et al.*, 2021; Lai *et al.*, 2024).

A idade gestacional média dos participantes foi de 37 semanas, o que confirma a inclusão de prematuros tardios (34–36 semanas) e de lactentes a termo. Observou-se que, ao nascimento, os lactentes a termo apresentaram peso

significativamente maior em relação aos pré-termo tardios ($p = 0,015$), confirmando a maior vulnerabilidade dos prematuros nesse período inicial. Esse resultado corrobora achados prévios que descrevem risco aumentado de restrição de crescimento e complicações neonatais entre prematuros moderados e tardios (Sharma *et al.*, 2021; SBP, 2024).

Entretanto, no momento da coleta, ambos os grupos apresentaram prevalência de eutrofia segundo o índice de massa corporal para a idade (Tabela 1), sem diferenças estatisticamente significativas, o que está em consonância com estudos que descrevem recuperação ponderoestatural ao longo do primeiro ano de vida, sobretudo na ausência de internação em unidade de terapia intensiva neonatal (Vizzari *et al.*, 2023; Gómez-Martin *et al.*, 2021).

Tabela 1. Características antropométricas e estado nutricional de lactentes no nascimento e no momento da coleta, conforme os grupos de lactentes pré-termo tardios e a termo (N=92).

Grupos			
Variáveis	Prematuro tardio (N=46)	A termo (N=46)	p
	n (%)	n (%)	
Peso para idade ao nascer			
Muito baixo	4 (8,70)	0 (0,00)	0,015
Baixo	4 (8,70)	0 (0,00)	
Adequado	38 (82,60)	44 (95,65)	
Elevado	0 (0,00)	2 (4,35)	
Estatura para idade ao nascer			
	6 (13,04)	1 (2,17)	0,143
	3 (6,52)	3 (6,52)	

Muito Baixa	37 (80,44)	42 (91,30)	
Baixa			
Adequada			
Peso para idade atual			
Muito baixo	0 (0,00)	1 (2,17)	0,303
Baixo	2 (4,35)	0 (0,00)	
Adequado	43 (93,48)	41 (89,13)	
Elevado	1 (2,17)	4 (8,70)	
Estatura para idade atual			
Muito Baixa	0 (0,00)	1 (2,17)	0,859
Baixa	8 (17,39)	2 (4,35)	
Adequada	38 (82,61)	43 (93,48)	
IMC para idade atual			
Magreza	1 (2,17)	0 (0,0)	0,160
Magreza acentuada			
Magreza	1 (2,17)	1 (2,17)	
Eutrofia	35 (76,10)	25 (54,36)	
Risco de sobrepeso	3 (6,52)	11 (23,91)	
Sobrepeso	5 (10,87)	8 (17,39)	0,143
Obesidade	1 (2,17)	1 (2,17)	
Peso para idade ao nascer			
Muito baixo	4 (8,70)	0 (0,00)	0,015
Baixo	4 (8,70)	0 (0,00)	
Adequado	38 (82,60)	44 (95,65)	
Elevado	0 (0,00)	2 (4,35)	
Estatura para idade ao nascer			
	6 (13,04)	1 (2,17)	0,143
	3 (6,52)	3 (6,52)	
Muito baixa	37 (80,44)	42 (91,30)	
Baixa			
Adequada			
Peso para idade atual			
Muito baixo	0 (0,00)	1 (2,17)	0,303
Baixo	2 (4,35)	0 (0,00)	

Legenda: N: número de participantes; n: frequência relativa; %: frequência absoluta; DP: Desvio Padrão; p: p-valor (probabilidade de significância); IMC: índice de massa corporal. Teste qui-quadrado de Pearson.

Quanto às práticas alimentares (Tabela 2), verificou-se que a maioria dos lactentes não se encontrava em

aleitamento materno continuado, sendo mais frequente o uso de fórmulas infantis entre os prematuros tardios aos seis meses (26,09% vs 13,05%). Este achado, apenas de não ser estatisticamente significativo, é consistente com a literatura, que aponta menores taxas de amamentação exclusiva e maior introdução de fórmulas nessa população (Hackmann *et al.*, 2016; Guimarães *et al.*, 2024).

A introdução da alimentação complementar ocorreu no tempo recomendado na maioria dos casos, sem diferença estatística. Contudo, a diversidade mínima não foi atingida em ambos dos grupos, revelando limitações na variedade alimentar. Estudos como o de Hofstätter, Pridham e Aris (2021) apontam resultado divergente, onde foi detectado maior risco de práticas inadequadas e início precoce da alimentação complementar em prematuros.

Embora a frequência mínima de refeições tenha sido adequada, identificou-se baixo consumo de alimentos ricos em ferro, nutriente fundamental na prevenção de anemia e no desenvolvimento cognitivo e motor (OMS, 2023; SBP, 2024). Em contrapartida, a ingestão de alimentos ricos em vitamina A foi considerada satisfatória, em concordância com achados de inquéritos nacionais (Brasil, 2019).

Um achado que merece destaque é o elevado consumo de alimentos ultraprocessados em ambos os grupos,

sem diferenças estatisticamente significativas. Esse padrão alimentar reflete a transição nutricional vivenciada no Brasil e em outros países da América Latina e está associado a piores desfechos nutricionais, risco aumentado de excesso de peso e maior incidência de doenças crônicas desde a infância (Walton *et al.*, 2022).

Tabela 2. Práticas alimentares dos lactentes, avaliada pelos marcadores de consumo alimentar, conforme os grupos de lactentes pré-termo tardios e a termo (N=92).

Variáveis	Grupos		p
	Prematuro tardio (N=46)	A termo (N=46)	
	n (%)	n (%)	
AM continuado			
Sim	21 (45,65)	17 (36,96)	0,397*
Não	25 (54,35)	29 (63,04)	
Introdução de alimentos			
Sim	24 (52,17)	28 (60,87)	0,400*
Não	22 (47,83)	18 (39,13)	
Diversidade alimentar mínima			
Sim	20 (43,48)	18 (39,13)	0,672*
Não	26 (56,52)	28 (60,87)	
Frequência alimentar mínima			
Sim	41 (89,13)	44 (95,65)	0,217**
Não	5 (10,87)	2 (4,35)	
Consumo de alimentos ricos em ferro			
Sim	17 (36,96)	16 (34,78)	0,828*
Não	29 (63,04)	30 (65,22)	
Consumo de alimentos ricos em vitamina A			
Sim	40 (86,96)	42 (91,30)	0,369**
Não	6 (13,04)	4 (8,70)	

Consumo de alimentos ultraprocesados			
Sim	20 (43,48)	27 (58,70)	0,144*
Não	26 (56,52)	19 (41,30)	
Hambúrguer/ embutido			
Sim	8 (17,39)	8 (17,39)	1,000*
Não	38 (82,61)	38 (82,61)	
Bebidas adoçadas			
Sim	11 (23,91)	19 (41,30)	0,075*
Não	35 (76,09)	27 (58,70)	
Macarrão instantâneo, salgadinhos de pacote e biscoitos salgados			
Sim	9 (19,57)	17 (36,96)	0,064*
Não	37 (80,43)	29 (63,04)	
Biscoito recheado, doces e guloseimas			
Sim	12 (26,09)	18 (39,13)	0,182*
Não	34 (73,91)	28 (60,87)	

Legenda: N: número de participantes; n: frequência relativa; %: frequência absoluta; p: p-valor (probabilidade de significância); AM: aleitamento materno; *Teste qui quadrado de Pearson; **Teste Exato de Fisher.

De forma geral, os resultados mostram que os lactentes pré-termo tardios, apesar de apresentarem maior vulnerabilidade no período neonatal, alcançam padrões de crescimento e consumo alimentar semelhantes aos de seus pares nascidos a termo no primeiro ano de vida. No entanto, a baixa diversidade alimentar, a inadequação da ingestão de ferro e o elevado consumo de ultraprocessados evidenciam riscos comuns a todos os lactentes, independentemente da idade gestacional

ao nascer.

Esses achados reforçam a importância do acompanhamento multiprofissional e de estratégias de intervenção precoce para a promoção de práticas alimentares saudáveis, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento adequados e para a prevenção de deficiências nutricionais e doenças crônicas ao longo do ciclo de vida.

Conclusões

Os resultados evidenciaram que, embora os lactentes nascidos pré-termo tardios apresentem particularidades quanto ao início da vida, não foram observadas diferenças significativas em relação ao estado nutricional e aos padrões de consumo alimentar quando comparados aos nascidos a termo. Ambos os grupos apresentaram, majoritariamente, eutrofia segundo o índice de massa corporal para idade, porém com baixo consumo de alimentos fonte de ferro e elevada ingestão de ultraprocessados, além de limitada diversidade alimentar.

Esses achados reforçam que, independentemente da idade gestacional ao nascer, é necessário direcionar ações de orientação e acompanhamento nutricional voltadas à promoção de práticas alimentares saudáveis desde o início da introdução alimentar, com vistas à prevenção de deficiências nutricionais e ao favorecimento de um crescimento e

desenvolvimento adequados.

Referências bibliográficas

BEYAR, A.; et al. Comparison of short-term outcome of late preterm and term infants. *East Journal of Medicine*, v. 27, n. 2, p. 242–249, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Guia alimentar para crianças brasileiras menores de 2 anos*. Brasília: Ministério da Saúde, 2019. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_crianca_brasileira_versao_resumida.pdf. Acesso em: 01 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Orientação para avaliação de marcadores de consumo alimentar na atenção básica*. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/orientacoes_avaliacao_marcadores_consumo_alimentar_atencao_basica.pdf.

Acesso em: 01 set. 2025.

CARDOSO-DEMARTINI, A. de A.; et al. Crescimento de crianças nascidas prematuras. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, v. 55, n. 8, p. 534–540, 2011.

GIANNÌ, M. L.; et al. Composição corporal em prematuros tardios segundo percentil

ao nascimento. *Pesquisa Pediátrica*, v. 79, n. 5, p. 710–715, 2016.

GODINHO, A. P. K.; et al. Dietary patterns and associated factors of children under two years of age born prematurely. *Revista Paulista Pediátrica*, v. 40, 2022.

GUIMARÃES, H. N. C. L.; et al. Comparação da introdução das consistências na introdução da alimentação complementar entre recém-nascidos prematuros e a termo – Coorte de 0 a 12 meses. *CoDAS*, v. 36, n. 1, 2024.

HACKMAN, N.; et al. Reduced breastfeeding rates in firstborn late preterm and early term infants. *Breastfeeding Medicine*, v. 11, n. 3, p. 119–125, 2016.

HOFSTATTER, E.; et al. Introduction and feeding practices of solid food in preterm infants born in Salzburg! *BMC Pediatrics*, v. 21, n. 1, 2021.

LAI, C.; HUANG, L.; WANG, Y.; et al. Efeito de diferentes modos de administração na microbiota intestinal e na função imunológica de neonatos. *Scientific Reports*, v. 14, p. 17452, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68599-x>

LORENZO, M.; et al. Morbidade em prematuros tardios: um estudo de coorte retrospectivo avaliando o papel da

imaturidade versus fatores antecedentes. *Neonatologia*, v. 118, n. 3, p. 317–324, 2021.

LOUZADA, M. L. C.; et al. Food and Nutrition Surveillance System markers predict diet quality. *Revista de Saúde Pública*, v. 57, 2023.

MUPPA, L.; et al. Understanding the complex etiology and complications of preterm birth – A narrative review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, v. 83, n. 1, p. 12–20, 2023.

NAZEER, S.; PANCHANATHAN, S.; SOUNDARARAJAN, K. Estudo prospectivo comparando as morbidades de prematuros tardios e nascidos a termo no período neonatal em um hospital terciário. *Revista Internacional de Pediatria Contemporânea*, v. 8, n. 5, p. 803–807, 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PEDIATRIA. *Manual de alimentação: orientações para alimentação do lactente ao adolescente, na escola, na gestante, na prevenção de doenças e segurança alimentar*. 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: SBP, 2024. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/Manual_Alimentacao_SBP_2024.pdf. Acesso em: 01 set. 2025.

SHARMA, D.; et al. Late preterm: a new high risk group in neonatology. *Journal of Maternal Fetal Neonatal Medicine*, v. 34, n. 16, p. 2717–2730, 2021.

VANIN, L. K. Fatores de risco materno-fetais associados à prematuridade tardia. *Revista Paulista de Pediatria*, v. 38, 2020.

VIZZARI, G.; et al. Feeding difficulties in late preterm infants and their impact on maternal mental health and the mother-infant relationship: A literature review. *Nutrients*, v. 15, n. 9, p. 2180, 2023.

WALTON, K.; et al. Eating behaviors, caregiver feeding interactions, and dietary patterns of children born preterm: A systematic review and meta-analysis. *Advances in Nutrition*, v. 13, n. 3, p. 875–912, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development*. Geneva: WHO, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Preterm birth: fact sheet*. Geneva: WHO, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guideline for complementary feeding of*

infants and young children 6–23 months of age. Geneva: WHO, 2023.

ZHANG, Y.; LIU, H.; WANG, J.; et al. The effects of delivery mode on the gut microbiota and metabolism in infants.

Frontiers in Microbiology, v. 12, p. 724449, 2021. Disponible en:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.724449/full>

37.- Agroalimentos

Valorización de Residuos de Tabaco Burley para la Obtención de Compuestos Bioactivos con Aplicación Industrial

Autor: Medina Amado, Araceli; E. mail: amadomedinaaraceli@gmail.com

Orientador/a: Campero, Eliana; E. mail: vcampero@herrera.unt.edu.ar

Universidad Nacional de Tucumán/ Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología

Resumen

La producción de tabaco Burley en la provincia de Tucumán genera anualmente grandes volúmenes de residuos vegetales subutilizados, principalmente hojas descartadas y tallos. Este trabajo propone la valorización de dichos residuos mediante la recuperación de compuestos bioactivos de alto valor agregado, como el ácido clorogénico y la rutina, con potencial aplicación en las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. A partir de una revisión y análisis crítico de la bibliografía científica, se diseñó un protocolo de extracción utilizando solventes sustentables (etanol al 70 % y mezcla acetona/agua 1:2 v/v), con procesos adaptados a escala laboratorio e industrial. Se evaluaron aspectos técnicos, económicos y ambientales para su implementación, considerando flujos de materia, equipos requeridos, y el potencial de producción anual estimado a partir de datos reales de la campaña 2023-2024. Los resultados obtenidos permiten proyectar la recuperación de 311 kg de ácido clorogénico anuales, y aproximadamente 293 kg de rutina, promoviendo un modelo de economía circular regional. Se concluye que el aprovechamiento de residuos de tabaco no solo es técnicamente viable, sino también económicamente rentable y ambientalmente favorable para fortalecer la sostenibilidad del sector agroindustrial en Tucumán.

Palabras clave: residuos de tabaco, compuestos bioactivos, economía circular

Introducción

El cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) representa una actividad agroindustrial de gran relevancia socioeconómica en diversas regiones del mundo, incluyendo la provincia de Tucumán, Argentina. Dentro de las variedades cultivadas, el tabaco tipo Burley destaca por su importancia productiva y comercial, registrando en la campaña 2023–2024 un volumen de acopio superior a los 6,2 millones de kilogramos (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2024). No obstante, este sistema productivo genera un elevado volumen de residuos sólidos, principalmente hojas descartadas y tallos, que representan entre el 20 % y el 30 % de la biomasa total cosechada. Estos materiales suelen destinarse a disposición final sin aprovechamiento, lo que constituye tanto una pérdida de recursos potenciales como un problema ambiental derivado de su acumulación y degradación (FAO, 2019; Kumar & Goel, 2019).

En los últimos años, el paradigma de la economía circular y la bioeconomía ha cobrado relevancia como estrategia para optimizar el uso de recursos, reducir la generación de residuos y transformar subproductos en materias primas de alto valor agregado (Mirabella et al., 2014; Nunes et al., 2021). Bajo este enfoque, los residuos agroindustriales se conciben como una fuente renovable de compuestos bioactivos con aplicaciones industriales

diversas. En particular, el tabaco Burley presenta un perfil químico interesante por su contenido en metabolitos secundarios de interés, tales como compuestos fenólicos, flavonoides y ácidos hidroxicinámicos, entre los que se destacan el ácido clorogénico y la rutina (Banožić et al., 2020; Leal et al., 2023).

El ácido clorogénico es un polifenol con reconocidas propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, hepatoprotectoras y moduladoras de la glucemia, lo que lo convierte en un insumo de creciente demanda en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética (Snyder et al., 2011; Kaur & Arora, 2019). Por su parte, la rutina es un flavonoide con actividad vasoprotectora, antiinflamatoria y antioxidante, ampliamente utilizado en formulaciones nutraceuticas y farmacológicas (Fathiazad et al., 2006; Kumar & Goel, 2019). La recuperación de estos compuestos a partir de residuos tabacaleros no solo contribuye a generar valor económico, sino que también se alinea con objetivos de sostenibilidad ambiental y desarrollo local.

La extracción de compuestos bioactivos a partir de matrices vegetales ha sido objeto de numerosos estudios, en los cuales se ha puesto de relieve la importancia de seleccionar metodologías sostenibles, priorizando solventes de bajo impacto ambiental, como soluciones hidroalcohólicas de etanol, y procesos

adaptables a escalas industriales (Spigno & Faveri, 2007; Leal et al., 2023). En el caso del ácido clorogénico y la rutina, la literatura científica reporta rendimientos relevantes utilizando solventes como etanol-agua o mezclas acetona-agua, con variaciones en pureza, eficiencia y consumo energético (Banožić et al., 2020; Snyder et al., 2011).

Más allá de la optimización técnica, la valorización de residuos de tabaco plantea beneficios ambientales y sociales significativos. Desde la perspectiva ambiental, permite reducir la carga de residuos orgánicos y minimizar emisiones derivadas de su descomposición o quema. Desde la óptica social y económica, promueve la diversificación productiva, fomenta el empleo local y fortalece cadenas de valor regionales, contribuyendo a la resiliencia del sector agroindustrial (FAO, 2019; Nunes et al., 2021).

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo diseñar y evaluar un protocolo integral para la recuperación de ácido clorogénico y rutina a partir de residuos de tabaco Burley generados en Tucumán, incorporando criterios técnicos, económicos y ambientales. La propuesta se fundamenta en la adaptación de métodos de extracción validados, priorizando la sostenibilidad, la viabilidad de escalado industrial y la inserción en un modelo de economía circular que pueda

ser replicado en otras regiones tabacaleras del país.

Objetivo general

Diseñar una estrategia integral para la valorización de residuos de tabaco Burley en Tucumán, mediante la extracción de compuestos bioactivos con aplicación industrial, contemplando su escalado, viabilidad económica y evaluación ambiental bajo un enfoque de economía circular.

Materiales y métodos

Fuentes de información y enfoque metodológico

El trabajo se desarrolló con base en una revisión sistemática de bibliografía científica reciente, que permitió identificar, comparar y adaptar protocolos de extracción de compuestos fenólicos aplicables a residuos vegetales de tabaco. Se tomaron como referencia metodologías validadas para compuestos como ácido clorogénico y rutina, priorizando el uso de solventes de bajo impacto ambiental y técnicas accesibles para su implementación en entornos productivos regionales.

Caracterización de la materia prima

La materia prima considerada fueron los residuos generados durante la cosecha de tabaco Burley, principalmente hojas

descartadas y tallos. A partir de datos oficiales de producción en Tucumán (campaña 2023–2024), se estimaron los volúmenes anuales de residuo disponibles y su potencial de recuperación de compuestos bioactivos.

Procedimientos de extracción

Se propusieron dos sistemas de extracción:

- Etanol al 70% v/v, utilizado por su inocuidad, origen renovable y aceptación en las industrias alimentaria y cosmética.
- Acetona/agua (1:2 v/v), reconocida por su eficacia en la extracción de ácido clorogénico.

Los procedimientos comprenden maceración estática o con agitación, filtración, concentración por evaporación y análisis espectroscópicos y cromatográficos (UV-Vis y HPLC) para la identificación y cuantificación de compuestos.

Evaluación, económica y ambiental

Además del diseño de laboratorio, se planteó un esquema de escalado industrial, detallando equipos requeridos, balances de materia e insumos, y estimación de rendimiento. Se aplicaron herramientas de análisis financiero (VAN y TIR) para evaluar la viabilidad económica.

Metodología para el análisis ambiental

Con el objetivo de evaluar los posibles impactos del proceso de valorización, se aplicaron herramientas metodológicas cualitativas y semicuantitativas de análisis ambiental, entre ellas:

- Listas de chequeo: para identificar impactos potenciales en cada etapa del proceso.
- Matriz de valoración de impactos ambientales: donde se evaluaron los efectos según criterios como magnitud, duración, reversibilidad y probabilidad de ocurrencia.

El análisis consideró integralmente cada fase del proceso, desde la recolección de residuos hasta la extracción y purificación de los compuestos fenólicos, incluyendo las entradas de insumos y las salidas de subproductos y emisiones.

Se utilizó un diagrama de flujo del proceso (ver Figura 1) para identificar y asociar los impactos ambientales a cada operación unitaria, considerando consumos de energía, uso de solventes, generación de emisiones gaseosas y residuos líquidos, entre otros aspectos relevantes.

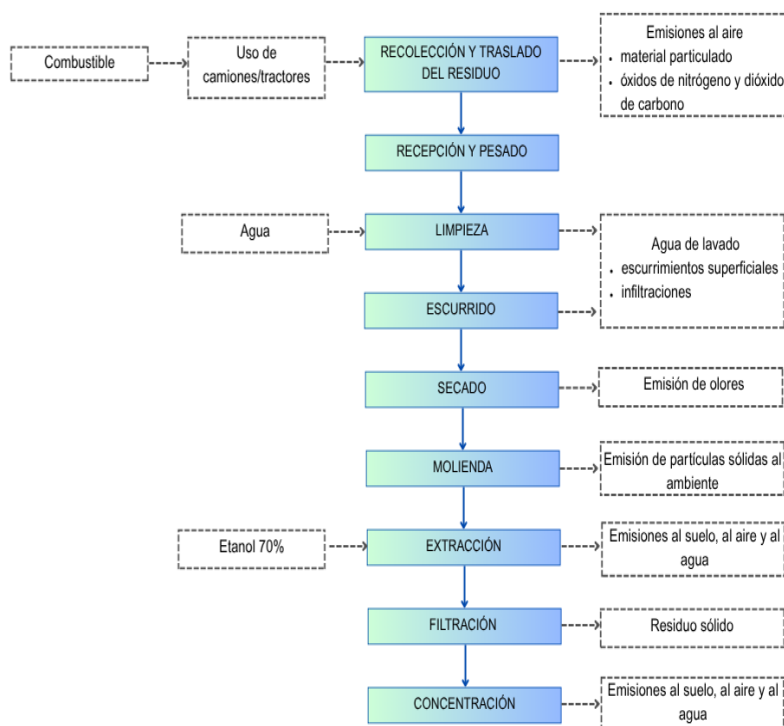


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso propuesto con entradas, salidas e impactos ambientales asociados.

Resultados y discusión

Confirmación cualitativa de compuestos bioactivos mediante espectrofotometría UV-Visible

La revisión bibliográfica y los datos espectrofotométricos asociados indican claramente la presencia de compuestos polifenólicos relevantes, en particular ácido clorogénico y rutina, en los residuos de tabaco Burley provenientes de Tucumán. Los picos de absorción observados a 325 nm y 360 nm confirman la posibilidad de extraer estos compuestos con potencial uso industrial, agregando valor a un

residuo agroindustrial actualmente subutilizado (Banožić et al., 2020; Leal et al., 2023).

Evaluación comparativa de métodos de extracción y pureza del extracto a través de HPLC

Aunque no fue posible realizar análisis cromatográficos propios, la consulta bibliográfica permitió comparar métodos extractivos consolidados. Los solventes mixtos de acetona y agua muestran mayor selectividad y pureza para la extracción de ácido clorogénico, alcanzando concentraciones aproximadas de 1,64

mg/mL, superiores a las obtenidas con etanol al 70 % (0,54 mg/mL) (Leal et al., 2023; Snyder et al., 2011). Este hallazgo es clave para orientar la selección de solventes en procesos de extracción sostenible, balanceando eficiencia, pureza y requerimientos energéticos, dado que la extracción con solventes mixtos se realiza a temperatura ambiente y por tiempos prolongados, reduciendo consumo energético (Kaur & Arora, 2019).

En el siguiente cuadro comparativo se muestran las condiciones y rendimiento correspondientes a los métodos de extracción propuestos para el ácido clorogénico.

Cuadro 1. Comparación de condiciones y rendimiento de extracción para ácido clorogénico

Parámetro	Etanol 70 %	Mezcla Acetona/Agua (1:2 v/v)	Referencia
Temperatura de extracción	78 °C	25 °C	(Leal et al., 2023)
Tiempo de extracción	2 horas	48 horas	(Banožić et al., 2020)
Concentración de ácido clorogénico (mg/mL)	0.54	1.64	(Snyder et al., 2011)
% Pureza relativa (área pico HPLC)	26.6 %	39.7 %	(Referencias bibliográficas)
Impacto energético	Mayor consumo (calentamiento)	Menor consumo (temperatura ambiente)	Análisis propio

Propuesta metodológica para la extracción y análisis de rutina

Se presenta una propuesta adaptada que prioriza la sustentabilidad y accesibilidad, sustituyendo solventes tóxicos como el metanol por etanol al 70 %, solvente de

bajo impacto ambiental y alta disponibilidad (Fathiazad et al., 2006; Kaur & Arora, 2019). La maceración a temperatura ambiente durante 12 a 24 horas, con posibilidad de extracciones repetidas, permite maximizar la recuperación de flavonoides.

El protocolo contempla la concentración del extracto mediante evaporación a presión reducida o secado a baja temperatura para preservar la estabilidad de los compuestos. Se sugiere el uso combinado de espectroscopía UV-Vis ($\lambda_{\text{máx}} \approx 359 \text{ nm}$) y HPLC para garantizar la identificación y cuantificación precisa en entornos con recursos limitados (Snyder et al., 2011).

En el Cuadro 2 se presentan las propiedades principales del ácido clorogénico y la rutina, así como sus aplicaciones y beneficios para el proyecto.

Cuadro 2. Propiedades y aplicaciones de compuestos bioactivos extraídos

Compuesto	Propiedades principales	Aplicaciones industriales	Beneficios para el proyecto
Ácido clorogénico	Antioxidante, antiinflamatorio	Farmacéutica, alimentaria, cosmética	Alto valor agregado y demanda creciente
Rutina	Antioxidante, mejora vascular	Farmacéutica, nutracéutica	Complementa efecto antioxidante, sinergia

Producción tabacalera en la provincia de Tucumán

La provincia de Tucumán se caracteriza por el cultivo de diversas variedades de tabaco, entre las cuales se destacan las variedades Virginia, Burley y Criollo Argentino. En la

campana correspondiente al período 2023-2024, la variedad Burley registró el mayor volumen de producción, alcanzando un acopio superior a los 6 millones de kilogramos.

A continuación, se presenta un cuadro que detalla los volúmenes correspondientes a cada una de las variedades cultivadas, así como el total acumulado durante dicho ciclo productivo.

Cuadro 3. Producción de tabaco en Tucumán por variedad (campana 2023-2024)

VARIEDAD	VOLUMEN DE ACOPIO EN Kg
Virginia	17.473
Burley	6.240.401
Criollo Argentino	56.451
TOTAL	6.314.325

De acuerdo con estimaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, entre el 20 % y el 30 % de la planta de tabaco se transforma en residuo durante las etapas de cosecha y procesamiento. Considerando el volumen total de acopio registrado durante la campana 2023-2024, esto representa aproximadamente 1.578.581,25 kilogramos de residuos tabacaleros generados exclusivamente en dicho período. Se estima, además, que entre el 70 % y el 85 % de estos desechos se originan en la fase de cosecha. En este contexto, el presente trabajo propone la revalorización de estos residuos a partir de

un enfoque basado en los principios de la economía circular, con el objetivo de promover su aprovechamiento industrial, generar valor agregado, fortalecer la economía regional y reducir el impacto ambiental asociado a la producción tabacalera.

A continuación, se presenta el Cuadro 4 en el cual se muestran los datos correspondientes a la producción y residuos totales generados en Tucumán durante el período 2023-2024.

Cuadro 4. Producción y residuos totales generados en Tucumán (Campana 2023-2024)

PRODUCCIÓN TOTAL DE TABACO	
6.314.325 Kg	
RESIDUOS TOTALES GENERADOS	
1.578.581,25 Kg	
COSECHA	PROCESAMIENTO
1.223.400,47 Kg	355.180,78 Kg

Potencial productivo y sostenibilidad regional

A partir de la estimación de residuos tabacaleros generados anualmente en la provincia de Tucumán, y considerando los rendimientos obtenidos en estudios previos, es posible proyectar una recuperación significativa de compuestos bioactivos. Esta perspectiva respalda la viabilidad técnica y económica de implementar un proceso piloto de valorización, orientado a fortalecer los principios de la economía circular en la región. La iniciativa no solo contribuiría a la

reducción de residuos agroindustriales, sino que también promovería la generación de empleo local y el desarrollo sostenible (Nunes et al., 2021; Kumar & Goel, 2019). A continuación, se presenta el diagrama de flujo (flowsheet) diseñado para ilustrar el proceso propuesto valorización de residuos de tabaco de la variedad Burley, en el cual se describen las etapas de pretratamiento, extracción, concentración y análisis de los compuestos obtenidos.

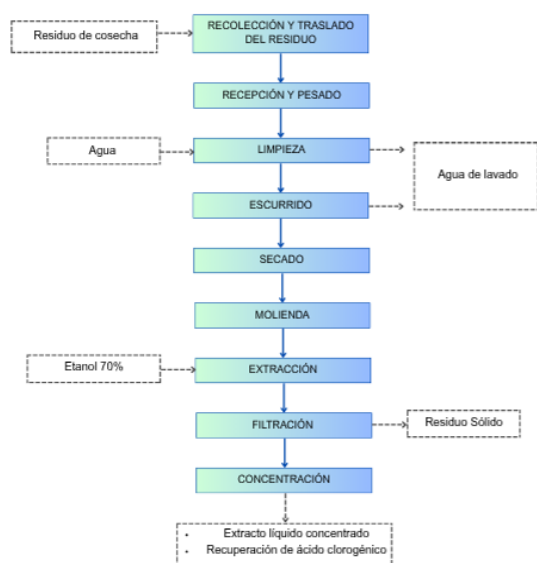


Figura 2. Diagrama de flujo propuesto para la valorización de residuos de tabaco Burley, incluyendo etapas de pretratamiento, extracción, concentración y análisis de compuestos bioactivos.

Propuesta de extracción a escala industrial

Para el presente estudio, se tomó como caso de referencia el volumen de acopio correspondiente a una razón social de la provincia de Tucumán, la cual alcanzó, durante la campaña 2023-2024, un total de

252.254 kilogramos de tabaco de la variedad Burley. A partir de este valor, se estimó una generación aproximada de 48.874 kilogramos de residuos durante la etapa de cosecha, los cuales fueron considerados como materia prima disponible de forma anual para el dimensionamiento y la selección de equipos a escala industrial. La propuesta de extracción a escala industrial se centró en la obtención de ácido clorogénico, debido a la disponibilidad y robustez de datos experimentales reportados en la literatura científica en comparación con otros compuestos bioactivos, como la rutina. En cuanto al solvente de extracción, se optó por una solución hidroalcohólica de etanol al 70 % (v/v), en lugar de la mezcla acetona-agua, atendiendo a su menor toxicidad, su origen renovable y su mayor aceptación en procesos orientados a las industrias alimentaria, farmacéutica y cosmética. Esta elección responde tanto a criterios de inocuidad y compatibilidad con normativas sectoriales como a la posibilidad de integrar el solvente en un sistema de recuperación y reutilización, lo cual contribuye a mejorar la sostenibilidad del proceso.

En el Cuadro 5 se detallan los equipos seleccionados para cada una de las operaciones unitarias involucradas, junto con sus respectivas descripciones técnicas.

Cuadro 5. Equipos propuestos para la extracción y concentración de ácido clorogénico

Operación	Equipo	Descripción
Recolección y traslado del residuo	Camiones o tractores	
Recepción y pesado	Balanza industrial electrónica de plataforma	Báscula industrial Baxtran TMZ, capacidad 600 kg, precisión 100 g, dimensiones 800x600 mm.
Limpieza	Lavadora industrial	Lavadora de verduras tipo burbuja de acero inoxidable SUS304. Potencia 0.75 kW/2.2 kW, capacidad 100-500 Kg/h. Peso 380 Kg, dimensiones 2500*1550*1500mm.
Escurreido	Transportador de cadena	De malla de alambre de acero inoxidable. Energía (HP): 0.75-3 kW, dimensión L*W*H tamaño personalizado, capacidad 500 Kg.
Secado	Secador de bandejas industrial	Modelo BHX-II de acero inoxidable, capacidad 480 Kg/lote, potencia de calefacción 48 kW, dimensión (mm) 2430*2350*2300, peso 1400 Kg.
Molienda	Molino eléctrico	Acero inoxidable, capacidad de 250 kg/h, potencia 5.5 kW, rendimiento 75-250 Kg/h, dimensiones 900*600*1000 mm. Peso de la máquina 180 Kg.
Extracción	Tanque de extracción con agitación mecánica	Tanque de mezcla de 4000 Litros de acero inoxidable 304 con calentamiento y control de temperatura. Potencia de calefacción 36 kW. Dimensiones (mm) 1800*1800*1695. Posee cuatro baffles verticales, una chaqueta de calefacción, agitador tipo turbina Rushton de seis aspas rectas, potencia del agitador 2.33 W.
Filtración	Prensa de filtro de placas y marcos	Acero inoxidable de grado alimenticio personalizado, operación batch. Volumen de cámara de 3400 litros. Dimensiones totales (mm) 8250*1800*1680.
Concentración	Evaporador rotativo industrial al vacío	Capacidad 3000 litros, acero inoxidable SUS304, sistema de calefacción indirecta mediante chaqueta y operación bajo vacío de hasta (-0.08) MPa. Temperaturas suaves (cercas a 50°C).

Según datos reportados en la bibliografía, la extracción con etanol al 70 % (v/v), sin etapa de concentración posterior, permite obtener un extracto con una concentración promedio de ácido clorogénico de 0,54 g/L. Considerando una operación diaria del evaporador de 3.000 litros de extracto con dicha concentración, y asumiendo que entre el 10 % y el 20 % del volumen se recupera como extracto concentrado tras la evaporación parcial del solvente, se estima una recuperación anual aproximada de 311,04 kilogramos de ácido clorogénico. En el Cuadro 6 se resumen los datos correspondientes a la producción total de tabaco, los residuos generados durante el proceso y la cantidad estimada de ácido clorogénico recuperado.

Cuadro 6. Producción Total de Tabaco, Residuos Generados y Recuperación de Ácido Clorogénico

PRODUCCIÓN TOTAL DE TABACO	
252.254 Kg	
RESIDUOS TOTALES GENERADOS	
63.063 Kg	
COSECHA	PROCESAMIENTO
48.874 Kg	14.189 Kg
RECUPERACIÓN DE ÁCIDO CLOROGÉNICO	
311 Kg	

A continuación, se presenta el diagrama de flujo (flowsheet) del proceso propuesto, el cual incorpora el balance anual estimado de materia prima, insumos y productos, indicando las cantidades de residuo procesado, solvente empleado, extracto obtenido y ácido clorogénico recuperado.

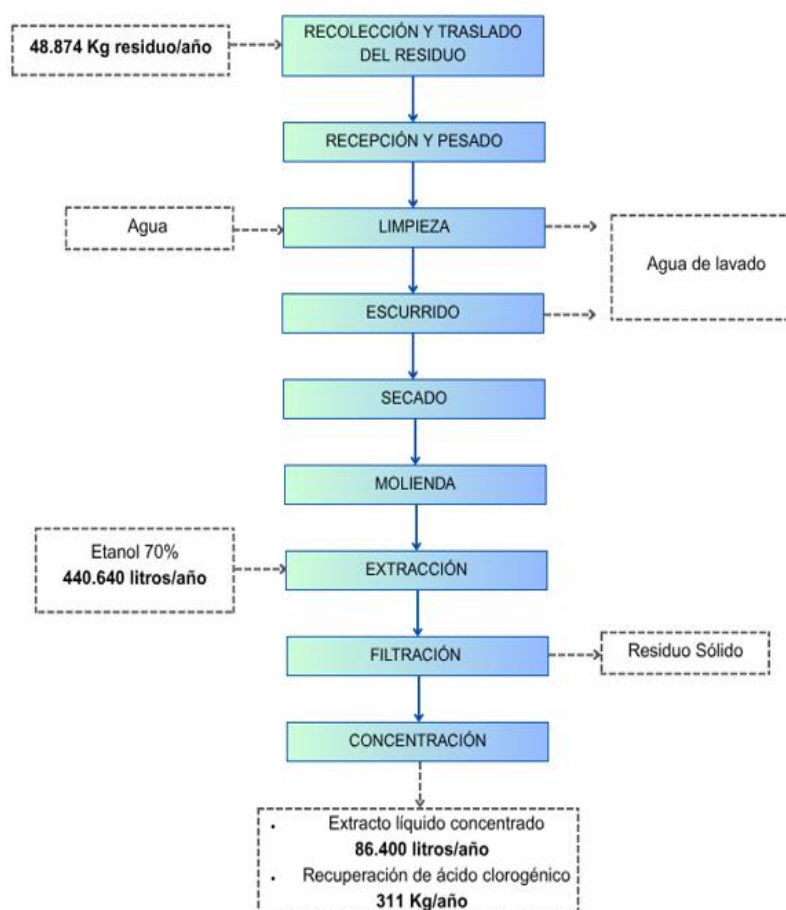


Figura 3. Diagrama de flujo propuesto para la valorización de residuos de tabaco Burley, incluyendo las etapas y la cuantificación anual de materia prima, insumos y productos.

Análisis económico

El análisis económico evidencia que la recuperación estimada de 311 kg anuales de ácido clorogénico a partir de residuos de tabaco Burley en Tucumán resulta financieramente atractiva, con un VAN positivo y una TIR entre el 80 % y el 90 %. Este rendimiento supera ampliamente las tasas de corte habituales (~15 %), lo que destaca la alta rentabilidad del proyecto en condiciones óptimas.

Comparación con Antecedentes en Economía Circular

Casos similares de valorización de residuos agrícolas muestran resultados coherentes con los nuestros. Por ejemplo, un modelo de economía circular aplicado a cultivos de sea buckthorn demostró que integrar subproductos en un ciclo cerrado mejora tanto la sostenibilidad ambiental como la viabilidad económica. Estos antecedentes avalan la lógica de repensar

los agro-residuos como materias primas valiosas y de alto valor agregado.

Análisis de impacto ambiental

Para el análisis de los efectos ambientales asociados al proceso, se aplicaron herramientas metodológicas cualitativas como listas de chequeo y una matriz de valoración de impactos, abarcando todas las etapas del sistema productivo. Como parte de este análisis, se elaboró un diagrama de flujo del proceso de valorización (ver Figura 4), en el cual se representaron las entradas de insumos, salidas de productos y residuos, y los impactos ambientales potenciales asociados a cada etapa.

La visualización sistémica proporcionada por el diagrama permitió identificar y organizar los puntos críticos ambientales del proceso, facilitando el diseño de estrategias de mitigación y mejoras operativas. Entre los principales impactos de riesgo medio detectados se encuentran:

- Uso de solventes (etanol y acetona), con riesgos de emisión de vapores y potencial inflamabilidad.
- Generación de residuos líquidos durante la extracción y concentración.
- Consumo energético en operaciones como agitación y

evaporación.

- Riesgos laborales por manipulación de materiales y equipos.

Sin embargo, todos estos impactos resultan controlables mediante medidas como el uso de sistemas cerrados, recuperación parcial de solventes, gestión adecuada de efluentes líquidos, implementación de equipos de protección personal (EPP) y capacitación técnica del personal involucrado.

A su vez, se destacaron impactos positivos significativos, entre ellos:

- Generación de empleo local en tareas de recolección, procesamiento y operación industrial.
- Reducción de residuos agrícolas mediante su valorización.
- Contribución al desarrollo regional sostenible a través de un modelo productivo circular, integrando residuos como recurso.

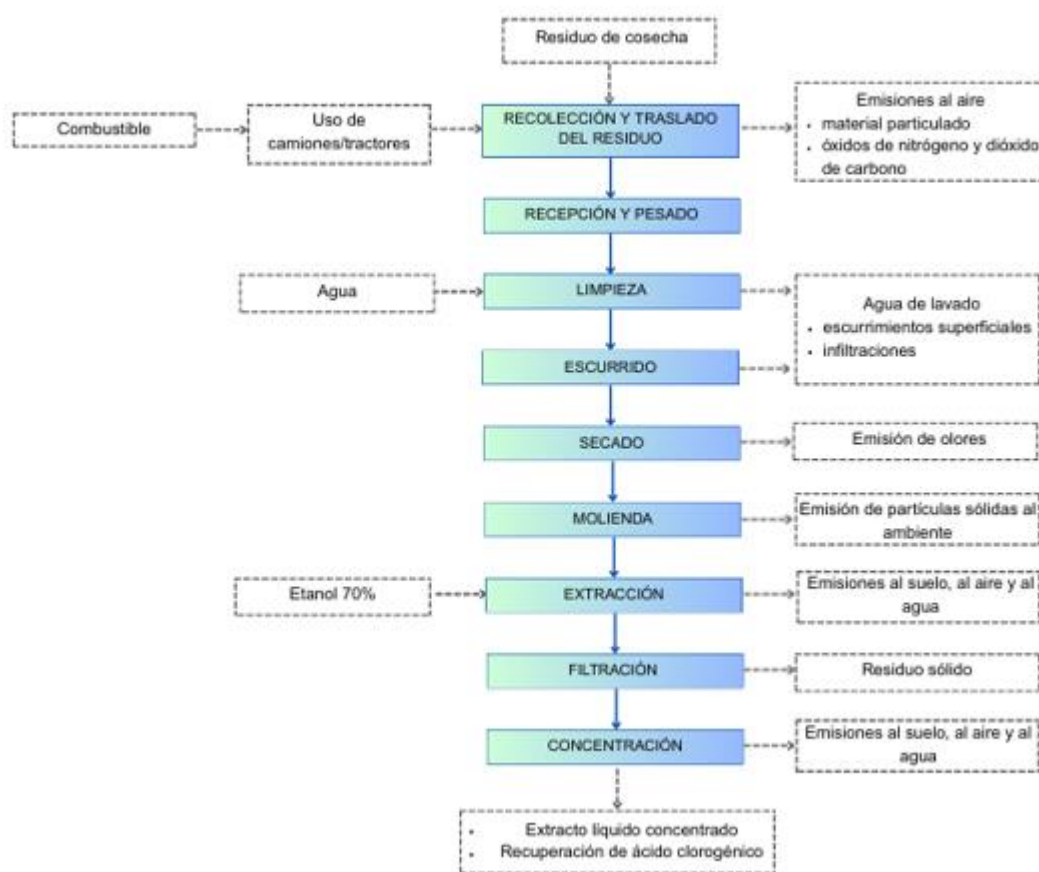


Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de valorización con entradas de insumos, salidas de productos y residuos, y los impactos ambientales potenciales asociados a cada etapa.

Estos resultados coinciden con hallazgos de la literatura científica. Estudios como los de Spigno y Faveri (2007) y Mussatto et al. (2011), centrados en la valorización de residuos agroindustriales, indican que el uso de solventes puede ser viable ambientalmente mediante tecnologías limpias y sistemas de recuperación. Además, la localización estratégica en zonas productoras, como en este caso La Invernada, reduce impactos logísticos asociados al transporte, en línea con recomendaciones de regionalización

promovidas por organismos internacionales como la FAO (2019) para modelos de bioeconomía sostenible.

Desde una perspectiva de economía circular, el uso de residuos como materia prima permite cerrar ciclos productivos y minimizar externalidades ambientales. Este enfoque ha demostrado ser eficaz en sectores como el olivícola y el azucarero, generando valor local y fortaleciendo economías regionales (Mirabella et al., 2014).

En síntesis, el balance general del análisis ambiental, apoyado en el diagrama de flujo y la matriz de impactos, indica que el proyecto puede ser ambientalmente viable y socialmente beneficioso, siempre que se acompañe de medidas técnicas adecuadas. El modelo propuesto muestra además un alto potencial de replicabilidad en otras regiones tabacaleras del país.

Conclusiones

El estudio demuestra que la valorización de residuos de tabaco Burley en Tucumán para la obtención de compuestos bioactivos es técnica, económica y ambientalmente viable. Los resultados obtenidos permiten proyectar la recuperación anual de aproximadamente 311 kg de ácido clorogénico y 293 kg de rutina, lo que evidencia el elevado potencial de aprovechamiento de una biomasa actualmente desechada. La selección de solventes de bajo impacto, como el etanol al 70 %, junto con procesos de extracción y concentración adaptados a escala industrial, garantiza la inocuidad del producto y facilita su aceptación en sectores alimentarios, farmacéuticos y cosméticos.

Desde el punto de vista económico, los indicadores de rentabilidad (VAN positivo y TIR del 80–90 %) confirman la factibilidad financiera del modelo, mientras que el análisis ambiental evidencia que los impactos negativos son controlables

mediante medidas de mitigación adecuadas. Además, el proyecto promueve beneficios sociales relevantes, como la generación de empleo y el fortalecimiento de cadenas de valor locales, alineándose con los principios de la bioeconomía y la economía circular.

En síntesis, la propuesta constituye una solución sostenible para el manejo de residuos tabacaleros y ofrece un modelo replicable en otras regiones productoras del país, contribuyendo a la diversificación de ingresos y a la reducción de la huella ambiental del sector.

Referencias Bibliográficas

- Banožić, M., Abram, V., Komes, D., Karlović, K., & Bišćan, J. (2020). Bioactive compounds from tobacco leaves and their potential use: A review. *Food Chemistry*, 310, 125917. doi:10.1016/j.foodchem.2019.125917
- Leal, L. M., González, R. A., & Torres, M. L. (2023). Optimization of phenolic compound extraction from tobacco residues using eco-friendly solvents. *Journal of Cleaner Production*, 380, 134707. doi:10.1016/j.jclepro.2022.134707
- Fathiazad, F., Khorramizadeh, M. R., & Hamzeloo-Moghadam, M.

(2006). Extraction and identification of rutin from plant materials and its pharmacological applications. *Phytotherapy Research*, 20(6), 533-536. doi:10.1002/ptr.1858

- Snyder, L. R., Kirkland, J. J., & Dolan, J. W. (2011). *Introduction to modern liquid chromatography* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Kumar, N., & Goel, N. (2019). Phenolic acids: Natural versatile molecules with promising therapeutic applications. *Biotechnology Reports*, 24, e00370. doi:10.1016/j.btre.2019.e00370
- Kaur, M., & Arora, S. (2019). Green solvents and sustainable extractions of bioactive compounds: A review. *Separation and Purification Technology*, 228, 115771. doi:10.1016/j.seppur.2019.115771.
- Nunes, I. L., Alves, E., & Rodrigues, F. (2021). Valorization of agricultural residues for bioactive compounds extraction: A sustainable approach toward circular economy. *Journal of Environmental Management*, 289, 112533. doi:10.1016/j.jenvman.2021.112533

37. Agroalimentos

Influencia de *Lactobacillus bulgaricus EM1* sobre el comportamiento agronómico de *Beta vulgaris* Var. *Maravilha*

Autores: Bustto, Juan; juanquito94@gmail.com; Gómez, Alán; gomezalan588@gmail.com; Gómez, Julissa; Fg548596@gmail.com; Ocampo, Romina; raquelocampo571@gmail.com; Ríos, Edison; riosedison1998@gmail.com; Silva, Rodrigo; rodrigsilp3@gmail.com; Storni, Katherine; kathystorni21@gmail.com

Orientadores Técnicos: Báez, Cynthia; cybaez91@gmail.com; Godoy, María; godoydurem@gmail.com; Velázquez, Luis; luisv0207@hotmail.com

Orientadores Metodológicos: Barrios, Graciela; grajubarrios@gmail.com; Riveros, Víctor; vic-riveros@hotmail.com

Universidad Nacional de Pilar/ Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural

Resumen

El propósito de la investigación fue analizar cómo el inoculante microbiano *Lactobacillus bulgaricus EM1* afecta el desarrollo agronómico de la remolacha (*Beta vulgaris* var. *Maravilha*), teniendo en cuenta su impacto en el crecimiento de las hojas, las raíces y en el nivel de grados Brix. El estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural de la Universidad Nacional de Pilar, utilizando un diseño de bloques al azar total con tres grupos: testigo (sin inoculante), cantidad sugerida y cantidad exceso, cada uno con siete repeticiones. Se llevaron a cabo cuatro tratamientos con el inoculante en periodos de ocho días y se anotaron datos relacionados con el crecimiento de las hojas, las raíces y la calidad de estas últimas. Como el experimento todavía está en proceso, no hay resultados definitivos, pero se anticipa que la implementación de *EM1* ayude al crecimiento de la remolacha, optimizando tanto el desarrollo de las plantas como la calidad de la cosecha. En este contexto, la investigación tiene como objetivo crear datos que ayuden a evaluar la capacidad del *EM1* como fertilizante biológico y su contribución a la agricultura sostenible en la zona

Palabras Clave: Remolacha, Inoculante, Microorganismo.

Introducción

Las remolachas de hoja han sido cultivadas desde tiempos anteriores a la dominación romana; no obstante, la remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L.) fue domesticada específicamente a finales del siglo XVIII. La beta azucarera es una especie vegetal cuya raíz posee una elevada cantidad de sacarosa, y se cultiva de manera comercial con el propósito de obtener azúcar (FertiGlobal, s.f.). Según (Núñez.S, 2013), “La biofertilización cada vez adquiere mayor importancia en el mundo, no solo por los rendimientos que suelen alcanzarse sino también por lo económico de su aplicación y su contribución a la preservación del medio”. La utilización de microorganismos eficientes (ME) como biofertilizantes ha emergido en años recientes como una opción sostenible en el ámbito de las técnicas de gestión agrícola. Esta innovación ha facilitado la creación de una variedad de productos, incluyendo fertilizantes orgánicos fermentados, abonos en estado fermentativo, biofermentos y lactofermentos, los cuales ayudan a incrementar la fertilidad del terreno y a maximizar el rendimiento agrícola. Su uso ha sido objeto de un extenso análisis en cultivos agrícolas de notable importancia, tales como en diferentes cultivos hortícolas, demostrando resultados positivos tanto en el

rendimiento como en la calidad de las producciones. No obstante, a pesar del aumento del interés y de los logros obtenidos en diversos cultivos, no se han documentado estudios centrados en la remolacha. En este marco, el estudio actual se propuso analizar el impacto de *Lactobacillus bulgaricus* EM1 en el cultivo mencionado, contribuyendo de esta manera a la generación de nueva información para extender el uso de los biofertilizantes dentro de la agricultura sostenible.

Antecedentes

La remolacha, *Beta vulgaris* var. *saccharifera* Alef., que forma parte de la familia de las quenopodiáceas, es una planta dicotiledónea que vive dos años; en este período, durante su primer ciclo solo se desarrolla de manera vegetativa, creando hojas y una raíz principal gruesa (Johnson, 1969).

Entre los microorganismos empleados como inoculantes, las bacterias ácido lácticas (BAL) han adquirido una gran importancia gracias a sus diversas características positivas. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* es una subespecie del grupo *Lactobacillus delbrueckii* que se presenta en cadenas simples o bastones cortos. Su fermentación es exclusivamente homofermentativa, y su desarrollo ideal ocurre en la leche a temperaturas que

oscilan entre 40 y 45 °C, generando el isómero D (-) del ácido láctico (Munekata & Otros., 2022).

El principio de los Microorganismos Eficaces (EM) fue creado como una herramienta que utiliza combinaciones de microorganismos útiles para diferentes usos, como en la agricultura (Study, s.f.). El *EM1* es una mezcla particular que incluye miles de millones de microbios activos, siendo la mayoría bacterias ácido lácticas, bacterias que utilizan la luz y levaduras, y está hecha para mejorar los procesos biológicos del suelo y fomentar el desarrollo de las plantas (Tanya.M & Leiva.M, 2019).

La utilización de *Lactobacillus bulgaricus* como el elemento clave del inoculante *EM1* se basa en su habilidad para generar compuestos bioactivos que pueden tener un efecto beneficioso en el crecimiento de las plantas. Esos microorganismos tienen la habilidad de producir ácidos orgánicos, enzimas, vitaminas y otros elementos que pueden aumentar la accesibilidad de nutrientes en la tierra, fomentar el desarrollo de raíces y hojas, así como mejorar la capacidad de las plantas para enfrentar factores de estrés biológicos y no biológicos (Tanya.M & Leiva.M, 2019)

Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación del inoculante microbiano *EM1* en el comportamiento agronómico de *Beta*

vulgaris Var. *Maravilha* con la finalidad de conocer su potencial como estimulador del crecimiento del cultivo.

Objetivos específicos

- Determinar la influencia del inoculante *EM1* en el desarrollo foliar y radicular de *Beta vulgaris* Var. *Maravilha*.
- Comparar el contenido de grados Brix de la *Beta vulgaris* Var. *Maravilha* bajo la aplicación de distintas dosis de *Lactobacillus bulgaricus* *EM1*.

Materiales y Métodos

Área de investigación

El estudio se realizó en el área de Producción Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural de la Universidad Nacional de Pilar, ubicado en el barrio Ytororõ.

Diseño del experimento

Se implementó un diseño de bloques completamente aleatorio, que incluyó tres tratamientos:

T1: testigo (sin inoculante).

T2: Dosis recomendada del inoculante.

T3: Dosis excesiva.

Cada tratamiento se replicó siete veces, lo que suma un total de 21 unidades experimentales. Cada sección consta con 9 plantas, de las cuales dos son designadas como plantas del área útil para la recopilación de información. El 14 de agosto se llevó a cabo la disposición de tabloncillos y, posteriormente, el trasplante

de plántulas de *Beta vulgaris* L. var. *Maravilha*. La utilización del inoculante microbiano *Lactobacillus bulgaricus* EM1 la primera aplicación del inoculante se realizó, el 21 de agosto, y dicha aplicación se repitió en tres ocasiones más con intervalos de ocho días entre cada una.

Variables analizadas y recopilación de dato:

Se consignaron datos en una hoja de Excel para examinar las siguientes variables:

- Crecimiento foliar.
- Crecimiento radicular.
- Contenido de grados Brix.

Estas variables facilitaran la evaluación de los efectos del inoculante microbiano sobre el crecimiento y la calidad del cultivo de remolacha.

Resultados y discusión y Conclusiones

Hasta el momento, los resultados no se pueden presentar debido a que el trabajo se encuentra en ejecución.

Bibliografía

Fernandez, & A. (s.f.). "HONGOS" QUE AFECTAN AL POROTO DE SOJA Y OTROS CEREALES Y SU IMPLICANCIA EN LA SALUD ANIMAL . Obtenido de "HONGOS" QUE AFECTAN AL POROTO DE SOJA Y OTROS CEREALES Y SU IMPLICANCIA EN LA SALUD ANIMAL :
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_in toxicaciones_metabolicos/Micotoxicosis/95-hongos.pdf

FertiGlobal. (s.f.). Obtenido de Programa de la remolacha azucarera:
<https://www.fertiglobal.com/es/programas-de-gestion-de-cultivos/programa-de-la-remolacha-azucarera/>

Johnson, R. (1969). Obtenido de
https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/remolach/bibliogr.htm

Munekata, E., & Otros. (2022). *ScienceDirect*. Obtenido de *Lactobacillus Delbrueckii* Subsp. *Bulgaricus*:
<https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lactobacillus-delbrueckii-subsp-bulgaricus>

Nitsche.J, & Cafati.C. (Julio-Septiembre de 1985). *biblioteca.inia*. Obtenido de DETERMINACION DE HONGOS INTERNOS, PRESENTES EN LA SEMILLA DE POROTO1:
<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/5ea4f351-8c85-42f7-ae07-8a497aaab6be/content>

Núñez.S. (2013). *Centro Agrícola*. Obtenido de "Resultado de la aplicación de biofertilizantes a base de Azospirillum y micorrizas en asociaciones de cultivos hortícolas en condiciones de semiprotegido:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212018000300008

Paima.E. (2016). Enfermedades Fungosas En Semillas de *Phaeseolus vulgaris* L., Ecotipos Huasca Poroto, Allpa y Pajatino en San Martín. Tarapoto - Perú: Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Pitt.J. (2014). *PENICILLIUM | Penicillium y Talaromyces: Introducción*. Obtenido de

<https://www.sciencedirect.com/topics/food-science/penicillium>

Plantix. (s.f.). *Marchitamiento fungico por pythium*. Obtenido de <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/100394/cottony-leak/>

Study. (s.f.). *Inoculacion microbiana*. Obtenido de Métodos, Beneficios: <https://www.studysmarter.es/resumenes/biologia/microbiologia/inoculacion-microbiana/>

Tanya.M, & Leiva.M. (Junio de 2019). *SciELO*. Obtenido de Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093

37.- Agroalimentos

Efectividad de micro/nanopartículas derivadas del aceite esencial de *Pimpinella anisum* en el control de plagas del nogal y sus productos almacenados

Autor: Sosa, Braian Vladimír, brasova98@gmail.com;

Co-autor(es): Bracamonte, Daniela Milagros, dani.bracamonte97@gmail.com; Denett,

Gabriel Omar, gabidenett@gmail.com; Espinosa, Martín Sebastián,

mespinosa_@hotmail.com; Garlati, Miguel Ángel, miguelgarlati13@gmail.com; López,

Tamara Elizabeth, lopeztamara017@gmail.com; Nieva, Amira Susana,

asv.nieva@gmail.com; Rodríguez, María Rosa, mariarosa.r.mrr@gmail.com.

Orientador(es): Comelli, Nieves, nccomelli@agrarias.unca.edu.ar; Díez, Patricia;

diezpatriciaa@gmail.com; Sampietro, Diego; diego.sampietro@fbqf.unt.edu.ar;

Universidad Nacional de Catamarca

Resumen

El nogal (*Juglans regia* L.) es un cultivo estratégico en Catamarca, La Rioja y Mendoza, provincias que concentran más del 80 % de la producción nacional. En las últimas décadas, Argentina incrementó la calidad y volumen de producción, consolidándose como país exportador. Sin embargo, el cultivo enfrenta importantes pérdidas productivas debido a plagas de insectos como *Cydia pomonella*, *Carpophilus truncatus* y *Oryzaephilus mercator* en campo y postcosecha. Además, la escasez de principios activos insecticidas registrados específicamente para nogal (autorizados por SENASA) limita las opciones de control químico. Este trabajo presenta avances de dos tesis doctorales orientadas al desarrollo de biopesticidas derivados del aceite esencial *Pimpinella anisum*, formulados en matrices micro- y nanoestructuradas. La primera evalúa la eficacia de nanoformulaciones sobre huevos, larvas y adultos de *C. pomonella* en nogales del Chaco Serrano catamarqueño, mediante tratamientos en jaulas de oviposición a campo. La segunda estudia formulaciones aplicadas contra *C. truncatus* y *O. mercator* en distintos modos de almacenamiento, a través de ensayos de laboratorio (repelencia y mortalidad) y pruebas en fincas, evaluando infestación y daño tras 21 días. Las aplicaciones en campo de nogal a concentraciones equivalentes a LC₉₀ lograron controlar el 60 % de huevos y larvas neonatas de *C. pomonella*. En almacenes rurales, las formulaciones redujeron la infestación insectil en el rango del 30-50 % y se obtuvieron mortalidades corregidas superiores al 70 % para *C. truncatus*. Ambas investigaciones promueven alternativas sostenibles, accesibles y naturales para el manejo de plagas en la nogalicultura rural.

Palabras clave: Aceites esenciales, Nuez, Control biológico.

Introducción

El nogal (*Juglans regia* L.) es un cultivo estratégico para las economías regionales del oeste argentino, particularmente en las provincias de Catamarca, La Rioja y Mendoza, que concentran más del 80 % de la producción nacional de nuez (Parra, 2025). En las últimas décadas, Argentina ha mejorado significativamente la calidad y el volumen de su producción, posicionándose como país exportador. Sin embargo, este progreso se ve amenazado por la persistencia de plagas clave como *C. pomonella*, *C. truncatus* y *O. mercator*, que afectan tanto la producción en campo como la calidad del producto almacenado (CIECTI, 2019). La escasez de principios activos registrados específicamente para su uso en nogal (SENASA) restringe las alternativas de control químico y subraya la necesidad de explorar estrategias de manejo sostenibles, accesibles y adaptadas al contexto productivo local.

En este marco, las investigaciones orientadas al desarrollo de biopesticidas a base de aceites esenciales, especialmente aquellos formulados en matrices micro- y nanoestructuradas, se perfilan como herramientas prometedoras para el control fitosanitario del nogal. Estas formulaciones han mostrado eficacia en ensayos controlados en condiciones de laboratorio,

al lograr efectos insecticidas por contacto e inhalación sobre distintos estadios de desarrollo de las plagas (N.C. Comelli et al., 2023; N.C. Comelli et al., 2018; Denett et al., 2022; Rodríguez et al., 2024). No obstante, su desempeño en condiciones reales de campo o en escenarios de infestación natural aún representa un desafío considerable. En particular, el control de los estadios inmaduros de *C. pomonella* (huevo y larva neonata), que representan fases críticas por su capacidad de provocar pérdidas económicas importantes antes del ingreso de los frutos al almacén, requiere intervenciones precisas en ambientes abiertos, donde múltiples factores modulan la eficacia del tratamiento (Aubel, 2023). La acción biocida de los compuestos volátiles se ve afectada por condiciones ambientales variables (temperatura, humedad relativa, radiación solar y viento), que pueden acelerar su degradación o dispersión, reduciendo su permanencia sobre la superficie del fruto o su ingreso a microhábitats protegidos. A ello se suman aspectos biológicos como el comportamiento de oviposición de las hembras, la localización oculta de los huevos y la rápida penetración de las larvas en el fruto, lo que restringe la ventana efectiva de acción del tratamiento. En condiciones de postcosecha, este

escenario se complejiza aún más cuando se trabaja con frutos de nuez infestados naturalmente, descartados por los productores debido al alto nivel de daño (Romero, 2017). Este material constituye un modelo de bioensayo exigente, con poblaciones activas altamente heterogéneas y plagas refugiadas en el interior del fruto, donde la cáscara lignificada actúa como una barrera física que dificulta la difusión del agente fumigante. Desde el punto de vista fisicoquímico, la cáscara puede comportarse como una matriz adsorbente, modulando la concentración efectiva del principio activo en el interior del fruto. A su vez, la dinámica de los insectos que tienden a escapar o evitar atmósferas irritantes plantea un desafío adicional para el diseño de tratamientos con efecto residual o prolongado. En este contexto, el presente trabajo reporta resultados de la eficacia de una formulación a base de aceite esencial sobre frutos de *J. regia* infestados naturalmente, considerando tanto su aplicación en condiciones de campo para el control temprano de huevos y larvas de *C. pomonella*, como en condiciones de almacenamiento para el control de adultos y larvas de *C. truncatus* y *O. mercator*. El estudio permite visibilizar los límites y oportunidades de esta herramienta, en función de factores biológicos, ambientales, físicos y químicos que inciden en el resultado final del

tratamiento, aportando información relevante para orientar el diseño de bioformulaciones más eficaces y sostenibles para el manejo integrado de plagas en la nogalicultura regional.

Objetivos:

Evaluar, en condiciones reales de campo y de almacenamiento, la eficacia y los límites operativos de una formulación a base de aceite esencial para el manejo de plagas clave del nogal en el oeste argentino.

Cuantificar el efecto ovicida y larvicida temprano sobre huevos y larvas neonatas en infestación natural.

Medir la reducción de infestación de adultos y larvas de *C. truncatus* y *O. mercator* en frutos con cáscara infestados naturalmente.

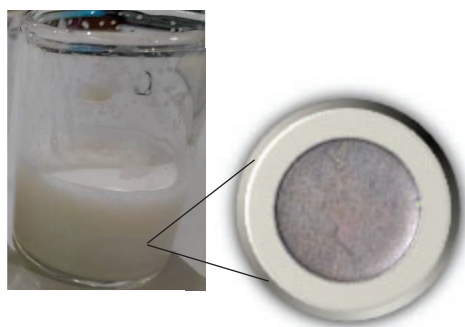
Materiales y Métodos

1. Emulsión a base de aceite esencial de *P. anisum*

Se desarrollaron emulsiones del tipo aceite en agua (O/W), formuladas a partir de cuatro componentes principales: aceite esencial de *P. anisum* (AE), glicerina (G), saponina (S) y agua destilada. La saponina, originalmente aislada de *Camellia sinensis*, se utilizó como tensioactivo principal debido a su capacidad para reducir la tensión superficial y favorecer la emulsificación del AE en la fase acuosa. La glicerina, por su

parte, actuó como co-tensioactivo, contribuyendo a mejorar la estabilidad del sistema y facilitando su adherencia a las superficies de aplicación. Se evaluaron distintas proporciones de los componentes con el objetivo de optimizar la estabilidad fisicoquímica de la emulsión y maximizar la incorporación del aceite esencial. La estabilidad se analizó a nivel macroscópico, registrando el tiempo de separación de fases y la formación de espuma, y a nivel microscópico, mediante el análisis del tamaño y la distribución de micelas (Figura 1). Para una formulación con 5 % de AE, se determinó que la proporción óptima entre tensioactivo y co-tensioactivo fue de 1:4 (S:G).

Figura 1: Imagen macro y microscópica de la Emulsión pesticida a base de aceite esencial de *P. anisum* al 5%



El procedimiento de formulación consistió en someter la mezcla de los componentes a agitación a 11.000 rpm utilizando un homogeneizador Ultra-Turrax durante 5 minutos en baño de hielo, seguida de un tratamiento en baño ultrasónico durante 20 minutos, con el fin de favorecer la

dispersión homogénea y la estabilización del sistema emulsionado.

2. Bioensayos en campo para el control de *C. pomonella*

Los ensayos se realizaron en una finca de nogales (*J. regia* L.) ubicada a 1338 msnm, en el faldeo oeste de la localidad de El Rodeo (Catamarca), caracterizada por la heterogeneidad en la edad y variedad de los ejemplares, sin antecedentes recientes de tratamientos fitosanitarios. El cultivo presentaba frutos en estado fenológico de desarrollo y endurecimiento de cáscara, y las condiciones climáticas durante el ensayo fueron de tipo templado con baja humedad relativa (promedio: 25–36 °C y 40–70 % HR).

Se utilizaron 12 jaulas de oviposición de malla fina. Siguiendo un diseño completamente aleatorizado, las jaulas se instalaron sobre ramas fructíferas en seis árboles distintos. En cada jaula —tratamiento o control— se introdujeron cuatro parejas adultas de *C. pomonella* criadas en laboratorio. Tras 48 h de infestación, se verificó la ovipostura en frutos mediante inspección visual y lupa de campo. Posteriormente, se aplicaron formulaciones bioinsecticidas a base de aceite esencial de *P. anisum* mediante pulverización directa sobre el contenido de las jaulas tratadas, utilizando un atomizador manual, a una distancia de 20–25 cm y con un volumen de aplicación de 7,5 mL por jaula. Las jaulas control no

recibieron ningún tipo de aplicación. La eficacia de los tratamientos se evaluó a las 24 y 72 h post-aplicación mediante la cuantificación de huevos viables, inviables, larvas vivas e inmóviles o muertas, utilizando lupa de mano y observación en laboratorio.

3. Evaluación del estado fisiológico del material vegetal tratado

Con el fin de determinar la ausencia de efectos fitotóxicos o estrés fisiológico inducido por el bioformulado, se recolectaron folíolos de las mismas ramas utilizadas en los ensayos de oviposición. Las muestras se homogeneizaron en *pooles* por rama, y de cada uno se obtuvieron discos foliares de igual diámetro, distribuidos en cinco pseudoréplicas por tratamiento.

Sobre estas submuestras se realizaron las siguientes determinaciones de parámetros relacionados al contenido hídrico, integridad de membranas y pigmentos fotosintéticos:

Contenido relativo de agua (CRA): Se utilizaron 15 discos de hoja que conformaron una réplica biológica. Los discos fueron pesados, hidratados y secados para obtener el peso inicial, el peso de saturación y el peso seco, respectivamente. Se estimó el CRA de acuerdo a (González & González-Vilar, 2001). Pérdida de electrolitos como medida de integridad de membranas. Se realizó la estimación de la pérdida de electrolitos

utilizando 10 discos de hoja que se enrasaron a 20 ml de agua destilada. Se tomó la conductividad inicial a los 15 minutos, la conductividad final luego de 2 horas y la conductividad total luego de la destrucción de las células en autoclave a 120 °C durante 20 minutos. Los valores de conductividad fueron utilizados para estimar el porcentaje de pérdida de electrolitos, de acuerdo con (Jambunathan, 2010). Pigmentos fotosintéticos (clorofila a, clorofila b, clorofila total, carotenoides y ratio a/b), por método colorimétrico, de acuerdo con (Inskeep & Bloom, 1985). El muestreo se realizó a las 72 h postaplicación, bajo iguales condiciones ambientales. El análisis estadístico se basó en modelos lineales mixtos con el tratamiento como efecto fijo y la rama como efecto aleatorio, sin evidenciar diferencias estadísticamente significativas en ningún parámetro fisiológico ($p > 0,05$).

4. Bioensayos en almacenamiento para el control de *C. truncatus* y *O. mercator*

Los ensayos se realizaron en fincas nogaleras de Sañogasta (dpto. Chilecito, La Rioja; 1.205 msnm) y El Potrero (dpto. Andalgalá, Catamarca; 1.351 msnm), representativas de condiciones reales de almacenamiento rural. Cada unidad experimental consistió en una bolsa de rafia de 3 L cuyas paredes internas se asperjaron con la formulación a 2.200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de aire; luego se incorporó 1 kg de nueces con cáscara infestadas

naturalmente ($\approx 60-120$ frutos), sin tratamiento previo. Antes de la aplicación se estimó un índice basal de infestación mediante el recuento promedio de adultos en una submuestra aleatoria de 3 kg de nueces. Para evitar el escape de insectos, cada bolsa de rafia se colocó dentro de una envoltura de voile. Las unidades experimentales se almacenaron según las prácticas habituales de los productores (ambientes semicerrados, $4-22^{\circ}\text{C}$, sin control de humedad). En cada sitio se

dispuso de cinco réplicas por tratamiento y cinco controles. Durante 21 días se efectuó un seguimiento semanal, abriendo la envoltura de voile para retirar los insectos que habían abandonado la bolsa de rafia y quedado contenidos en ella.

Al finalizar los ensayos, se cuantificaron adultos y larvas vivos de *C. truncatus* y *O. mercator*, se determinó el porcentaje de frutos dañados mediante inspección visual y disección de nueces y las variables entomológicas de la Tabla 1.

Tabla 1: Variables entomológicas calculadas para determinar la eficacia insecticida del bioformulado

Categoría	Variable principal	Formula
Ovicida	Porcentaje de huevos viables	$\%HV = \left(\frac{N^{\circ} \text{ huevos viables}}{N^{\circ} \text{ total huevos}} \right) * 100$
Larvicida	Porcentaje de larvas neonatas muertas	$\%LM = \left(\frac{N^{\circ} \text{ larvas muertas}}{N^{\circ} \text{ total larvas}} \right) * 100$
Reduccion poblacional	Porcentaje Mortalidad Control/Tratamiento	$\%M_{C/T} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ insectos muertos}}{N^{\circ} \text{ total insectos}} \right) * 100$
	Porcentaje reducción infestación Control/Tratamiento	$\%RI_{C/T}^{(a)} = \left(\frac{III_T - IFI_T}{III_T} \right) * 100$
	Mortalidad corregida Sun-Shepard ^(b)	$\%MC_{S-S}^{(b)} = \left(\frac{\%MT + \% \Delta IC}{III} \right) * 100$

^(a) III= Índice inicial de infestación: Número de individuos vivos por jaula de oviposición pre-aplicación formulado insecticida.

IFI= Índice final de infestación: Número de individuos vivos por jaula de oviposición post-aplicación formulado insecticida.

^(b) Fórmula para calcular la disminución de la población insectil en condiciones no homogéneas de ensayo. El porcentaje de mortalidad en los tratamientos ($\%MT$) y el porcentaje de cambio en los niveles de infestación en los controles ($\% \Delta IC$) se calcularon como sigue:

$$\%MT = \left(\frac{N^{\circ} \text{ insectos muertos}}{N^{\circ} \text{ total insectos}} \right) * 100 \quad y \quad \% \Delta IC = \left(\frac{IFI_C - III_C}{III_C} \right) * 100$$

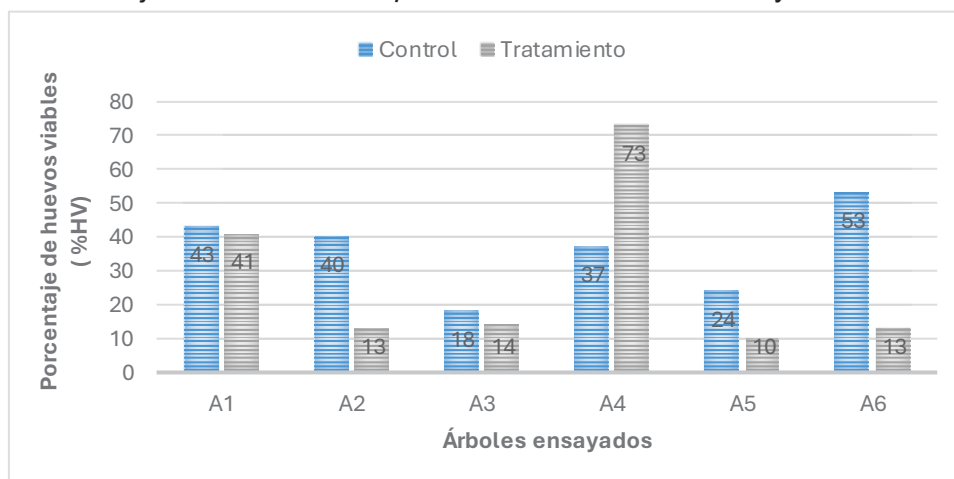
Resultados y discusión

1. Bioensayos en campo para el control de *C. pomonella*

Para evaluar la eficacia del bioformulado en campo sobre huevos y larvas de *C. pomonella*, se registraron variables que permitan cuantificar la acción ovicida, y la acción larvicida temprana, además de estimar el impacto general del tratamiento en condiciones reales. Las variables entomológicas registradas agrupadas por categoría y relevancia experimental se

resumen en la Tabla 1. La aplicación del bioformulado en condiciones de campo mostró resultados variables entre árboles tratados. Se evaluaron seis unidades experimentales (árboles ensayados), registrando que la cantidad total de huevos viables tras la ovipostura fue menor en el tratamiento respecto del control (Figura 1). Solo en dos árboles el porcentaje de huevos viables en tratamiento respecto de control, fue similar (A1, 14% vs. 18%) o mayor (A4, 73% vs. 37%). En los demás arboles el número de huevos viables fue menor al 15%

Figura 1: Porcentaje de huevos de *C. pomonella* viables en control y tratamiento



Sobre la acción larvicida temprana de la formulación, el recuento de larvas neonatas muertas (inmóviles, deshidratadas, sin respuesta a estímulos externos) fue mayor en las jaulas tratamiento, destacándose los árboles A2 y A6 donde no se registraron larvas muertas en los controles (Figura 2). El porcentaje de reducción de infestación después del tratamiento (>30 %) y medidas de la

mortalidad atribuible exclusivamente al tratamiento corregidas por la mortalidad natural del control en el rango 40-74%, sugieren que el tratamiento es eficaz en las condiciones de campo ensayada. En los casos donde la eficacia fue limitada (A1 y A4 con indicadores entomológicos no equilibrados) las posibles causas incluyen cobertura foliar deficiente que favorecieron la no sincronización de la aplicación con el

Figura 2: Porcentaje de mortalidad de larvas neonatas de *C. pomonella* en control y tratamiento

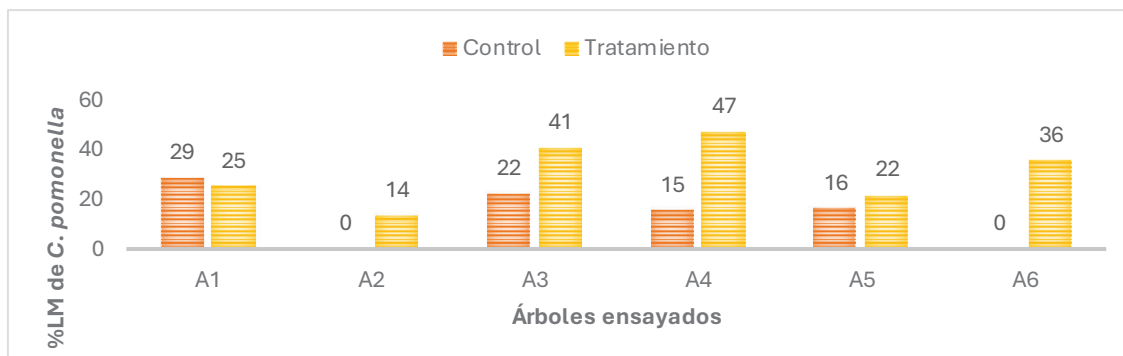
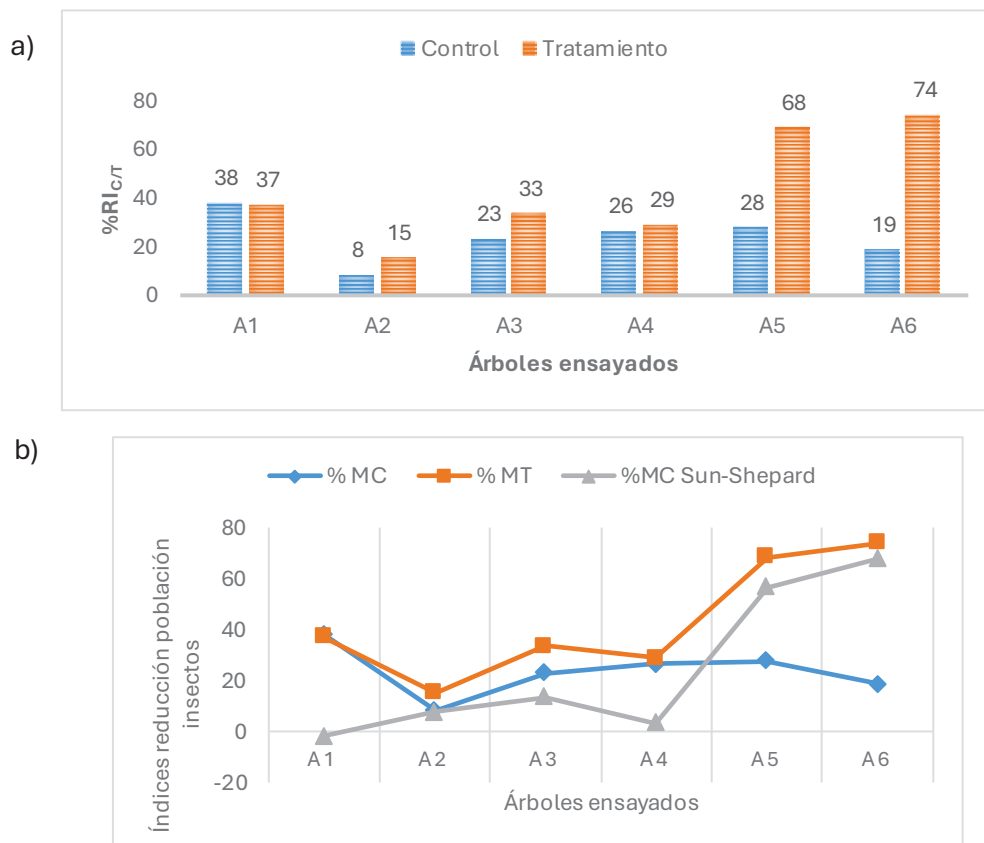


Figura 3: a) Porcentaje de reducción en la población de insectos, b) Porcentaje de mortalidad observada y % de mortalidad corregida por mortalidad natural del control en la población de insectos post-tratamiento de control y tratamiento.



ciclo de oviposición de la plaga (reinfestación) y baja persistencia del principio activo. Se destaca la necesidad de ajustar la formulación para mejorar su

retención y efecto residual en estas condiciones. Esto permitirá controlar mejor las condiciones de aplicación en estos microambientes para que la exposición del

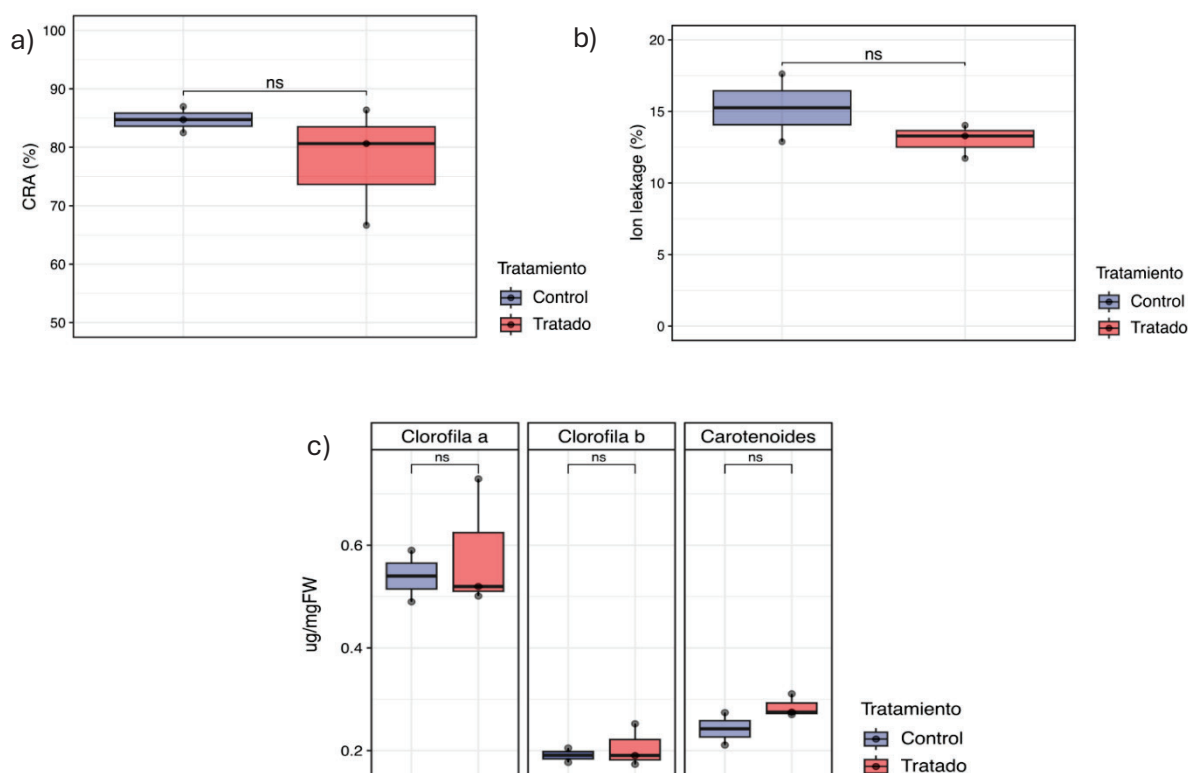
formulado a la plaga resulte más eficaz. También se considera oportuno ajustar la aplicación del tratamiento para mejorar el recubrimiento y controlar variables ambientales que puedan impactar en la eficacia del bioinsumo

2. Evaluación del estado fisiológico del material vegetal tratado

Las determinaciones realizadas sobre hojas expuestas al tratamiento no mostraron efectos fitotóxicos ni signos de

estrés fisiológico atribuibles a la formulación. El análisis del contenido relativo de agua (CRA), pérdida de electrolitos (como medida de integridad de membranas) y concentración de pigmentos fotosintéticos (clorofila a, b, total y carotenoides) reveló ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos y controles (Figura 4).

Figura N° 4: a) Contenido Relativo de Agua (CRA), b) Pérdida de electrolitos ("ion leakage") y c) cuantificación de los pigmentos fotosintéticos en folíolos de hojas de nogal dentro de jaulas de oviposición Control y Tratados con el bioformulado a base de aceite esencial.



El análisis estadístico se realizó mediante modelos lineales mixtos (tratamiento como

efecto fijo; rama como efecto aleatorio), y todas las variables fisiológicas evaluadas

incluyendo el ratio clorofila a/b- se mantuvieron dentro de rangos fisiológicamente normales. Estos resultados indican que la formulación es compatible con el tejido foliar tratado, sin inducir estrés hídrico, daño en membranas ni alteración de la fotosíntesis bajo las condiciones de ensayo.

3. Bioensayos en almacenamiento para el control de *C. truncatus* y *O. mercator*

Los ensayos de eficacia realizados bajo condiciones de almacenamiento mostraron resultados variables entre las unidades experimentales, que fueron atribuidas principalmente a las diferencias en la presión de plagas inicial y la estructura del material vegetal ensayado. Las nueces con cáscara naturalmente infestadas, fueron tratadas con una emulsión de aceite esencial a 2200 $\mu\text{L/L}$ de aire (2,2 ppm) y conservadas durante 21 días en condiciones reales de almacenamiento rural. Los indicadores de eficacia, presentados en las Tablas 2.a-b, revelaron que el porcentaje de daño visible en los frutos (%FD) fluctuó entre 0,094 % (P2) y 88,35 % (P6). Sin embargo, no se observó una correlación clara entre el %FD y la infestación interna (NI) por *C. truncatus* y *O. mercator*, lo que sugiere que el daño visible no es un indicador fiable de la infestación activa. En la mayoría de los productores (P3–P7), el %RI_T fue positivo (30–50 %), mientras que en P1 y P2 no superó el 20 %. Este patrón sugiere una

eficacia acotada, consistente con un N.I por especie superior en las unidades tratadas respecto del control. En línea con ello, la mortalidad corregida (%MC_{S-S}) resultó moderada (–17,7 % a 27,6 %), y los valores negativos indican un incremento relativo de la población de insectos en el tratamiento. La eficacia moderada en almacenamiento rural del bioformulado puede ser interpretada como sigue: La cáscara lignificada actúa como barrera física y restringe la difusión de compuestos volátiles al interior del fruto. La conducta evasiva de los insectos ante atmósferas irritantes y la reinfestación durante el ensayo atenúan el efecto del tratamiento. La volatilidad del principio activo reduce su persistencia y acorta la ventana de exposición, por lo que se requieren ajustes de formulación orientados a una liberación más prolongada. A su vez, variables operativas —tipo de envase, volumen de aire, temperatura y humedad— modulan la concentración efectiva disponible en el tiempo. En conjunto, la formulación muestra potencial insecticida, pero demanda optimización aumentando su persistencia. También, su combinación con tecnologías físicas (formulados nanoparticulados obtenidos por síntesis verde con acción insecticida por contacto) surge como alternativa promisorio. Dado que el daño visible no se correlacionó de manera consistente con la infestación interna, se considera importante incorporar

indicadores fisiológicos y ecológicos robusta a largo plazo de la eficacia del
complementarios para una evaluación más bioinsecticida.

Tabla 2: a) Indicadores entomológicos para determinar la eficacia insecticida del bioformulado a base de aceite esencial *P. anisum* contra *C. truncatus* y *O. mercator* en nueces infestadas naturalmente. b) Resultados obtenidos en almacenes de postcosecha de productores de La Rioja y de Catamarca.

a)	Variable entomológica	Fórmula
	Porcentaje fruto dañado (% FD)	$\%FD = \left(\frac{N^{\circ} \text{ nueces dañadas}}{N^{\circ} \text{ nueces} \times 1 \text{ kg fruto}} \right) * 100$
	Nivel de infestación <i>C. truncatus</i> y <i>O. mercator</i> (N.I)	$N. I = \left(\frac{N^{\circ} \text{ total de } C. \text{ truncatus} / O. \text{ mercator}}{N^{\circ} \text{ nueces dañada} \times 1 \text{ kg fruto}} \right)$
	Porcentaje reducción infestación Control/ Tratamiento pre-aplicación/post-aplicación (%RI _{C/T})	$\%RI_{C/T}^{(a)} = \left(\frac{NII_T - NFI_T}{NII_T} \right) * 100$
	% Reduccion relativa N° insectos vivos control (C) y tratamiento (T)	$\%RI_{vivos} = \left(\frac{C - T}{C} \right) * 100$
	Pocentaje reducción infestación Control/ Tratamiento	$\%RI_{C/T}^{(a)} = \left(\frac{NII_T - NFI_T}{NII_T} \right) * 100$
	Mortalidad Sun-Shepard Mortalidad corregida tomando en cuenta la mortalidad natural del control (%)	$\%MC_{S-S}^{(b)} = \left(\frac{\%MT + \% \Delta IC}{III} \right) * 100$

(a) NII= Nivel inicial de infestación: Número de individuos vivos por unidad experimental pre-aplicación formulado insecticida
NFI= Nivel final de infestación: Número de individuos vivos por unidad experimental post-aplicación formulado insecticida

(b) Fórmula para calcular la disminución de la población insectil en condiciones de ensayos no homogénea. El porcentaje de mortalidad en los tratamientos (%MT) y el porcentaje de cambio en los niveles de infestacion en los controles (%ΔIC) se calcularon como sigue:
 $\%MT = \left(\frac{N^{\circ} \text{ insectos muertas}}{N^{\circ} \text{ total insectos}} \right) * 100$ y $\% \Delta IC = \left(\frac{IFI_C - III_C}{III_C} \right) * 100$

b)

Productor	% FD	NI _{C. truncatus}	NI _{O. mercator}	%RI _C	% RI _T	% RI _v	%MC _{S-S}
P1	15.00	0.44	0.00	23	10	74	-17.74
P2	0.094	15.65	0	24	20	-292	-4.85
P3	68.55	6.43	0.08	27	32	-35	7.72
P4	28.39	2.79	0.01	23	35	43	15.50
P5	82.68	1.76	0.00	23	35	43	15.50
P6	88.35	3.91	0.02	37	39	-9	4.15
P7	38.66	1.38	0.00	32	50	-185	27.58

Conclusión

En campo, la emulsión O/W a base de aceite esencial de *P. anisum* mostró acción ovicida y larvicida temprana contra *C. pomonella*. La viabilidad de huevos fue menor que en los controles en la mayoría de los árboles, con excepciones puntuales (A1 y A4), y aumentó la mortalidad de larvas neonatas en jaulas tratadas; los indicadores entomológicos calculados registraron reducciones poblacionales >30% y mortalidad corregida (Sun-Shepard) en el rango 40–74 %, aunque con heterogeneidad atribuible a cobertura foliar, sincronía con la oviposición y baja persistencia del formulado bioactivo. Sobre la fisiología del nogal, en zonas de montaje de jaulas de oviposición para tratamiento y control de *C. pomonella*, no se detectaron efectos fitotóxicos ni estrés fisiológico: CRA, fuga de electrolitos y pigmentos fotosintéticos no difirieron significativamente entre tratamiento y control ($p > 0,05$). En almacenamiento, la eficacia frente a *C. truncatus* y *O. mercator* fue variable: el % de fruto dañado osciló entre 0,094 % y 88,35 % sin correlacionar con la infestación interna; la reducción poblacional en tratamiento fue positiva (30–50 %) en la mayoría de los casos (P3–P7), y la eficacia relativa (Sun-Shepard) fue moderada, con valores entre –17,7 % y 27,6 %, evidenciando escenarios con un nivel de infestación por especie superior en las unidades tratadas respecto del control.

Factores limitantes de la eficacia del bioformulado como insecticida en almacenes rurales incluyen la cáscara como barrera a volátiles, la volatilidad/persistencia del principio activo insecticida y condiciones de aplicación (volumen de aire, envase, temperatura, humedad relativa. A partir de las evidencias reunidas, el equipo de trabajo reconoce la necesidad de optimizar la bioformulación en termino de retención y residualidad y explorar sinergias con tecnologías físicas (formulados nanoparticulados obtenidos por síntesis verde con acción insecticida por contacto) para estabilizar la eficacia, manteniendo la inocuidad observada para el tejido foliar y preservando las propiedades organolépticas de la nuez en almacén.

Referencias

- Aubel, A. J. (2023). *Estudio de nuevas herramientas de control de plagas de nogales con énfasis en Cydia pomonella en el Valle Inferior del Río Negro. Primera experiencia.* (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional de Río Negro, Viedma, Río Negro.
- CIECTI. (2019). *Lineamiento Estratégico para la Política de CTI* Retrieved from Buenos Aires, Argentina
- Comelli, N. C., Diez, P. A., Rodríguez, M. R., Denett, G. O., López, T. E.,

- Bracamonte, D. M., . . . Duchowicz, P. R. (2023). Excito-repellent and Pesticide-likeness properties of essential oils on *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius) (Nitidulidae) and *Oryzaephilus mercator* (L.) (Silvanidae). . *J. Chem. Inf. Model.*, 64(7).
- Comelli, N. C., Romero, O. E., Diez, P. A., Marinho, C. F., Schliserman, P., Carrizo, A., . . . Duchowicz, P. R. (2018). QSAR Study of Biologically Active Essential Oils against Beetles Infesting the Walnut in Catamarca, Argentina. . *J Agric Food Chem.*, 66(48), 12855-12865.
- Denett, G. O., Comelli, N. C., Rodriguez, M. R., Gómez, A. D. L. A., Sanchez Matias, M. D. H., & Sampietro, D. A. (2022). Chemical composition and insecticidal activity of essential oils from cultivated and native aromatic plants of Argentina against *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius) (Nitidulidae) and *Oryzaephilus mercator* (L.) (Silvanidae). *Nat Prod Res*, 37(23), 4058-4062. doi:doi: 10.1080/14786419.2023.2166043
- González, L., & González-Vilar, M. (2001). Determination of relative water content. In *Handbook of plant ecophysiology techniques* (pp. 207-212). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Inskeep, W. P., & Bloom, P. R. (1985). Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N, N-dimethylformamide and 80% acetone. *Plant physiology*, 77(2), 483-485.
- Jambunathan, N. (2010). Determination and detection of reactive oxygen species (ROS), lipid peroxidation, and electrolyte leakage in plants. In *Plant stress tolerance: methods and protocols* (pp. 291-297). Totowa, NJ: Humana press.
- Parra, P. (2025). Nuez de nogal (*Juglans regia* L.). Analisis de la Cadena Alimentaria *Nuez de nogal (Juglans regia* L.).
- Rodríguez, M. R., Comelli, N. C., López, T. E., Sánchez Matías, M. D. H., Denett, G. O., Bracamonte, D. M., . . . Sampietro, D. A. (2024). Effectiveness of Green Cupric Oxide Nanoparticles for Walnut Storage Pest Management. . *Chem Biodivers*, 22(1). doi:doi:10.1002/cbdv.202401382
- Romero, O. E. (2017). *Aceites Esenciales de Plantas Aromáticas Cultivadas y Nativas de la Provincia de Catamarca Para el Control de Plagas Postcosecha de la Nuez*. (Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional de

Catamarca,

<https://editorial.unca.edu.ar/Publicacion%20online/CUADERNOS%20DE%20CATEDRA/Jornada%20de%20divulgacion/PDF/Resumen%20-%20Romero.pdf>.

Agradecimientos:

Productor nogalero del Rodeo, Ambato. Productores de nuez de Chilecito, la Rioja y de Andalgalá, Catamarca. Universidad Nacional de Chilecito y Jefe de la Agencia de Extensión Rural del INTA Andalgalá, Ing. Adrian Carrizo, por mediar contacto con productores y facilitar el trabajo experimental en campo.

Financiamiento

Este trabajo fue apoyado por FUNDACION WILLIAMS, Concurso “Fondos complementarios para la investigación con impacto en el territorio argentino”; CONICET (PIP 2022-2024-11220210100903CO), Proyectos de Investigación y Desarrollo Interdisciplinarios 2024 (PIDI 2024) de la Universidad Nacional de Catamarca, (RSREC-2024-135-E-UNCA-REC)

36.- Energía

Valoración de los residuos de la producción e industrialización de la frutilla como fuente de bioenergía

Autora: Luzuriaga, María Belén¹ E.mail: belen@luzuahoo.com.ar

Orientadores: Golato, Marcos² E. mail: mgolato@eeaoc.org.ar; Gusils, Carlos³ Email: cgusils@inti.gob.ar

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria;

¹Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Exactas – Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC); ³CONICET

Resumen

El cultivo de frutillas es una actividad con un fuerte crecimiento en los últimos años. Es importante este cultivo, ya que favorece la economía regional e implica una gran oferta laboral para la población cercana a Lules, Tucumán. En esta labor, cuando finaliza el ciclo del cultivo, luego de la cosecha de la frutilla, las plantas son cortadas y dejadas en campo como residuo sin un aprovechamiento útil, solo se incorporan al suelo como materia orgánica.

El objetivo de este trabajo fue valorar y estudiar la calidad del residuo del cultivo de frutilla, como posible fuente de energía como biomasa para la producción de energía térmica (calor) o electricidad por medio de la conversión termoquímica de la misma.

Se recogieron muestras de tres campos: Shedán, Tarasio y Mineti, de 20, 18 y 70 Ha, respectivamente. Dichas muestras fueron analizadas para determinar de manera preliminar su calidad como biomasa para obtener energía, siguiendo técnicas de ensayos normalizados.

Se determinaron los contenidos de humedad (w), cenizas (cz) y poder calorífico superior (PCS). Se encontró que el residuo de la cosecha de la planta de frutilla posee un buen PCS, el valor promedio determinado fue de 16.165 KJ/Kg en base seca (b.s.). En comparación con otros residuos agrícolas encontrados en la provincia de Tucumán, el RAC de frutilla posee valores intermedios entre el RAC de caña de azúcar (15.749 KJ/Kg b.s.) y el afrechillo de trigo (18.982 KJ/Kg bs), por lo que sería factible su aprovechamiento energético.

Si bien la cantidad de rastrojo que se obtiene de la cosecha de la frutilla no resulta en principio importante, la energía que se podría obtener por hectárea no es despreciable, y sería suficiente para el abastecimiento de las mismas en las zonas del cultivo, ya sea para calefacción (generación de vapor o agua caliente) y/o producción de energía eléctrica. No se encontraron antecedentes sobre el posible aprovechamiento de los residuos de la cosecha de la frutilla, ni de sus productos derivados. En el presente estudio se muestran resultados preliminares de las propiedades de la biomasa residual de cosecha del cultivo y de su industrialización; y las principales propiedades energéticas que podrían obtenerse mediante procesos termoquímicos de combustión, gasificación y pirolisis

Palabras clave: CULTIVO DE FRUTILLA - BIOMASA- BIOENERGÍA -

INTRODUCCIÓN

La producción de frutillas en la provincia de Tucumán, representa un negocio rentable y en los últimos años está teniendo un crecimiento sostenido. Durante toda su producción, la última tarea de campo es el corte de la planta y habitualmente, la misma es dejada en el suelo para incorporar materia orgánica. La propuesta de este trabajo, es estudiar el posible aprovechamiento de los residuos de la industrialización y cosecha de la frutilla de Tucumán, Argentina, con el objetivo de lograr una mejor economía circular del proceso, donde se pueda brindar un mayor valor agregado a este cultivo.

La frutilla y su producción

La frutilla pertenece al género *Fragaria*, de la familia *Rosaceae*, conocida como la frutilla roja. Es una planta

perenne, herbácea de tallos rastreros cortos, que se transforman en rizomas, de donde pertenecen sus hojas arrosetadas, tripartidas, dentadas de su orilla, reconocidas como falsas rosetas. Presenta raíces fibrosas primarias y secundarias, así como también raicillas, que pueden medir alrededor de 30 cm de profundidad. La planta forma una corona a nivel del suelo y no llega a medir más de 50 cm de altura, puede formar ramificaciones denominadas estolones de hasta 15 cm de largo, con lo que pueden regenerar nuevas plantas, facilitando su reproducción (Ye Cao, 2015).

Las flores son blancas, organizadas en cimas y tienen cáliz de 5 piezas hendidas, 5 pétalos redondeados y números estambres y pistilos, según puede observarse en la Figura 1.



Figura 1. Imagen de la planta de frutilla. Fuente: Ye Cao, 2015

La frutilla, al igual que otras frutas finas, tiene una gran diversidad de compuestos con propiedades biológicas que pueden resultar útiles para diferentes aplicaciones. El fruto es excepcionalmente rico en compuestos fenólicos tales como flavonoles (derivados del kaempferol y la quercetina), antocianidinas (derivados de la cianidina y pelargonidina), proantocianidinas, taninos hidrolizables (galoilglucosos y elagitaninos), y ácidos fenólicos, siendo el ácido elágico el más abundante, llegando a representar hasta el 50% del contenido de fenoles en algunas variedades de frutilla (Ye Cao, 2015).

La frutilla es un fruto de excepcionales características, que se

consume en forma fresca, deshidratada, congelada o en conserva. Su cultivo tiene gran interés social por el alto requerimiento de mano de obra en la producción a campo, empaque e industria del congelado.

Producción mundial de frutilla

La producción mundial de frutilla para el año 2021 fue de 9.175.384 t. con 389.665 hectáreas de área cosechada (FAO). El rendimiento promedio mundial fue de alrededor de las 24 tn/ha y los principales productores fueron China, EE.UU y Turquía. Los mayores exportadores de frutillas frescas fueron España, México y EE.UU, mientras que los principales países importadores EE.UU, Alemania y Canadá. (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023)

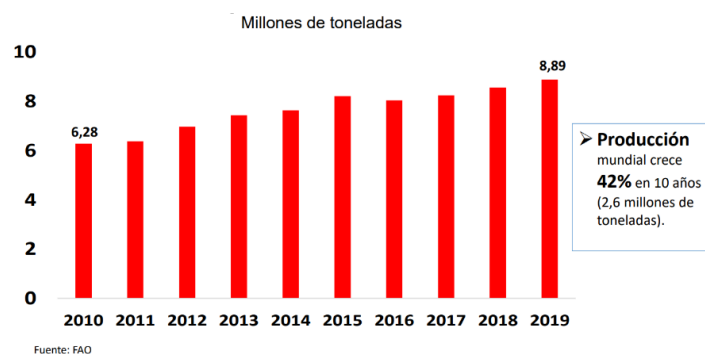


Figura 2. Producción mundial de frutilla (período 2010-2019). Fuente: Domínguez. 2021.

En la Figura 2 se muestra la tendencia de la producción mundial de frutillas para el período 2010-2019, donde puede

observarse un crecimiento de aproximadamente un 42% para el período indicado, que resultó equivalente en 2,6 millones de toneladas, (Domínguez, 2021)

En la Tabla 1 se muestra la lista de países productores de frutilla a nivel mundial. Se puede observar que sólo tres países representan más del 50% de la producción mundial. No obstante, son muchos los países productores del cultivo y representan alrededor del 20%.

Tabla 1. Lista de países productores de frutilla a nivel mundial. Fuente: Domínguez, 2021.

País	Volúmen x10 ⁶ (Tn)	Participación (%)
China	3,21	36
EEUU	1,02	11
México	0,86	10
Turquía	0,49	5
Egipto	0,46	5
España	0,35	4
Rusia	0,21	2
Korea	0,19	2
Polonia	0,19	2
Marruecos	0,17	2
Otros	1,74	20
Total	8,89	100

Producción de frutilla en Argentina

La producción argentina de frutilla es de aproximadamente 45-50 mil t. anuales, con un área cosechada de

aproximadamente 1.500 a 1.700 ha. (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2023) y un rendimiento promedio de 34 tn/ha. La producción nacional de frutilla tiene dos destinos posibles, el mercado en fresco que representa el 50% – 70% de la producción (consumo per cápita nacional de alrededor de 1 kg/hab/año) y el mercado industrial (elaboración de dulces, mermeladas, congelados, etc.). El principal destino de las exportaciones argentinas de frutillas es Estados Unidos de América como frutilla congelada.

Respecto a la distribución provincial del cultivo, un 37% del total se encuentra localizado en la provincia de Buenos Aires, seguido por orden de importancia Santa Fe y Tucumán (24%), Salta-Jujuy (6%) y Neuquén-Rio Negro (4%). La distribución del área productiva y variedades adaptadas a cada zona permiten tener oferta de frutilla prácticamente durante todo el año.

Región	Provincia	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Norte	Tucumán												
	Pedemonte												
	Valle de altura												
	Salta-Jujuy												
	Corrientes												
	Misiones												
Centro	Santa Fe												
	A campo												
	Bajo protección												
Sur	Buenos Aires												
	A campo												
	Bajo protección												
	Río Negro												

Cultivo de frutilla en Tucumán

Desde el punto de vista económico regional, el cultivo de frutilla resulta importante por el valor agregado que puede adquirir debido a sus cualidades para su industrialización y exportación. Además, por la gran cantidad de insumos que emplea, permitiría el desarrollo de numerosas actividades alrededor de ella (agroinsumos, tecnología de riego, frío, empaque, servicios de marketing, etc).

Tucumán presenta zonas con excelentes condiciones agro-ecológicas para el cultivo de frutilla y produce esta fruta prácticamente todo el año. La producción primicia, la cual comprende el período Mayo-Agosto, la frutilla de estación es cosechada entre Septiembre y Noviembre y la producción de verano de Diciembre a Marzo. Las frutillas primicia y de estación proceden de Lules y la producción de verano de Tafí del Valle. Actualmente hay en Tucumán cinco empresas productoras de frutillas que cuentan con tecnología de frío y congelado. Algunas de estas empresas exportan con regularidad frutilla congelada en bloques y como congelado individual rápido (IQF). (EEAOC, 2004)

La producción de frutilla en Tucumán alcanzó el primer lugar a nivel regional en el país, con 567 hectáreas, con un margen de error de $\pm 3\%$. Esta determinación fue realizada en forma

conjunta por el INTA y la Secretaría de Producción de Tucumán. (La Gaceta, 2023). La distribución provincial de la producción de frutillas se muestra en Tabla 3.

Tabla 3. Distribucion del área frutillera en la provincia de Tucumán. Fuente: Adaptado de La Gaceta, 2023.

Departamentos	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Lules	476	84
Famaillá	42	7
Chicligasta	33	6
Leales	10	2
Tafí del Valle	6	1

Hasta 1999 el 70% de la frutilla se destinaba al consumo fresco y se comercializaba en Tucumán y Buenos Aires. El resto se destinaba a industrias que consumen pulpas o para confección de dulces y lácteos. A partir del año 1999 tomó impulso la industrialización de frutilla como congelado.

Aunque el sector ha crecido los últimos años, tiene inconvenientes vinculados a pérdidas por falta de un adecuado tratamiento de post-cosecha y a fallas en la logística y comercialización, principalmente en el segmento integrado por pequeños productores. También como ocurre en la mayoría de las producciones de importancia carece de políticas integrales de desarrollo sostenible.

Durante el año 2020, el volumen de frutilla congelada exportado por Tucumán fue de 5.321 toneladas y representó el 71% de la frutilla comercializada por el país en el exterior. La cantidad exportada fue un 25% superior a la del año 2019. Entre los destinos se destacaron los Estados Unidos (81%) y Canadá (13%), mientras que el grupo “Confidencial” registró un 6% del volumen (Rodríguez *et al*, 2021)

Este cultivo y su industrialización generan residuos que actualmente se utilizan como materia orgánica incorporada a la tierra. No se encontraron antecedentes de su aprovechamiento como fuente de energía.

Bioproductos generados a partir de cultivo de frutilla

Hay bioproductos que se pueden obtener de las hojas de las frutillas, como el EAF o del residuo que queda en la elaboración de pulpa de frutilla (pedúnculo, sépalo y restos de fruta) como son los compuestos fenólicos.

Producción de Energía con Biomasa

En la figura 4 se muestra un esquema con las distintas formas de obtención de energías a partir de biomasa.

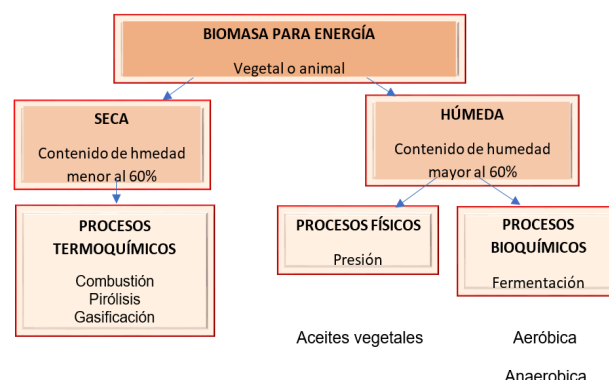


Figura 4. Procesos de conversión de la biomasa en energía. Fuente: Elaboración propia.

Combustión: El calor generado durante este proceso se puede aprovechar en la producción de vapor para procesos industriales y electricidad.

Pirólisis: La pirólisis es un proceso termoquímico en el cual la biomasa es calentada a elevada temperatura (500 a 800 °C) en una atmósfera libre de oxígeno, dando lugar a la formación de un sólido rico en carbono, una fracción volátil compuesta de vapores orgánicos condensables y productos gaseosos.

Gasificación: La gasificación es un proceso de conversión termoquímica de un sólido combustible en un gas portador de energía por medio de una oxidación parcial a elevada temperatura (600°C a 1.300°C) (Nogués *et al.*, 2008).

Biogás: El biogás se obtiene producto de la digestión anaerobia de la materia orgánica y tiene diferentes usos energéticos, como calefacción, alumbrado o generación de metano, (70%), anhídrido carbónico (30-45%), más otros elementos trazas como oxígeno (200 ppm-1%), nitrógeno (menor al 5%), vapor de agua y H₂S (50 ppm-3%).

Bioetanol: El bioetanol se puede obtener de distintas materias primas como ser, las azucaradas (caña de azúcar, sorgo sacarífero, remolacha), las amiláceas (maíz, sorgo granífero, trigo, cebada, mandioca) y las celulósicas (fibras en general, madera, pastos, residuos agrícolas).

Tarasio y Mineti; y poseen una superficie de 20 Ha, 18 Ha y 70 Ha, respectivamente.

Se recolectaron los residuos de las plantas que quedan en el suelo luego del paso de la desmalezadora cuando termina el ciclo de cultivo de la frutilla. En el trabajo se identificaron para cada muestra recolectada la fecha de recolección, el lugar y lote de donde se extrajo la misma; así también la variedad de frutilla, la fecha de plantación, última aplicación de oxiclورو de cobre como fungicida, el uso de fertilizantes (Italpollina), el uso y tipo de riego y el rendimiento de cada lote (Tabla 4).

Tabla 4. Características del muestreo realizado en campo. Fuente: Elaboración propia.

Características	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Fecha de recolección	8/12/21	9/12/21	11/12/21
Campo-Lote	Shedan-3	Tarasio-1	Mineti-B
Variedad de frutilla	Petaluma	Camino Real	Frontera
Fecha de plantado	Abril 21	Abril 21	Abril 21
Última aplicación de oxiclورو de cobre	7/11/21	7/11/21	7/11/21
Uso de fertilizantes	Italpollina	Italpollina	Italpollina
Tipo de riego	Goteo	Goteo	Goteo
Rendimiento del lote (Kg/Ha)	45.000- 50.000	45.000- 50.000	45.000- 50.000

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de muestras de los rastros de frutilla

La toma de muestras de los rastros de frutilla después de la cosecha se realizaron en tres campos ubicados en la ciudad de Lules, Tucumán. Estos campos se identifican como Shedán,

En la Figura 5 se observa la operación de corte realizada por la máquina desmalezadora siendo traccionada por un tractor convencional. Cuando termina el ciclo de cultivo de la frutilla, se realiza la operación de corte de las plantas y luego se realiza su

incorporación al suelo para la fijación de nutrientes.

Figura 5. Operación de corte de las plantas de frutilla con desmalezadora. Finca Minetti, Lules, Tucumán. Fuente: Elaboración propia.

Una vez finalizada la campaña, se levantan las coberturas plásticas y se procede a la siembra de sorgo, tareas que se realiza en verano. Esta rotación de cultivo se realiza para mantener los niveles de nutrientes en el suelo y aportar materia orgánica al mismo.

Estimación del rastrojo de frutilla

Para la estimación del volumen de rastrojo que deja la cosecha de la frutilla, se realizó una demarcación superficial de 1 m² y se recogieron los residuos de cosecha encontrados en dicha superficie (Figura 6). Luego se determinó gravimétricamente la cantidad de residuo por m².

En la Figura 6 se observa la superficie delimitada de muestreo para la toma del material residual de la cosecha de la frutilla, realizada en la finca Shedán, ubicada en la ciudad de Lules, Tucumán y

en la Figura 7 se muestra la superficie sin el rastrojo.

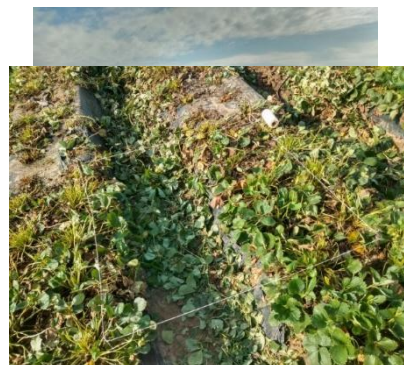


Figura 6. Imagen de la demarcación del metro cuadrado para tomar la muestra. Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Área delimitada en el campo donde ya se levantó la muestra. Fuente: Elaboración propia

Determinación del rendimiento del rastrojo (RR)

La determinación de RR se obtuvo considerando el residuo en una superficie de un metro cuadrado, según lo indicado anteriormente.

En la Tabla 5 se observan las masas de las 3 muestras recogidas en cada uno de los campos.

Tabla 5. Identificación de las muestras de residuos de cosecha de frutillas

Muestras	Variedad frutilla	RR (kg/m ²)
Muestra 1 (campo Shedan)	<i>Petaluma</i>	1,563
Muestra 2 (campo Tarasio)	<i>Camino Real</i>	1,129
Muestra 3 (campo Mineti)	<i>Frontera</i>	0,549

En la Tabla 5, se observa gran variabilidad de las tomas, la tercer muestra fue recogida con menor contenido de humedad, debido a que la máquina había realizado el corte el día anterior, mientras que en las dos primeras muestras, se levantaron en el momento de la operación de desmalezado. Este hecho evidencia la importancia de realizar el muestreo de los campos en igual tiempo posterior al corte de la planta.

Asimismo, se determinó el rendimiento del rastrojo por ha (RH), para ello se multiplicó el valor de la masa recolectada en el área delimitada por un factor de cambio de unidades, 10.000 m²/Ha, según lo indicado en la Ecuación 1.

$$RH \text{ (Kg/Ha)} = RR \text{ (kg/m}^2\text{)} \times 10000 \text{ (m}^2\text{/Ha)} \text{ (Ec. 1)}$$

Donde:

- RR es la cantidad de muestra por metro cuadrado de superficie.
- 10.000 m²/Ha , factor de cambio de unidades.

Determinación del contenido de humedad (W)

Las muestras obtenidas fueron secadas en estufa eléctrica, con circulación forzada de aire y controlador automático de temperatura a 105°C, durante 8 hs, hasta peso constante. (Zamora Rueda, 2016).

Posteriormente se realizó la tritución en un molino de cuchilla tipo fresa, hasta alcanzar una granulometría adecuada (menor a 1mm). Este tratamiento permite un correcto análisis fisicoquímico y energético de las muestras y es un requerimiento de los equipos que realizan estas determinaciones.

Cálculo de rendimiento del rastrojo en base seca (RR_s)

Conociendo el valor de la humedad se realizó el cálculo en base seca, ya que las muestras fueron recogidas directamente del campo con la humedad de origen. Para el cálculo del cambio de base, se utilizó la Ecuación 2. (Barbosa Cortez *et al*, 2008).

$$RR_s = RR \cdot (100 - w) / 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

RR_s: base seca

RR: base húmeda

w: humedad

Estimación del factor de residuo (FR).

El cálculo de FR se determinó por medio de la Ecuación 4, (Golato, 2017).

$$FR = (RH / RF) \times 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

RH: Rendimiento de rastrojo por hectárea (Kg/Ha).

RF: Rendimiento de frutilla en el lote (Kg/Ha).

Para la determinación de RF se consideró un rendimiento promedio de frutilla de 45.000 a 50.000 Kg /Ha. (Racedo, C, 2024)

Determinación del contenido de cenizas (Cz)

Para la determinación del contenido de cenizas en muestras de los residuos de cosecha de la frutilla y en la del residuo del EAF, se realizó un análisis termogravimétrico en equipo automatizado marca LECO, modelo TGA 701, según norma ASTM D 5142-02 modificada (Cruz *et al.*, 2016). Se realiza en una operación continua las determinaciones de los contenidos de humedad (w), sólidos volátiles (SV) y cenizas (cz), luego por gravimetría se obtiene el contenido de

carbono fijo (CF). Para realizar estas operaciones se parametrizó el equipo con diferentes rampas de calentamiento, inicialmente el secado de la muestra se realizó a una razón de 13 °C/mín entre los 25° a 105°C, para los SV con una rampa de 40°C/min entre 105 a 900°C y cenizas a una razón de 6°C/min entre 550° a 750°C en una atmósfera controlada de oxígeno.

Determinación de Poder Calorífico Superior (PCS).

El PCS es el máximo contenido calórico por unidad de masa seca de la biomasa.

Este parámetro sirve de referencia para comparar diferentes biomasa y sus capacidades energéticas en base seca. El PCS se determina en bomba calorimétrica (calorímetro) y tiene en cuenta el calor de condensación del vapor de agua producido en la combustión.

Los métodos calorimétricos consisten en quemar una cierta cantidad de combustible y medir la cantidad de calor producida a través de la energía a energía térmica ganada por un líquido conocido, agua, el que, de acuerdo al método a utilizar, puede estar contenida en un recipiente, o permanecer en continua circulación durante el proceso (Feijóo *et al.*, 2015).

Las muestras secas y molidas (Figura 8), fueron procesadas para el armado de pastillas mediante compresión, las mismas se introducen en el calorímetro para su análisis, (Figuras 9 y 10). Se determinaron los poderes caloríficos superiores de las cuatro muestras de residuos de cosecha y del EAF, en bomba Calorimétrica de Oxígeno 1224, Marca Parr, según normas ASTM D240 64 y ASTM D 271-70 (ver Figura 15).

Figura 8. Muestras molidas para el estudio de PCS.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 9. Fabricación de pastillas para colocar en el calorímetro. Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Fotografía de la pastilla que se coloca en el calorímetro. Fuente: Elaboración propia

Cálculo para obtener el Poder Calorífico Inferior (PCI).

Con los valores PCS obtenidos, se calculó el Poder Calorífico Inferior, según la Ecuación 5, adoptando una cantidad de H del 5%, siguiendo el método propuesto por Feijóo *et al.*, 2015, para determinar el PCI del bagazo, se desprende que

$$\text{PCI} = \text{PCS} \times (1-w) - 2442.E \quad (\text{Ec.4})$$

Donde:

PCS (KJ/Kg de combustible seco) = poder calorífico superior en base seca.

PCI (KJ/Kg de combustible) = poder calorífico inferior en base húmeda

E (Kg agua/Kg de combustible) = cantidad de agua en los gases de combustión:

$$E = 9 \times H \times (1 - Cz) \cdot (1-w) + w$$

Donde:

w (Kg agua/Kg combustible) = contenido de agua del combustible

H (Kg H₂/Kg de combustible seco libre de ceniza) = contenido de hidrógeno en la materia seca libre de ceniza.

Cz Kg de ceniza/Kg de combustible seco) =
contenido de ceniza de la materia seca.

Entonces, reemplazando, nos queda
la Ecuación 6:

$$PCI \text{ (KJ/Kg)} = PCS \times (1 - w) - 2442 \times [9 \times H \times (1 - Cz) \times (1 - w) + w] \quad (Ec.5)$$

El PCI de un combustible es la cantidad real de calor que produce una biomasa durante su combustión. Un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión debido a que parte del calor liberado se usa para evaporar el agua y no se aprovecha en la reducción química del material y sale este calor con los gases producto de la combustión por la chimenea del equipo sin ser aprovechado.

Análisis de costos de recolección del residuo de la frutilla

Para el análisis del costo de recolección del residuo de frutilla se consideraron el gasto en recursos humanos y del combustible de la maquinaria necesaria. No se consideró el corte de las plantas con desmalezadora y el retiro de los plásticos y desechos, ya que es una operación propia de la cosecha del cultivo.

Con respecto al costo de recolección del residuo, se estimó que para una hectárea es necesario contar

con el trabajo de tres operarios y un tractor con tolva, trabajando 8 horas. Se adoptó un tractor marca Massey Ferguson, modelo 265 del año 2007, con una potencia de 50 HP. Con respecto a la labor agronómica de recolección del residuo del campo, se consideró el consumo de combustible (gasoil) de un tractor convencional normalmente se encuentra entre de 3 a 5 litros por hora de trabajo, en el presente estudio adoptamos 5 L/h (Hetz y Reina, 2012).

Un jornal para los operarios por hora en Diciembre de 2024 fué de \$ 2.200 (Racedo, 2024). Se adoptó la operación del tractor durante diez días para trabajar en las 120 Ha.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Rendimiento del rastrojo

En la Tabla 6 se pueden observar las masas de las tres muestras recogidas en cada campo, por metro cuadrado, las estimaciones del rendimiento por hectárea y el factor de residuo.

Para un rendimiento total de cosecha de frutilla entre 45.000-50.000 Kg/Ha, se calculó el factor de residuo en la Tabla 6.

Tabla 6. Masas de las muestras por metro cuadrado, por hectárea y factor de residuo.
fFuente: elaboración propia

Muestra	RR _s (kg/m ²)	RH (Kg/ha)	FR (%)
1	0,419	4.196,6	8,3 - 9,3
2	0,311	3.118,2	6,2 – 6,9
3	0,281	2.814,7	5,6 - 6,2

Se puede observar que el material que queda en campo resulta una cantidad representativa, no tan alta como la de la caña de azúcar o sorgo, pero adecuada para obtener energía.

Resultados de la caracterización fisicoquímica y energética de la biomasa.

En la Tabla 7 se observan los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica y energética de los residuos de la industrialización de la frutilla. Se midieron las humedades de treinta muestras de campo. La muestra 3 tiene una humedad menor porque esa se recogió al día siguiente del trabajo de la desmalezadora, las dos primeras fueron recogidas en el momento del corte. Es importante destacar que se confeccionó una muestra integral por campo analizado con el objetivo de disminuir los costos de análisis. Se hicieron las determinaciones de las cantidades de cenizas de cada muestra y salvo las del residuo del EAF, las cantidades de cenizas en los rastros son significativas. Para el caso de los PCI,

es notorio como la muestra 3 tiene un valor mayor PCI debido a que dicha muestra estaba más seca.

Tabla 7. Valores de humedad, cenizas, PCS y PCI.

Muestras	W (%)	Cz (%)	PCS (KJ/Kg)	PCI (KJ/Kg)
1	73,15	16,18	15.372	2.093,92
2	72,38	12,57	16.414	2.500,82
3	48,73	13,15	16.710	6.888,09

Valoración de biomasa de la provincia de Tucumán

En la Tabla 8 se puede observar que el poder calorífico de la planta de frutilla tiene un valor intermedio (16.165 KJ/Kg bs) entre los de las otras biomasa ensayadas en Tucumán, que se encuentran entre 15.749 KJ/Kg bs para RAC y 18.982 KJ/Kg bs para el caso del afrechillo de trigo.

El contenido de humedad en el residuo de frutilla fue elevado (64,75%), principalmente en dos de las muestras analizadas, pero ese detalle se puede mejorar fácilmente, dejando los residuos unos días en campo para su secado natural.

Cabe indicar que dos de las muestras, fueron obtenidas en el momento en que la desmalezadora las cortaba, mientras que la tercera se obtuvo al día siguiente de su corte. Las humedades en las primeras muestras fueron en promedio de 72,8% y la

humedad de la tercera fue del 48,7%. Éste hecho evidencia que el secado natural de un día en campo, fue 24,1%. Según Aso *et al* (2008), el alto contenido de humedad disminuye el PCI de los combustibles, por lo que el secado natural en campo, favorecería la obtención de una biomasa con mayor PCI.

En cuanto al valor de las cenizas obtenidas de los análisis de este estudio (promedio 13,96%), resultó elevado en comparación con el resto de las biomásas indicadas en la tabla con un promedio de

6,48%. Es importante indicar que valores elevados de cenizas disminuye el PCS del combustible según lo observado por Feijóo *et al.* 2015. Asimismo, esta mayor concentración de material inorgánico facilita el ensuciamiento interno del sistema de combustión utilizado por lo que debería evaluarse en un estudio más detallado la composición química de las cenizas (Golato, 2021).

Los valores encontrados en el presente estudio indicarían que sería factible aprovechar los residuos de la cosecha de la frutilla como posible fuente de energía. No obstante, se debería estudiar con mayor profundidad para evaluar su eficiencia en los procesos termoquímicos (combustión, pirólisis y o gasificación).

Resultado de costos en la poda de las plantas de frutilla

La operación de recolección en campo se estimó teniendo en cuenta el gasto en recursos humanos y el gasoil del tractor. Se estima que ese trabajo implica 15 días de trabajo de 8 hs para las 110 Ha de los tres campos.

Tabla 8. Resultados promedio de humedad, cenizas y PCS de biomásas de Tucumán. Fuente: Castagnaro et al. (2011)

Material ensayado	Variable	n	Media	CV %	Mínimo	Máximo
Bagazo de caña de azúcar	Humedad (%)	12	51,44	9,58	37,63	55,96
	Cenizas (% b.s.)	12	6,12	38,24	3,21	10,73
	PCS (Kj/Kg b.s.)	11	17.947	2,72	17.029	18.626
Médula de caña de azúcar	Humedad (%)	5	52,02	1,23	51,57	53,13
	Cenizas (% b.s.)	5	6,33	23,85	4,29	7,81
	PCS (Kj/Kg b.s.)	5	18.095	1,97	17.774	18.578
RAC presecado a campo	Humedad (%)	16	7,63	35,55	3,96	12,65
	Cenizas (% b.s.)	16	10,43	17,48	7,66	13,33
	PCS (Kj/Kg b.s.)	16	15.749	8,15	13.675	17.856
RAC + bagazo	Humedad (%)	3	47,81	14,52	39,83	52,41
	Cenizas (% b.s.)	3	9,80	27,16	7,18	12,50
	PCS (Kj/Kg b.s.)	3	17.130	2,36	16.675	17.450
Afrechillode trigo	Humedad (%)	3	14,01	0,43	13,95	14,07
	Cenizas (% b.s.)	3	5,06	2,55	4,96	5,20

	PCS (Kj/Kg b.s.)	3	18.982	0,66	18.895	19.126
Bagazo de sorgo (fibra lavada y secada en estufa)	Humedad (%)	28	2,60	57,01	0,46	5,69
	Cenizas (% b.s.)	28	3,14	12,27	2,51	3,91
	PCS (Kj/Kg b.s.)	28	17.809	1,59	17.265	18.495
Cáscara de limón (deshidratada)	Humedad (%)	4	8,03	32,95,	4,45	10,37
	Cenizas (% b.s.)	1	4,99	-	-	-
	PCS (Kj/Kg b.s.)	4	17.186	3,74	16.296	17.709
Polvo de cáscara de limón	Humedad (%)	1	6,19	-	-	-
	Cenizas (% b.s.)	1	5,97	-	-	-
	PCS (Kj/Kg b.s.)	1	17.441	-	-	-
Rastrojo de frutilla	Humedad (%)	3	64,75	-	48,73	73,15
	Cenizas (% b.s.)	3	13,96	-	-	-
	PCS (Kj/Kg b.s.)	3	16.195	-	15.372	16.710

n: número de determinaciones; **Media:** valor medio de las determinaciones; **CV%:** coeficiente de variación porcentual.

El salario para una persona por hora en Diciembre del 2024 está en \$ 2.200/h, lo cual implica que dos personas durante 10 días trabajando 8 hs. Implicaría un gasto de \$528.000.

En el caso del tractor, éste realiza su trabajo a razón de 7has/día trabajando 8hs. Y consume 5L por hora de trabajo. Necesita 15 días de trabajo para completar las 110 Ha. Para las quince jornadas de 8 hs el gasto de dinero en gasoil sería de \$720.000.

Todo el trabajo de levantar el residuo de frutilla implicaría un gasto de \$1248000.

CONCLUSIONES

El cultivo de frutillas es una actividad importante en la provincia de Tucumán, podríamos ubicarla en un cuarto lugar en conjunto con el cultivo de paltas y arándanos, detrás de la caña de azúcar, cereales y oleaginosas y cítricos.

En esta actividad, cuando su ciclo de cultivo termina, se cortan todas las plantas de frutilla y se dejan como abono en el suelo. Luego se suele sembrar sorgo durante el verano y después se vuelve a preparar el terreno para la frutilla el siguiente año.

La idea de este trabajo surgió al tratar de aprovechar ese residuo, buscarle un destino con un valor agregado, para poder cerrar una economía circular, ya sea como biocombustible, como materia prima para obtención de otros productos o para su reutilización como biofertilizante para otros cultivos o para el de la misma frutilla.

Teniendo en cuenta los trabajos que se fueron ejecutando, si bien las cantidades de rastrojo que quedan en el campo después del trabajo de la desmalezadora no son muy abundantes, para este estudio se obtuvieron en promedio 3.376,5 kg/ha, los cuales resultaron menores a los obtenidos en

caña de azúcar que rinde unos 7.000 a 15.000 Kg/Ha o el sorgo dulce produce unos 5.000 a 8.000 Kg/Ha.

Se pudo observar que las características fisicoquímicas y energéticas resultaron favorables. Los PCS de las muestras tienen valores intermedios entre las otras biomásas presentes en la provincia de Tucumán, donde teníamos desde 15.749 Kj/Kg para el RAC seco, 18.982 Kj/Kg para el afrechillo de trigo y, para la frutilla 16.165 Kj/Kg en promedio en base seca. Es importante indicar que el contenido de humedad para las dos primeras muestras (mezcla 1 y mezcla 2) los valores resultaron elevados (promedio aproximado 73%), por tratarse de muestras tomadas en el momento del corte de plantas. Se observó que un día después del mencionado corte, la humedad disminuyó aproximadamente un 33% (49% vs. 73%). Este hecho nos lleva a proponer un estudio de la curva de secado de los residuos para evaluar la variación del PCI en el tiempo.

Estos resultados indicarían que es posible realizar un aprovechamiento energético por medio de procesos termoquímicos como la combustión, gasificación o pirólisis, cuyos productos podrían ser utilizados en la producción de electricidad a baja escala para uso propio en el campo. No obstante, debido a los

elevados contenidos de cenizas encontrados en los residuos de frutilla (promedio $cz = 13,96\%$), resultaría necesario estudiar el efecto de las mismas en su fusibilidad, para ello será necesario evaluar su composición química. Además, también será necesario determinar los contenidos de cloro y azufre por ser elementos esenciales en la formación de las cenizas, según lo observado por Golato, (2021).

Se propone para seguir con este trabajo, estudiar los rendimientos energéticos sometiendo al rastrojo de frutilla a tratamientos como combustión, gasificación, pirólisis y producción de biogás y así poder corroborar su factibilidad energética.

Para realizar un estudio más detallado de la posibilidad de aprovechar los residuos por medio de los procesos de gasificación y de pirólisis, será necesario realizar un análisis termogravimétrico (TGA), para obtener principalmente los contenidos de sólidos volátiles y carbono fijo, además de las temperaturas características de los procesos

De este estudio surge la posibilidad de darle mayor valor agregado a los residuos de la frutilla, posibilitando una economía circular sobre la producción de frutilla de Tucumán.

BIBLIOGRAFÍA

ADEERA, Tarifas & Ingresos Resumen Ejecutivo
Julio de 2019

Aso, G.; E.A. Feijóo; S.M. Sosa y D. Paz. 2008.
Residuos agrícolas de la cosecha en verde de la
caña de azúcar. Experiencias de secado natural en
el campo. Revista Avance Agroind. Vol. 29 (1):
19-22.

**Barbosa Cortez, L.A.; Silva Lora, E.E. y Olivares
Gómez, E. 2008.** Biomasa para energía. Editorial
Unicamp. Campinas. San Pablo. Brasil.

**Castagnaro, A.; Golato, M. A.; Paz, D. y Feijoo,
E. 2018.** Caracterización energética de biomasa
residuales de origen agroindustrial de Tucumán
Ing. Ind., Ingeniería y Proyectos Agroindustriales,
EEAOC.

**Cruz, M. C.; Zamora Rueda, G.; Golato, M. A. y
Paz, D. 2016.** Caracterización de biomasa
regionales. Argentina (Tucumán) y Brasil (Itajubá).
Avance agroindustrial.

Dipeto, P. 2017. Desarrollo de estrategias de
biocontrol para un manejo fitosanitario sustentable
de cultivos de importancia regional. Tesis doctoral.
Universidad Nacional de Tucumán Facultad de
Bioquímica, Química y Farmacia.

Dominguez, A. 2021. Director de Chile alimentos.
Presidente internacional Raspberry Organization.
Seminario Frutilla: Mercado, Rentabilidad,
Variedades y Tecnología Post Cosecha.

EEAOC, 2004. La actividad frutillera en la provincia
de Tucumán y Argentina. Producción,
exportaciones, importaciones y precios de la
frutilla fresca y congelada.

**Feijóo, E.A.; Golato, M.A.; Franck Colombres,
F.J. y Paz, D. 2015.** Características energéticas
de los residuos agrícolas de la cosecha en verde
de caña de azúcar de Tucumán. License. ISSN
0370-5404. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán Tomo
92 (2): 23-32; 2015.

Golato, M.A. 2017. Valoración energética de
biomasa residuales para la generación de
energías en Tucumán. Argentina. Trabajo
integrador de la carrera de Especialización de
Energía Bioenergética. Universidad tecnológica
Nacional, Facultad Regional, Tucumán.

Golato, M.A. 2021. Estudio de la variación de la
temperatura de fusión de cenizas de calderas de
biomasa en función de sus componentes ácidos y
básicos. Tesis de maestría en Ingeniería
Bioenergética. Facultad Regional Tucumán.
Universidad Tecnológica Nacional.

**Golato, M.A.; Franck Colombres, F.J.; Aso, G.;
Correa, C.A. y Paz, D. 2008.** Metodología de
cálculo de la eficiencia térmica de generadores de
vapor. Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán Tomo 85 (2):
17-31. ISSN 0370-5404

Hetz, E.H. y Reina, L.C., 2012. Consumo y
alternativa de ahorro de combustible en la
utilización de tractores agrícolas. Revista La
Técnica, Vol. 9: pp. 6-9. ISSN 1390-6895.

La Gaceta. 2023. Estudio del INTA. Disponible en:
<https://www.lagaceta.com.ar/nota/1013330/economia/crecio-area-frutilla-567-hectareas.html>. Última
consulta: 05/12/2024.

Nogués, F.S. 2010. Energía de la Biomasa,
volumen I. (Energías renovables). Prensas de la
Universidad de Zaragoza

**Paz, D.; Golato, M.A. y Franck Colombres, F.
2021.** Gasificación de biomasa. Coceptos. Tipos
de gasificadores. Condicionantes técnicos del
proceso. ¿Combustión o gasificación?. Apuntes
de clase de usos térmicos de la biomasa.
Universidad tecnológica Nacional, Facultad
Regional, Tucumán.

Pérez, D. 2004. La actividad frutillera en San Miguel de Tucumán. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Publicación especial 26. Disponible en: <https://www.eeaoc.gob.ar/wp-content/uploads/2018/12/frutilla2004.pdf>. Última consulta: 05/12/2024.

Racedo, C, 2024. Responsable campos Shedán, Tarasio y Mineti. Comunicación personal.

Rodriguez, G; Pérez, D; Paredes, V y Lobo, R. 2021. Reporte agroindustrial. Estadísticas y márgenes de cultivos tucumanos. Actividad comercial del cultivo de frutilla en la Argentina y Tucumán, campaña 2020. Gastos de plantación en el año 2021. ISSN 2346-9102 Sección Economía y Estadísticas Sección Horticultura.

Saez, I.I. 2008. Aprovechamiento energético del residuo agrícola de la cosecha en verde de la caña de azúcar mediante el proceso de gasificación. Tesina final para la obtención del título de ingeniería química. FACET, UNT. Disponible en: <https://www.facet.unt.edu.ar/ingenieriaquimica/wp-content/uploads/sites/50/2017/03/Repositorio-Digital-Trabajos-Finales-IQ-4.pdf>. Última consulta: 05/12/2024.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2023. Producción de frutilla en Argentina. Información de TRADEMAP 2021. Disponible en <http://argentina.gob.ar/sites/default/files/sagyp-info-rme-produccion-frutillas-enero-2023.pdf>. Última consulta: 05/12/2024.

35.- Medio Ambiente y contaminación ambiental

Humedales de tratamiento para la estabilización de lodos biológicos provenientes de una industria láctea

Autor: Aguirre, Esteban Luis; estebanluisaguirre@gmail.com

Orientadores: Nocetti, Emanuel; emanuel_nocetti@hotmail.com; Hadad, Hernán Ricardo;
hadadhernan@gmail.com

Universidad Nacional del Litoral / Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas

Resumen

Los efluentes lácteos son comúnmente tratados mediante procesos biológicos. Debido a la carga orgánica y nutrientes, estos tratamientos generan lodos que representan un desafío para su disposición final. Los Humedales de Tratamiento de Lodos (HTL) representan una tecnología promisorio para abordar esta problemática. Los HTL deshidratan a los lodos por drenado y evapotranspiración por parte del sustrato y macrófitas utilizadas, y los estabilizan mediante procesos fisicoquímicos y biológicos que suceden en el sistema. El objetivo del trabajo fue evaluar la factibilidad de tratar lodos lácteos con HTL en base a la tolerancia y evapotranspiración de las macrófitas y la eficiencia de deshidratación de los lodos. Se llevaron a cabo dos experimentos, centrados en la evaluación de la evapotranspiración de *Canna glauca* y *Typha domingensis* (exp. 1) por diferencia de nivel de agua en HTL saturados, y de la tolerancia de las macrófitas y la eficiencia de deshidratación de lodos (exp. 2) por medio de balances de masa de sólidos y agua y comparación de la biomasa desarrollada en HTL con agua o lodos. En estos experimentos se midió la diferencia de nivel de agua, ST, SV, DQO, DBO, NTK, PT, número y altura de individuos, tasa de crecimiento relativo y biomasa. Además, se registraron variables meteorológicas para evaluar un posible efecto estacional. *T. domingensis* presentó mayor tasa de evapotranspiración en los HTL saturados con agua. Sin embargo, los HTL plantados con *C. glauca* mostraron mayor tolerancia y deshidratación de los lodos. Los resultados obtenidos demuestran la factibilidad de utilizar *C. glauca* en HTL para el tratamiento final de lodos de origen lácteo.

Palabras clave: deshidratación de lodos, gestión de lodos, tasa de evapotranspiración.

Introducción

Argentina se ubica dentro de los principales productores y exportadores de productos lácteos en Sudamérica, ya que posee una producción que supera ampliamente la demanda interna. La producción industrial láctea se concentra en la denominada cuenca lechera conformada por las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe (Gastaldi et al., 2020). Por este motivo, el tratamiento eficiente de los efluentes y otros residuos de las industrias lácteas es una temática que concierne a la región.

Dentro de las problemáticas ambientales asociadas al rubro, encontramos a la elevada generación de efluentes. Los mismos son comúnmente tratados por plantas de tratamientos convencionales, que presentan al menos una etapa de tratamiento biológico en su conformación. Si bien este tipo de tratamiento es apropiado para la remoción de la elevada carga de materia orgánica y nutrientes presente en los efluentes lácteos, estas mismas características conducen a la producción excesiva de biosólidos, entendiéndose como tales a los lodos generados por tratamientos biológicos convencionales y los lodos con alto contenido de grasas provenientes de tratamientos primarios.

La disposición final de los lodos representa un desafío para la industria, ya que su volumen es elevado, presentan un contenido de agua superior al 90%, sólidos orgánicos, pueden contener patógenos y compuestos

potencialmente tóxicos, por lo que son difíciles de estabilizar y los métodos convencionales para tratarlos representan un elevado porcentaje del costo total de tratamiento (Brisolara et al., 2020).

Los Humedales de Tratamiento de Lodos (HTL) surgen como un método alternativo para deshidratar y estabilizar dichos residuos (Nielsen y Stefanakis, 2020; Saeed et al., 2022; Uggetti et al., 2010), donde las principales ventajas frente a los tratamientos convencionales incluyen menores costos de construcción, operación y mantenimiento, consumo energético accesible y la obtención de un subproducto final estabilizado de elevada calidad que puede ser aprovechado o reutilizado (Brix, 2017). Uno de los principales procesos deseados en un HTL es la deshidratación de los lodos tratados para alcanzar una reducción significativa del volumen a disponer. Estos sistemas utilizan diferentes sustratos que actúan como medio filtrante y ofrecen soporte para el crecimiento a especies de macrófitas encargadas de evapotranspirar el exceso de humedad de estos residuos (Cross et al., 2021). La operación clásica de los HTL sucede en ciclos compuestos de un período relativamente corto de carga o alimentación con lodo seguido de un período de mayor duración de descanso del lecho. En esta segunda etapa de la operación, la alimentación cesa y el lodo se deshidrata, donde la pérdida de agua se produce por percolación del agua a través del medio

filtrante y por evapotranspiración a través de los tejidos aéreos de las plantas (Gholipour et al., 2024, Nielsen y Stefanakis, 2020). En el ciclo siguiente, el lodo es nuevamente esparcido sobre la capa residual y es deshidratado en el período de descanso subsecuente. De esta forma, los sólidos quedan retenidos y se acumulan en la superficie de los HTL (Nielsen y Stefanakis, 2020; Saeed et al., 2022; Stefanakis et al., 2014).

La eficiencia de los HTL dependerá no sólo de la composición de los lodos a estabilizar, sino también de la correcta selección de una especie de macrófita que presente tasas de crecimiento y de evapotranspiración elevadas en las condiciones ambientales del sitio de aplicación (Gagnon et al., 2012; Hu et al., 2020; Stefanakis y Tsihrantzis, 2012). Por este motivo, debe evaluarse la utilización de especies nativas, ya que las mismas están adaptadas a las condiciones ambientales de la región, lo que las convierte en especies capaces de tolerar las condiciones impartidas en el tratamiento alcanzando un desarrollo óptimo, favoreciendo al proceso de deshidratación del lodo.

Objetivos

Evaluar la factibilidad de utilizar Humedales de Tratamiento de Lodos para deshidratar biosólidos provenientes de una planta de tratamiento de efluentes de una industria láctea local, en base a la tolerancia de las macrófitas, velocidad de

evapotranspiración y eficiencia de deshidratación de los lodos.

Materiales y Métodos

Para alcanzar el objetivo planteado, se llevaron a cabo dos experimentos. El experimento 1 se enfocó en la evaluación de la tasa de evapotranspiración de las macrófitas a fines de seleccionar la especie óptima para ser utilizada en un HTL. Se construyeron HTL a escala microcosmos utilizando reactores plásticos. Los mismos fueron dispuestos por duplicado en invernadero. Las macrófitas evaluadas fueron *Canna glauca* y *Typha domingensis*. Para todos los tratamientos, el sustrato fue conformado por 5 cm de arena fina y 20 cm de canto rodado. Los tratamientos fueron definidos como: sustrato + *C. glauca* y sustrato + *T. domingensis*. Además, se evaluó la pérdida de agua en sustrato en HTL no vegetados como control. Inicialmente se colocaron dos individuos por reactor con una altura media de 20 cm. El período de aclimatación duró 1 mes. Se llevó a cabo el monitoreo de los mismos para estimar las tasas de evaporación en los controles y de evapotranspiración en los sistemas vegetados durante un año. Para esto, los sustratos se mantuvieron en saturación con agua de red con el propósito de facilitar la medición de diferencia de niveles para los cálculos realizados. Se midieron niveles iniciales y finales de pelo de agua 3 veces por semana y se calculó

la diferencia de nivel para cada período. Las tasas de evaporación y evapotranspiración se obtuvieron al dividir esta diferencia por la cantidad de días de cada período. Se registraron variables meteorológicas como temperatura del aire, humedad relativa y velocidad del viento, obtenidos de la estación meteorológica de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ - UNL). Se registraron además otras variables como número y altura de individuos para calcular densidad de macrófitas (número de individuos por unidad de área), tasa de crecimiento relativo (TCR) de acuerdo a Hunt (1978) y biomasa al inicio y al final del experimento (peso seco de las macrófitas por unidad de área). Para evaluar posibles efectos estacionales en la respuesta de los sistemas, se obtuvieron los valores medios de las pérdidas de agua y de las variables meteorológicas y biológicas por estación. El segundo experimento (experimento 2) realizado fue direccionado a determinar la tolerancia de las macrófitas al lodo y la eficiencia de los HTL para deshidratar los biosólidos. En este experimento se utilizaron HTL con el mismo sustrato y las mismas macrófitas que en el experimento 1, provistos de un reservorio externo para coleccionar el drenado producido. Los mismos fueron alimentados con lodo proveniente de las lagunas aeróbicas de una planta de tratamiento de efluentes lácteos de una industria de la región. El régimen de

alimentación de lodos en los HTL fue de $0.10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-2}$ por carga, completando un total de 6 cargas, en un período de 2 meses aproximadamente. Para determinar la eficiencia de los sistemas, se realizó un balance de masa de agua y sólidos en todos los tratamientos. Se tomaron muestras del lodo inicial, de los sólidos acumulados en superficie y del drenado coleccionado en el reservorio externo. En estas muestras se determinó el contenido de sólidos totales, sólidos volátiles de acuerdo a APHA (2012) y se estimó el contenido de agua por diferencia de masa total y masa de sólidos. Asimismo, se determinó parámetros fisicoquímicos como DQO, DBO, NTK y PT (APHA, 2012) a fines de determinar la calidad del drenado generado. Para evaluar la tolerancia de las macrófitas a las condiciones del sistema se determinó el incremento/disminución de la biomasa en reactores alimentados con lodo, y los mismos fueron comparados con reactores réplicas alimentados con agua de red en el mismo régimen de operación respecto a los reactores alimentados con lodo.

Resultados y Discusión

Experimento 1:

En términos generales, durante el monitoreo se presentaron temperaturas uniformes en períodos cálidos, mientras que en invierno se registraron temperaturas atípicas. En cuanto a la humedad relativa,

todas las estaciones alcanzaron el valor máximo de 99%. El menor valor de humedad relativa corresponde a primavera, donde se registró un 17%. Considerando los valores medio de humedad relativa, la estación más seca fue verano, seguida de primavera, invierno y otoño. Con respecto a la intensidad del viento, el mayor valor fue registrado en invierno, seguido por primavera, verano y otoño. Las condiciones más favorables para la pérdida de agua de estos sistemas por evapotranspiración se relacionan directamente con elevadas temperaturas, baja humedad relativa y elevada velocidad del viento (Xiang et al., 2020).

La Figura 1 muestra los valores medios de pérdida de agua por tratamiento para cada estación. Los valores de pérdida de agua en los controles corresponden a valores medidos de evaporación y en los tratamientos vegetados a valores medidos de evapotranspiración. Puede observarse que la mayor pérdida de agua se produjo en verano y la menor en invierno, principalmente en los sistemas vegetados. En el tratamiento control, no se evidencia un efecto notorio en la pérdida de agua entre estaciones. Estos resultados concuerdan con los esperados de acuerdo a la estación meteorológica en que se

presentan (Nielsen y Stefanakis, 2020; Xiang et al., 2020). Los valores observados de evapotranspiración son comparables con los reportados por otros autores (Nivala et al., 2022; Bois et al., 2021). En la Figura 2 se observan los valores medios de pérdida de agua de los distintos tratamientos y variables meteorológicas por estación. Se puede observar que en todas las estaciones el sistema control sufrió la menor pérdida de agua. La presencia de plantas en el sistema incrementa la pérdida de agua por transpiración de las mismas (Bois et al., 2021). *T. domingensis* superó a *C. glauca* en otoño, verano y primavera, siendo esta diferencia más marcada en primavera y verano, debido a que se registraron las mayores temperaturas y valores de humedad relativa más bajos, es decir, frente a las condiciones más favorables para la pérdida de agua. En invierno la pérdida de agua fue similar en los tres sistemas. En general, los resultados observados sugieren que valores de evaporación y evapotranspiración muestran una relación positiva con la velocidad del viento, es decir que una mayor velocidad del viento puede verse relacionada con mayores valores de evaporación y evapotranspiración diaria.

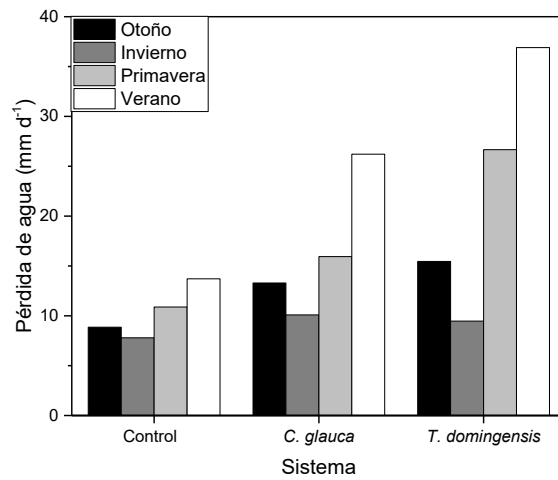


Figura 1: Pérdida de agua media para cada estación por tratamiento.

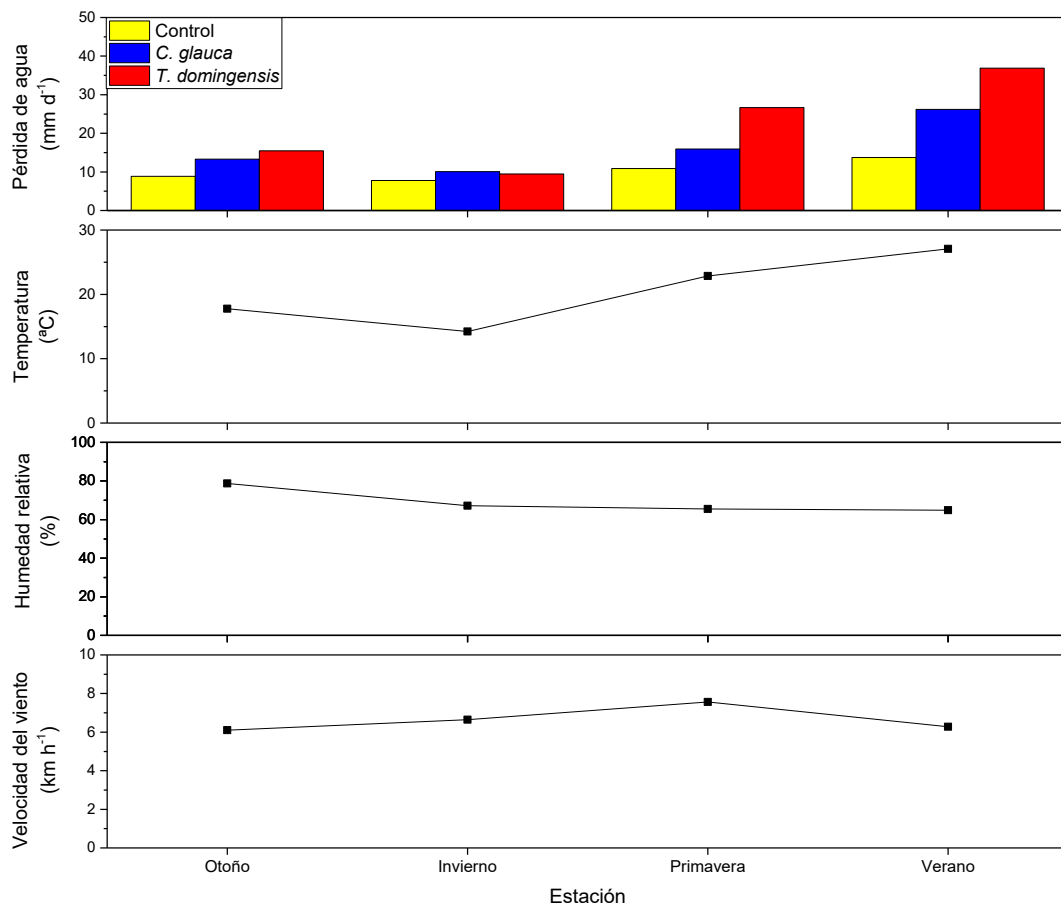


Figura 2: Valores medios de pérdida de agua en tratamientos, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento por estación durante el período monitoreado.

Los resultados obtenidos muestran una relación directa entre las pérdidas de agua y las variables biológicas (Figura 3). Se observa que, a mayor altura y número de plantas, mayor es la evapotranspiración para ambas especies evaluadas. La TCR disminuye en ambas especies en invierno. Estos resultados sugieren una mayor dependencia de la pérdida de agua a las variables biológicas con respecto a las variables meteorológicas frente a períodos favorables de crecimiento (verano y primavera). En otoño e invierno, la altura de plantas decrece, sin embargo, el número de plantas aumenta. La TCR incrementa en *C. glauca* y decrece en *T. domingensis*. En períodos de crecimiento desfavorable, la evapotranspiración muestra una mayor dependencia a las variables meteorológicas sobre variables biológicas. Tanto para las tasas de evaporación y evapotranspiración diaria, los controles no vegetados mostraron una pérdida de agua significativamente inferior respecto a los tratamientos vegetados. Esto se debe a que, en reactores vegetados, además del proceso de evaporación se agrega el proceso de transpiración incrementando la pérdida de agua (Bois et al., 2021; Nielsen, 2020). Con respecto a la pérdida de agua diaria media durante todo el período de duración del experimento, los valores de evapotranspiración y evaporación observados fueron de sustrato + *C. glauca* = $15,74 \pm 10,82 \text{ mm d}^{-1}$, sustrato + *T.*

domingensis = $21,12 \pm 14,10 \text{ mm d}^{-1}$ y control = $10,09 \pm 5,45 \text{ mm d}^{-1}$. Por otro lado, los valores medios de pérdida de agua acumulado por tratamiento fueron de 5338,03 mm, 6983,94 mm y 3357,89 mm en sistemas plantados con *C. glauca*, *T. domingensis* y control, respectivamente. Estos resultados muestran la importancia de la presencia de las macrófitas para optimizar la pérdida de agua del sistema. La Tabla 1 presenta los valores de biomasa inicial y final para el experimento 1. Los valores de biomasa total para *C. glauca* y *T. domingensis* incrementaron 3.7 y 27.1 veces al final del experimento, respectivamente. Además, *T. domingensis* mostró un mayor incremento de los tejidos aéreos y subterráneos (14.7 y 39.3 veces) superior a los de *C. glauca* (4.2 y 5.8 veces). La Figura 4 muestra el desarrollo alcanzado de las macrófitas durante el experimento 1. Estos resultados junto con los valores de densidad media en los distintos tratamientos (Figura 3) pueden explicar los elevados valores de evapotranspiración para los tratamientos con *T. domingensis*. Los resultados concuerdan con los reportados por Gagnon et al. (2012) quienes encontraron una relación positiva entre la pérdida de agua por evapotranspiración y la biomasa en HTL.

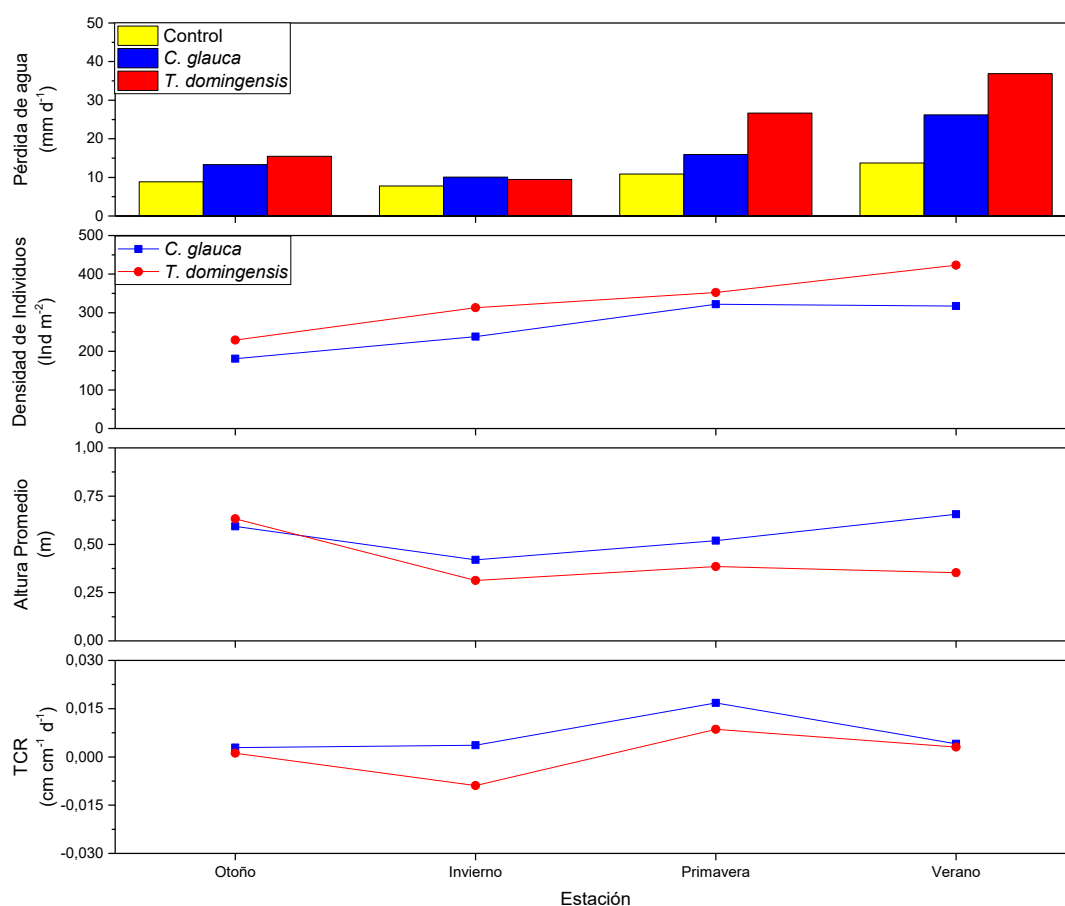


Figura 3: Valores medios de pérdida de agua en tratamientos, densidad de individuos, altura de plantas y tasa de crecimiento relativo por estación durante el período monitoreado.

Tabla 1: Biomasa al inicio y al final del experimento 1.

			Biomasa (g m ⁻²)	
			Promedio	Desvío
Inicial	<i>C. glauca</i>	Aérea	431	2,2
		Subterránea	771	3,9
		Total	1202	60,0
	<i>T. domingensis</i>	Aérea	129	6,3
		Subterránea	129	6,6
		Total	257	5,3
Final	<i>C. glauca</i>	Aérea	1815	21,4
		Subterránea	4461	53,5
		Total	6276	74,9
	<i>T. domingensis</i>	Aérea	1890	53,5
		Subterránea	5066	74,9
		Total	6957	128,3

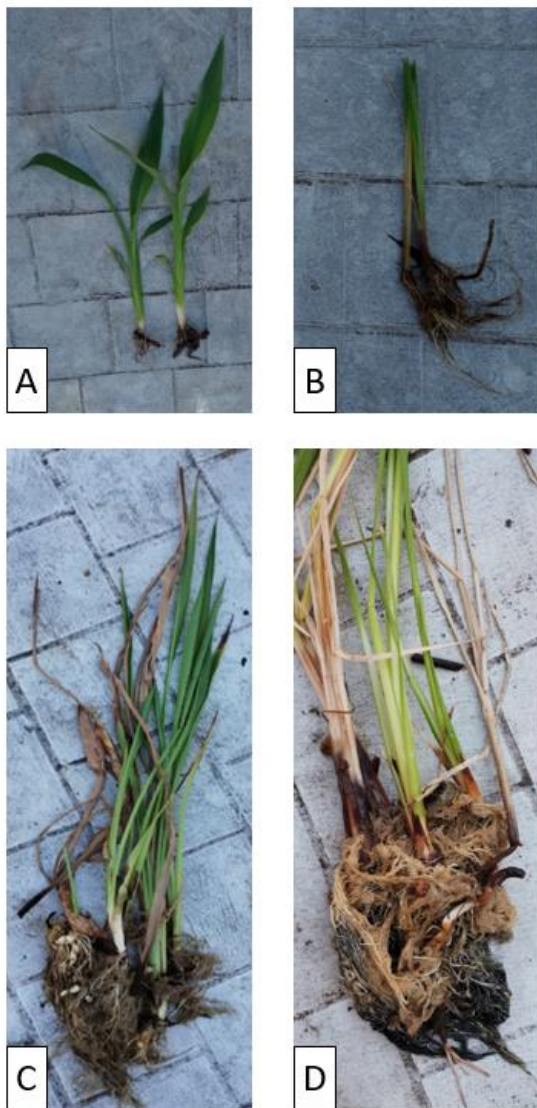


Figura 4: Desarrollo de las macrófitas en el experimento 1. (A) *C. glauca* inicial. (B) *T. domingensis* inicial. (C) *C. glauca* final. (D) *T. domingensis* final.

Experimento 2:

La Tabla 2 y Tabla 3 muestran los resultados obtenidos del balance masa de agua y sólidos totales realizado, respectivamente. Con respecto al balance de agua (Tabla 2), la masa total ingresada entre las 6 cargas de lodo fue de 43.32 kg,

de los cuales la mayor parte fue drenada por el sistema. El porcentaje de agua evaporada fue menor a la retenida en lodos acumulados en superficie en el control. Para el caso de los reactores vegetados, el porcentaje de pérdida de agua por evapotranspiración fue mayor que el porcentaje retenido en lodos acumulados. Los tratamientos con *C. glauca* mostraron una mayor pérdida de agua por evapotranspiración respecto a los tratamientos con *T. domingensis*. En HTL, el principal mecanismo de pérdida de agua es el drenado a través del sustrato seguido de la pérdida de agua por evapotranspiración (Gholipour et al., 2024). Es por esto que el uso de determinadas especies distingue la eficiencia de los diferentes tratamientos evaluados.

La masa total ingresada de ST, es significativamente menor que la masa total de agua. La Figura 5 muestra la superficie de los HTL al final del experimento 2. La mayor parte de estos se acumuló en superficie o en el interior del sustrato (Tabla 3), sin embargo, un porcentaje significativo se perdió junto con el drenado en todos los sistemas (13-16%). En los tratamientos con *C. glauca*, el mayor porcentaje de sólidos fue retenido en superficie. Por otro lado, se produjo un mayor ingreso de los sólidos en el interior de los sustratos para los tratamientos con *T. domingensis* y el control.

Tabla 2: Balance de masa de agua en experimento 2.

Balance de masa - agua	Control	<i>C. glauca</i>	<i>T. domingensis</i>
Inicial (%)	100,00	100,00	100,00
Drenado (%)	86,74	75,94	84,04
Acumulado en superficie (%)	8,64	6,92	6,25
Evaporado/evapotranspirado (%)	4,62	17,13	9,71

Tabla 3: Balance de masa de sólidos totales en experimento 2.

Balance de masa - ST	Control	<i>C. glauca</i>	<i>T. domingensis</i>
Inicial (%)	100,00	100,00	100,00
Acumulado en superficie (%)	40,85	45,60	34,39
Drenado (%)	15,77	13,81	15,28
Retenido en interior del sustrato (%)	43,38	40,59	50,33

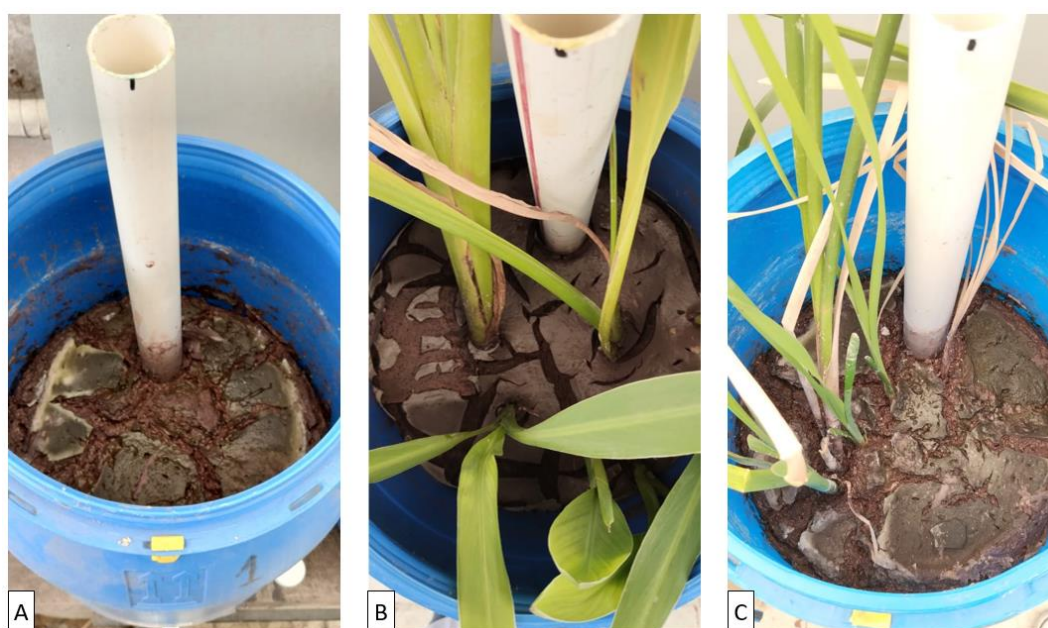


Figura 5: Lodos acumulados en superficie al final del experimento 2. (A) Control final. (B) *C. glauca* final. (C) *T. domingensis* final.

El ingreso de sólidos en el interior del sustrato pudo deberse a una menor resistencia de la capa de sólidos acumulados, relacionada con una menor densidad del mismo, además del grado de

desarrollo de la biomasa subterránea en las distintas especies. Por esto, los sólidos acumulados en superficie mostraron un incremento en su contenido porcentual, respecto al inicial, del 327 %, 466 % y 386

% para los tratamientos control, *C. glauca* y *T. domingensis*, respectivamente. Estos incrementos se ven relacionados con el mayor porcentaje de pérdida de agua por evapotranspiración para los sistemas plantados con *C. glauca*. Asimismo, estos sistemas fueron los que presentaron una menor transferencia de sólidos al interior del sustrato. La Figura 6 muestra los valores de biomasa obtenidos en el experimento 2 en sistemas alimentados con agua o lodo. Todos los sistemas aumentaron su biomasa con respecto al inicial. Se observa que, para una misma especie, la biomasa en los sistemas alimentados con lodo tuvo un valor mayor que su par alimentado por agua de red, posiblemente por disponibilidad de nutrientes en sistemas alimentados con lodo. Asimismo, los sistemas con *C. glauca* tuvieron mayor biomasa que los sistemas con *T. domingensis*. Esto puede indicar una mayor tolerancia por parte de *C. glauca* sobre *T. domingensis* a las condiciones del sistema.

Tanto para el lodo fresco como para los lodos acumulados en superficie al final del experimento 2, la relación SV/ST varió entre 68 % y 70 %, para todos los tratamientos. Esto se debe a que, considerando que las cargas no han sido interrumpidas y el tiempo de duración del experimento, no se produjo la mineralización de la materia orgánica

presente en los sólidos. Este proceso sucede principalmente en la fase final de operación de los HTL que no ha sido evaluada en este trabajo (Nielsen y Stefanakis, 2020).

Las Tabla 4 y Tabla 5 muestran la caracterización de los lodos frescos y drenado y los porcentajes de remoción para los principales contaminantes en cada tratamiento, respectivamente. Los resultados muestran que, para los contaminantes evaluados, todos los tratamientos mostraron porcentaje de remoción satisfactorios.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en el experimento 1 fueron los esperados en períodos de condiciones favorables de crecimiento para la evapotranspiración. Estos sugieren que la densidad de plantas y la TCR pueden condicionar significativamente los valores de tasa de evapotranspiración observados. *C. glauca* y *T. domingensis* demostraron ser especies apropiadas para su uso en HTL, donde *C. glauca* mostró mejores resultados en relación al desarrollo de la biomasa alcanzado en condiciones de saturación de agua.

En el experimento 2, los tratamientos que fueron alimentados con lodo, demostraron ser eficientes para la retención de sólidos y deshidratación de los mismos.

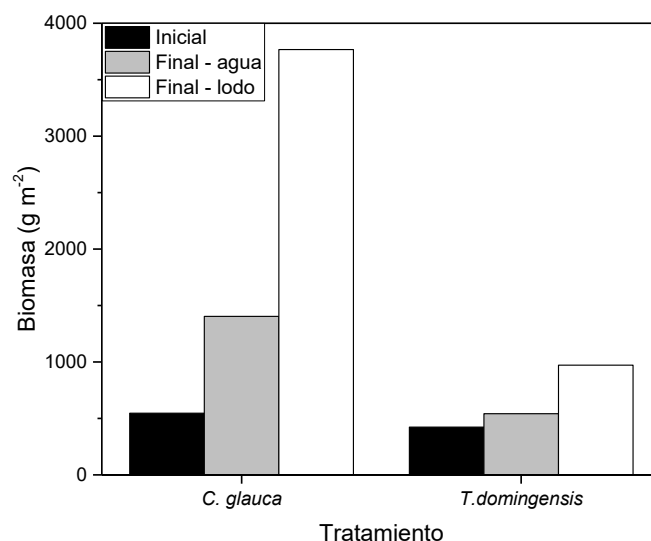


Figura 6: Valores medios de biomasa inicial y final en HTL con agua y lodo en el experimento 2.

Los HTL con *C. glauca* presentaron la mayor eficiencia de deshidratación por presentar mayor pérdida de agua por evapotranspiración, en contraposición con el experimento 1. En este experimento, los resultados obtenidos para biomasa de las especies evaluadas sugieren una mayor tolerancia de *C. glauca* frente a las condiciones de alimentación con lodo. En cuanto a los principales contaminantes, no se observó una diferencia en la eficiencia de remoción de los distintos tratamientos. Considerando esto, se recomienda utilizar *C. glauca* para la construcción de HTL para tratar lodos de estas características.

Referencias Bibliográficas

APHA (2012). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

22nd edition. American Public Health Association. Washington. D.C.

Bois, P., Childers, D. L., Walaszek, M., Wanko, A. (2021). Plant transpiration in constructed treatment wetland: Effects on water budget and management consequences. Journal of Environmental Management, 295, 113132.

Brisolara, K. F., Gentile, B., Puszykowski, K., Bourgeois, J. (2020). Residuals, Sludge and Biosolids: Advancements in the Field. Water Environment Research. 92(10), 1541-1551.

Brix, H. (2017). Sludge Dewatering and Mineralization in Sludge Treatment Reed Beds. Water, 9(3), 160.

Cross, K., Tondera, K., Rizzo, A., Andrews, L., Pucher, B., Istenič, D., Karres, N.,

- McDonald, R. (2021). Nature-based solution for wastewater treatment. A series of factsheets and case studies. 1st edition. IWA publishing. London, United Kingdom.
- Gagnon, V., Chazarenc, F., Kõiv, M., Brisson, J. (2012). Effect of plant species on water quality at the outlet of a sludge treatment wetland. *Water Research*, 46(16), 5305–5315.
- Gastaldi L., Litwin G., Maekawa M., Moretto M., Marino M., Engler P., Cautrín A., Centeno A., Galetto A., 2020. Encuesta sectorial lechera del INTA. Resultados del ejercicio productivo 2018 – 2019. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- Gholipour, A., Fragoso, R., Galvão, A., Duarte, E. (2024). Water balance analysis in a novel pilot-scale of the Worm-sludge treatment reed bed (W-STRB) planted with *Arundo donax*. *Water Research*, 250, 121066.
- Hu, S., Lv, Z., Zuo, X., Liu, H., Vymazal, J., Chen, Z. (2020). Effects of loading rates and plant species on sludge characteristics in earthworm assistant sludge treatment wetlands. *Science of The Total Environment*, 730, 139142.
- Hunt, R. (1978). *Plant Growth Analysis*. Studies in Biology N° 96. Edward Arnold Ltd, London.
- Nielsen, S., Stefanakis, A. I. (2020). Sustainable Dewatering of Industrial Sludges in Sludge Treatment Reed Beds: Experiences from Pilot and Full-Scale Studies under Different Climates. *Applied Sciences*, 10(21), 7446.
- Nivala, J., Wallace, S., van Afferden, M., Müller, R. A. (2022). Evapotranspiration dynamics in aerated and non-aerated subsurface flow treatment wetlands. *Science of the Total Environment*, 843, 156605.
- Saeed, T., Majed, N., Yavad, A. K., Hasan, A., Miah, M. J. (2022). Constructed wetland for drained wastewater treatment and sludge stabilization: Role of plant, microbial fuel cell and earthworm assistance. *Chemical Engineering Journal*, 430, 132907.
- Stefanakis, A., Akrotos, C.S., Tsihrintzis, V.A. (2014). *Vertical Flow Constructed Wetlands. Eco-engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment*. Elsevier. Amsterdam, Netherlands.
- Uggetti, E., Ferrer, I., Llorens, E., García, J. (2010). Sludge treatment wetlands: a review on the state of art. *Bioresource Technology*, 101, 2905 – 2912.
- Xiang, K., Li, Y., Horton, R., Feng, H. (2020). Similarity and difference of potential evapotranspiration and reference crop evapotranspiration – a review. *Agricultural Water Management*, 232, 106043.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad

Nacional del Litoral (UNL, Argentina) y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT, Argentina).

Financiamiento

Este trabajo fue realizado con fondos provenientes del siguiente proyecto: PICT 2020-02446 (ANPCyT, Argentina).

35.- Medio Ambiente y contaminación ambiental

Monitoreo entomológico de flebótomos de interés sanitario para la determinación del riesgo de transmisión de leishmaniasis visceral canina en Concepción del Uruguay, Entre Ríos.

Autora: Alveira, Melissa Ayelén, meli.alveira@gmail.com

Co-autores: Almeida Aubert, Karla Luciana, karlalucianalmeida12@gmail.com; Moreno, Diego, diego.javier.moreno@gmail.com; Orcellet, Emiliana, emiliana.orcellet@uner.edu.ar; Salomón, Oscar, odanielsalomon@gmail.com; Sastre, Kevin, kevin.sastre@uner.edu.ar

Orientadora: Villanova, Martina, martina.villanova@uner.edu.ar

Universidad Nacional de Entre Ríos / Facultad de Ciencias de la Salud

Resumen

La leishmaniasis visceral canina (LVC) es una enfermedad zoonótica causada por el parásito *Leishmania infantum*, que puede afectar a perros y personas mediante la picadura de flebótomos, principalmente de la especie *Lutzomyia longipalpis*. La ciudad de Concepción del Uruguay, en la provincia de Entre Ríos, se encuentra en el límite sur del área de dispersión vectorial y ha registrado casos importados en caninos, lo que motivó la necesidad de realizar monitoreos entomológicos de flebótomos de interés sanitario.

El presente estudio se plantea como objetivo general determinar el riesgo de transmisión de LVC en la ciudad asociado a la presencia del vector, utilizando el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para estratificar ambientalmente la ciudad, identificar sitios con características del peor escenario y relevar las condiciones ambientales. Se emplearon diez trampas de luz REDILA-BL durante la primavera y el verano 2024-2025 para evaluar la presencia de flebótomos de interés sanitario en coordinación con el Instituto Nacional de Medicina Tropical (INMeT), realizándose cinco períodos de captura con un total de 150 muestras.

Los resultados reportaron la presencia de flebótomos del *Complejo cortelezzii*, sin precedentes en Entre Ríos, y *Evandromyia sallesi*, en dos sitios residenciales rodeados por parches de vegetación intervenidos en la ciudad. Ambas especies son incriminadas como vectores de LVC y leishmaniasis cutánea americana, determinando que existe riesgo de transmisión de ambas enfermedades.

En conclusión, se destaca la necesidad de continuar los monitoreos para obtener información sobre la presencia, distribución y condiciones ambientales favorables para los flebótomos.

Palabras clave: leishmaniasis visceral canina, flebótomos, monitoreo entomológico

Introducción

Las enfermedades zoonóticas han aumentado como consecuencia directa del cambio climático, la destrucción de entornos naturales, la deforestación masiva y la urbanización no planificada (OPS/OMS). Entre estas, la leishmaniasis visceral canina, la cual presenta una incidencia mundial estimada en 200.000 a 400.000 casos nuevos cada año (Alvar et al., 2012).

La leishmaniasis visceral canina (LVC) es una enfermedad zoonótica reemergente que afecta las vísceras, como el hígado y el bazo, y es provocada por un parásito de la especie *Leishmania infantum* (Ministerio de Salud, 2010).

En el mecanismo de transmisión participa un vector denominado flebótomo (Ministerio de Salud, 2010); específicamente, quien transmite el parásito es la hembra perteneciente a la especie *Lutzomyia longipalpis*, debido a que son hematófagas y necesitan sangre para posibilitar su reproducción (Solano Gallego et al., 2013). Los perros actúan como reservorios en el ciclo urbano de la enfermedad (Ministerio de Salud, 2010).

En Argentina, se reportó la expansión espacial de *lutzomyia longipalpis* en sentido norte-sur. Por su parte, en la provincia de Entre Ríos, se hallaron flebótomos de la especie *Lutzomyia longipalpis* en Chajarí (Salomón et al., 2006) y Concordia (Mauriño et al., 2018),

en la zona urbana y periurbana. Los autores de la investigación advierten que la expansión espacial de los flebótomos continuará a causa de las consecuencias del cambio climático y el tránsito de personas (Mauriño et al., 2018)

La localidad entrerriana de Concepción del Uruguay registró casos importados de leishmaniasis visceral canina y se desconoce la situación entomológica respecto a la presencia de vectores transmisores de la enfermedad. Su ubicación es estratégicamente importante, ya que se encuentra en el límite sur del área de dispersión de *Lutzomyia longipalpis*, el principal vector de la enfermedad en América del Sur (Salomón et al., 2006). Desde esta perspectiva, la vigilancia entomológica es una herramienta epidemiológica prioritaria para detectar tempranamente la presencia de flebótomos de interés sanitario y estimar el riesgo real de transmisión.

En este contexto, se llevó a cabo el presente estudio con el objetivo de determinar el riesgo de transmisión de leishmaniasis visceral asociado a la presencia del vector, en la ciudad de Concepción del Uruguay, mediante la estratificación ambiental basada en el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y la aplicación de criterios del peor escenario para evaluar la presencia de flebótomos a través del monitoreo con trampas de luz REDILA-BL.

Se realizaron un total de cinco períodos de captura durante la primavera y el verano de 2024-2025.

En los resultados finales, se hallaron diez flebótomos correspondientes al *Complejo Cortezzii* y *Evandromyia sallesi* en dos sitios residenciales de la ciudad.

Estas actividades fueron ejecutadas en el marco del Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) N°10107 “Factores de riesgo para la transmisión de leishmaniasis visceral canina en la ciudad de Concepción del Uruguay”, un estudio exploratorio en la ciudad de Concepción del Uruguay, la cual presenta condiciones ambientales favorables para la presencia y desarrollo del vector *lutzomyia longipalpis*.

Objetivos

El presente trabajo plantea como objetivo determinar el riesgo de transmisión de leishmaniasis visceral canina asociado a la presencia del vector en la ciudad de Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos. Con este fin, se estratifica ambientalmente la ciudad empleando el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para identificar los sitios con características del peor escenario, relevar las condiciones ambientales propicias y evaluar la presencia de flebótomos de interés sanitario por medio del monitoreo entomológico con trampa de luz

REDILA-BL durante la primavera y verano de la temporada 2024-2025.

Materiales y métodos

El monitoreo entomológico de flebótomos de interés sanitario estuvo integrado por cinco etapas, las cuales se describen a continuación.

Estratificación ambiental

La estratificación ambiental del ejido urbano de Concepción del Uruguay, definido por el Código de Ordenamiento Territorial (COU), se realizó para identificar los sectores con abundante densidad de vegetación. Para ello, se obtuvo el NDVI en el software QGIS a través del procesamiento, combinación de bandas 4 y 8, y análisis de imágenes satelitales obtenidas por el satélite Sentinel-2, con resolución temporal de 10 días, descargadas del navegador Copernicus Browser.

Selección de sitios de muestreos entomológicos

Luego de la estratificación ambiental, se visitaron presencialmente los sectores para identificar los posibles sitios puntuales para el muestreo de flebótomos. En el terreno, se verificó que presentaran las condiciones del “peor escenario” (escenarios donde la probabilidad de hallar flebótomos es mayor), los cuales debían contar con animales tales como perros en el exterior de la vivienda, gallinas, abundante vegetación, árboles

frutales y acumulación de materia orgánica. Además, debía estar alejado de luces exteriores que pudieran interferir con la captura y presentar condiciones seguras para resguardar el equipo.

Las trampas se distribuyeron homogéneamente considerando los distritos residenciales definidos por el Código de Ordenamiento Territorial (COU).

En cada sitio seleccionado para la colocación de las trampas, se ejecutó una encuesta ambiental para obtener información del entorno que permitiera la descripción ambiental del mismo.

Encuesta ambiental

La encuesta se formuló con el objetivo de relevar datos respecto a las condiciones ambientales que podrían favorecer la proliferación y permanencia de los flebótomos. Por lo tanto, se efectuaron preguntas a los propietarios de cada lugar respecto a la cantidad de animales en la vivienda, presencia de árboles frutales, vegetación, escombros, materiales de construcción, entre otras variables de interés.

Muestreos entomológico

El muestreo entomológico de flebótomos adultos se realizó mediante el uso de trampas REDILA-BL, impresas 3D en el Laboratorio de Investigación, Desarrollo e Innovación de Tecnologías aplicadas a la Salud (LIDITS), según las indicaciones proporcionadas en el Manual de la Red de Investigación de las

Leishmaniasis en Argentina (REDILA) y validadas por el Instituto Nacional de Medicina Tropical (INMeT).

La trampa está constituida por una soga que permite colgarla a 1.5 metros del nivel del suelo, un sombrero que protege el equipo, luces led de 390 nm que atrae a los insectos voladores cercanos, un ventilador que los succiona hacia una bolsa-media que los retiene, y una batería de 12 voltios. Ello constituye una herramienta fundamental para evaluar el riesgo de transmisión de la enfermedad al posibilitar la captura de flebótomos.



Figura 1. Trampa de luz REDILA-BL construida.

Los muestreos entomológicos se efectuaron durante la temporada primaveral y estival del período 2024-2025, durante tres noches consecutivas, en horarios de mayor actividad de los flebótomos, con temperaturas templadas y en ausencia de

heladas, motivo por el cual resultó importante la actualización constante de las condiciones climáticas.

Toda la información respecto a las muestras entomológicas, lugar de captura, horarios y el estado de funcionamiento de las trampas fueron registradas para su posterior procesamiento.

Las muestras obtenidas durante cada jornada de muestreo se almacenaron en una caja con algodones embebidos en acetona para sacrificar los insectos capturados. Al finalizar cada período de muestreo entomológico, se los almacenó temporalmente en tubos de ensayo tipo falcon de 10 ml rotulados, con alcohol al 70% hasta su preclasificación en el Centro de Investigación en Salud y Ambiente (CISA) de la Facultad de Ciencias de la Salud-UNER.

Preclasificación de las muestras

La preclasificación de las muestras entomológicas se llevó a cabo en un sitio sin corriente de aire y con buena iluminación. Previo a la separación, se prepararon los siguientes equipos y materiales requeridos: lupas binoculares, pinzas entomológicas, placas de petri, tubos de ensayo de 5 ml tipo khan, gradilla, alcohol al 70%, claves pictográficas de REDILA, ilustraciones de ejemplo, hojas milimetradas, pipetas Pasteur, cinta de papel, lapiceras y papel de secado.

En primera instancia, se retiraron los insectos de su almacenamiento temporal, se colocaron sobre una placa de petri de vidrio y, bajo la lupa binocular, se inició con la observación. Todos aquellos insectos con una medida mayor a 4 mm se descartaron hacia otra placa de petri. Antes de su descarte definitivo, se revisaron las alas de cada uno por si los flebótomos hubieran quedado adheridos allí.



Figura 2. Observación de insectos con lupa binocular.

Finalizado este proceso, se buscaron coincidencias morfológicas entre los insectos restantes, con auxilio de las claves pictográficas brindadas por el REDILA y las ilustraciones de ejemplo. Todos los insectos compatibles con las características distintivas de los flebótomos fueron trasladados a tubos de ensayo tipo khan, se los rotuló con los

el 16.87% posee tres condiciones ambientales.

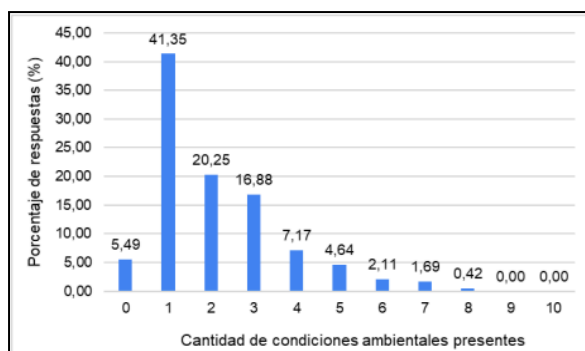


Figura 5. Porcentaje de condiciones ambientales en cada sitio de captura.

Los sitios que presentan cuatro o más condiciones ambientales favorables disminuyen de manera significativa.

Muestreo entomológico

Durante la primavera y el verano de la temporada 2024-2025, se ejecutaron cinco períodos de captura en los meses de noviembre, diciembre, febrero y marzo, en diez sitios de la ciudad de Concepción del Uruguay.

En cada período de captura, la trampa se instaló entre las 18:00 y 19:00 horas y se retiró a las 7:00 horas del día siguiente. Específicamente, las trampas se ubicaron bajo árboles y/o en cercanías a posibles fuentes de alimentación (perros, gallinas).

El muestreo entomológico tuvo una duración de tres noches consecutivas; sin embargo, se extendió a cuatro noches en algunos casos debido a trampas apagadas o lluvias. En total, se obtuvieron 150 muestras entomológicas.

Las condiciones meteorológicas registradas se detallan a continuación.

Tabla 1. Condiciones meteorológicas en cada período de captura.

Período de captura	Fecha	Temperaturas (°C)			Precipitación (mm)
		Max	Min	Media	
1	11/11/2024	26.5	16	18.8	0
	12/11/2024	25.4	8.1	19.6	0
	13/11/2024	28.2	11.5	23.7	0
	14/11/2024	30.7	14.2	25.4	0
2	16/12/2024	27.1	12.9	22.7	0
	17/12/2024	29.5	17	24.7	0
	18/12/2024	30.5	17	25.8	0
	19/12/2024	27.9	19.4	23.1	0
3	10/2/2025	39.3	23.6	33.3	0
	11/2/2025	33.4	19.7	22.8	2
	12/2/2025	23.8	20.8	21.8	0
	13/2/2025	29.5	19.5	24.9	0

4	3/3/2025	28.4	23.2	24.9	0
	4/3/2025	36.2	22.9	30.4	0
	5/3/2025	36.4	25.4	31.7	0
	6/3/2025	36	25.8	31.2	0

5	24/3/2025	25	19.3	22	0
	25/3/2025	26.6	19.1	22.6	0
	26/3/2025	28.5	17.3	23.9	2
	27/3/2025	27.6	20.3	23.2	0

La temperatura máxima promedio registrada fue de 39.3 °C y la temperatura mínima de 8.1 °C. Tal como se mencionó anteriormente, la presencia de lluvia en dos días correspondientes a los períodos de captura tres y cinco obligó a la extensión del monitoreo por una noche adicional.

Identificación de flebotomos

En el Centro de Investigación en Salud y Ambiente (CISA), se preclasificaron los insectos que presentaban características morfológicas similares a las de flebotomos. Se coordinó el envío y tratamiento de estas muestras con profesionales del INMeT para la identificación de especies.

A partir del análisis de las muestras, se constató la presencia de diez flebotomos, siendo uno de ellos un macho de la especie *Evandromyia sallesi* y nueve hembras del complejo *Cortelezzii*, que incluye a las especies *Ev. Cortelezzii* y *Ev. sallesi*, morfológicamente indistinguibles entre sí.

Tabla 2. Descripción de flebotomos de interés sanitario identificados.

ID trampa	Fecha	Flebotomos	Cantidad
8	16/12/2024	Complejo Cortelezzii	1 flebotomo ♀
8	17/12/2024	Complejo Cortelezzii	1 flebotomo ♀
10	3/03/2025	Complejo Cortelezzii	2 flebotomo ♀
8	4/03/2025	Complejo Cortelezzii	1 flebotomo ♀
10	5/03/2025	1 Complejo Cortelezzii ♀ y 1 Evandromyia sallesi ♂	2 flebotomos ♂ y ♀
10	26/03/2025	Complejo Cortelezzii	2 flebotomos ♀
8	26/03/2025	Complejo Cortelezzii	1 flebotomo ♀



Figura 6. Flebótomo hembra perteneciente al Complejo cortelezzii.

Los flebótomos de las especies mencionadas (ver tabla 2) se capturaron en el sitio 8 y 10, en los períodos dos, cuatro y cinco. El primer sitio está ubicado en una área residencial en desarrollo, caracterizada por la presencia de una vivienda con un reducido patio, dos perros y abundante vegetación en el entorno inmediato.

Además, se encuentra próximo a casas quintas con patios amplios, rodeadas por parches de bosque nativo.



Figura 7. Ubicación de la trampa en el sitio 8.



Figura 8. Entorno inmediato del sitio 8.

Por su parte, el sitio 10 se encuentra dentro de un área residencial en expansión, en cercanías al barrio La Tablada.



Figura 9. Ubicación de la trampa en el sitio 10.

En dicho sitio funcionaba antiguamente una ladrillería, razón por la cual se detectaron cavas y acopio de ladrillos. Actualmente, en el lugar se desarrolla la cría de cerdos, lo que ha generado la acumulación de verduras en descomposición utilizadas para su alimentación. Asimismo, se constató la presencia de diversos animales, incluyendo perros, caballos y una gran cantidad de gallinas, cuyos lugares de reposo son los árboles y gallineros.



Figura 10. Entorno del sitio 10.

Este resultado destaca la importancia del monitoreo entomológico de flebótomos para comprender su dispersión hacia el sur de zonas endémicas, dada su relevancia sanitaria. Esto subraya la necesidad de implementar políticas de prevención en áreas que aún no registran casos autóctonos, con el fin de anticiparse a la aparición de la enfermedad.

Discusión

Este apartado abordará los aspectos vinculados a la relevancia del hallazgo realizado en el marco de la captura del *Complejo Cortelezzii* y *Evandromyia sallesi*.

En el estado brasileño de Minas Gerais, se reportó la infección natural de *Evandromyia cortelezzii* con el parásito *Leishmania infantum* (Carvalho et al., 2008), por lo que se recomendó la necesidad de desarrollar nuevas investigaciones que amplíen el conocimiento sobre el rol de *Ev. cortelezzii* como vector. A ello se le suman los resultados de un estudio realizado en Belo Horizonte, Brasil (De Oliveira Lara-Silva, 2015), donde se detectó la presencia de *Leishmania infantum* en el complejo *Cortelezzii* (*Evandromyia cortelezzii* y *Evandromyia sallesi*).

En la publicación sobre fauna de *Phlebotominae* de Argentina, se reportaron 46 especies de flebótomos en 14 jurisdicciones políticas y 6 provincias fitogeográficas. Las especies con

capacidad de portar y transmitir el parásito *Leishmania* comprenden a *Mg. migonei*, *Ev. cortelezzii*, *Ny. neivai* y *Lu. longipalpis* (Moya et al., 2022). En un estudio sobre infección natural de flebótomos en el Chaco occidental argentino, se incriminó a las hembras de *Complejo cortelezzii* como portadoras del parásito *Leishmania braziliensis*, agente etiológico de la leishmaniasis cutánea americana, debido a su abundancia en áreas de brotes esporádicos (Rosa et al., 2012).

Posteriormente, en la región del Chaco, provincia de Salta, se capturaron flebótomos en sitios con probable infección de humanos y perros, hallándose al *complejo Cortelezzii* y a la especie *Lutzomyia migonei* como vectores sospechosos de la transmisión del parásito *Leishmania infantum* (Barroso et al., 2015).

La provincia de Entre Ríos no cuenta con antecedentes previos sobre la presencia de *Evandromyia cortelezzii*, mientras que la especie *Ev. sallesi* sí ha sido registrada previamente. Según un estudio realizado en Mina Gerais, Brasil (Saraiva et al., 2009), se detectó *Leishmania infantum* en *Ev. sallesi* y *Lu. neivai*, siendo este el primer informe que determinó la infección natural de la especie con el parásito. El autor destacó que podría estar involucrada en el ciclo selvático o rural de transmisión entre otros hospedadores vertebrados.

En los hallazgos más recientes de la provincia de Misiones, se observó que la presencia de *Ev. cortelezzii* estuvo asociada a procesos de deforestación e intervención humana sobre bosques (Moya et al., 2022), lo cual coincide con las características de los sitios de capturas del presente estudio, tales como estar localizado en un área de desarrollo urbano, rodeado de parches de vegetación intervenidos pertenecientes al monte nativo de Entre Ríos y con condiciones que se corresponden con el peor escenario para la captura de flebótomos.

La temperatura media en la que se registró actividad de flebótomos estuvo entre 22.7°C y 31.7°C, en coincidencia parcial con los valores reportados por Mierez et al. (2022), quienes registraron un intervalo de 15°C a 27.5°C. Sin embargo, durante los períodos de captura del mes de marzo (3 a 6 de marzo 2025), los valores de la temperatura media superaron los mencionados en dicha investigación, coincidiendo con la mayor cantidad de especies de flebótomos capturados del *complejo Cortelezzii* y de *Evandromyia sallesi*.

Conclusiones

En consideración de los resultados obtenidos por medio del presente estudio, se determinó que la ciudad de Concepción del Uruguay posee riesgo de transmisión

de leishmaniasis visceral canina, debido a la presencia de flebótomos pertenecientes al *complejo Cortellezzii* y *Evadromyia sallesi*, los cuales han sido vinculados a la transmisión del parásito *Leishmania infantum*.

Es importante destacar que en la localidad se han notificado casos importados de leishmaniasis visceral en caninos provenientes de zonas endémicas, vinculados al traslado por motivos laborales de sus propietarios; por lo tanto, existe posibilidad de que se inicie un ciclo de transmisión autóctono de LVc.

Además, la presencia del *Complejo cortellezzii* implica un riesgo adicional de transmisión de leishmaniasis cutánea americana.

En función de lo anteriormente mencionado, se destaca la relevancia del estudio, ya que permitió el hallazgo, por primera vez, de flebótomos en la localidad y reportó la presencia del *complejo Cortellezzi* en la provincia de Entre Ríos.

A partir de este trabajo, queda visible la necesidad de profundizar el estudio, mediante la ejecución sistemática de monitoreos entomológicos en la ciudad para obtener mayor información sobre la presencia y distribución de flebótomos de interés sanitario, incluyendo a *Lu. longipalpis* y otras especies.

Es importante continuar con futuras investigaciones sobre la variación estacional de los flebótomos presentes y

las condiciones ambientales propicias en cada sitio, dado que las capturas con trampas validadas se ejecutaron durante el tramo final del PID en el cual se enmarca este estudio. Los resultados actuales y futuros resultan relevantes para el diseño de estrategias de prevención y control de leishmaniasis.

Bibliografía

- Alvar, J., Vélez, I.D., Bern, C., Herero, M., Desjeux, P., Cano, J., y WHO Leishmaniasis Control Team. (2012). Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. PloS one, 7(5), e35671.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22693548/>
- Barroso, P. A., Marco, J. D., Locatelli, F. M., Cardozo, R. M., Hoyos, C. L., Mora, M. C.,...Basombrío, M. A. (2015). Visceral leishmaniasis caused by *Leishmania infantum* in Salta, Argentina: possible reservoirs and vectors. The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 93(2), 334.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/27715/CONICET_Digital_Nro.4cf625a7-11d3-4279-99c9-bc9e183a7f69_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Carvalho, G. M., Filho, J. D. A., Falcao, A. L., Rocha Lima, A. C., y Gontijo, C. M. (2008). Naturally infected

- Lutzomyia sand flies in a Leishmania-endemic area of Brazil. Vector-Borne and Zoonotic Diseases, 8(3), 407-414.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18429695/>
- De Oliveira Lara-Silva, F., Michalsky, É. M., Fortes-Dias, C. L., Fiuza, V. D. O. P., Pessanha, J. E. M., Regina-Silva, S.,...Dias, E.S. (2015). Epidemiological aspects of vector, parasite, and domestic reservoir in areas of recent transmission and no reported human cases of visceral leishmaniasis in Brazil. Acta Tropica, 148, 128-136.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25882769/>
- Gallego Solano, L., Cardoso, L., Ordeix i Esteve, L., Miró Corrales, G., Fondati, A., Peña Giménez, T.,...Grazia Pennisi, M. (2014). Leishmaniosis, una revisión actualizada. Editorial Servet.
- Mauriño, M., Manteca Acosta, M., Utgés, M.G., Cavia, R., Fichera, L., Gallo, M.,...Santini, M.S. (5-7 de junio de 2018). Actualización de la distribución de Lutzomyia longipalpis, vector del agente causal de Leishmaniasis Visceral en el Noreste argentino. II Congreso Internacional de Zoonosis. Buenos Aires, Argentina.
<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2018/06/maurino-et-al.-cazoonosis-2018.pdf>
- Mierez, M. L., Rea, J.F.R., y Espinosa, M. (2022). Fauna de flebótomos y variación estacional en dos sitios de captura en la ciudad de Corrientes.
https://med.unne.edu.ar/wp-content/uploads/2022/06/2022_20.pdf
- Ministerio de Salud. (2010). Curso sobre Enfermedades Vectoriales para Agentes Comunitarios en Ambiente y Salud. Módulo IV: Leishmaniasis.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/8._modulo_iv._leishmaniasis._curso_de_enfermedades_vectoriales.pdf
- Moya, S. L., Szelag, E. A., Manteca-Acosta, M., Quintana, M. G., y Salomón, O. D. (2022). Update of the Phlebotominae fauna with new records for Argentina and observations on Leishmaniasis transmission scenarios at a regional scale. Neotropical Entomology, 51(2), 311-323.
<https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/152315>
- Quintana, M. G., Santini, M. S., y Salomón, O. D. (2015). Vigilancia de insectos transmisores de leishmaniasis: Manual operativo para la comunidad: Clave pictográfica para identificación de

- especies de flebótomos:
Clarificación y montaje.
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/07/manual_redila-isbn-9789872911539-web.pdf
- Rosa, J., Pereira, D. P., Brazil, R. P., Andrade Filho, J. D., Salomón, O., y Szélag, E. (2012). Natural infection of *Cortelezzii* complex (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) with *Leishmania braziliensis* in Chaco, Argentina. *Acta Tropica*, 123(2), 128-131.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/36325/CONICET_Digital_Nro.f95bfe0a-5aee-48f7-8450-2242cdfdb868_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Saraiva, L., Carvalho, G. M., Gontijo, C. M., Quaresma, P. F., Lima, A. C., Falcão, A. L., y Filho, J. D. A. (2009). Natural infection of *Lutzomyia neivai* and *Lutzomyia sallesi* (Diptera: Psychodidae) by *Leishmania infantum chagasi* in Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 46(5), 1159-1163.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19769049/>
- Salomón, O.D., Mocarbel, N.J., Pedroni, E., Colombo, J., y Sandillu, M. (2006). Phlebotominae: vectores de Leishmaniasis en las provincias de Santa Fe y Entre Ríos, Argentina. *Fundación Revista Medicina*. 66, 220-224.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/51860/CONICET_Digital_Nro.8147722f-44dd-44a2-8346-625324e8ed6a_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Financiamiento

El estudio recibió financiamiento del presupuesto destinado al Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) N°10107 "Factores de riesgo para la transmisión de leishmaniasis visceral canina en la ciudad de Concepción del Uruguay."

35.- Medio Ambiente y contaminación ambiental

Peligrosidad de sitio en la playa Las Delicias, Mar del Plata

Autor: Policastro, Gianfranco, gianfrancopolicastro@mdp.edu.ar

Orientadoras: Merlotto, Alejandra (alejandramerlotto@gmail.com); Verón, Eleonora
(eleonoraveron@gmail.com)

CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Centro de Investigaciones Geográficas y Socio Ambientales (CIGSA), Facultad de Humanidades, Universidad Nacional de Mar del Plata.

Resumen

El litoral es un entorno sumamente frágil y dinámico debido a su ubicación en la interfase tierra-mar, donde se desarrollan procesos y fenómenos sociales y naturales. Como aporte al análisis del litoral como sistema complejo y las fuentes de peligrosidad involucradas en la construcción del riesgo, en este trabajo se tomó como área de estudio la playa Las Delicias de la ciudad de Mar del Plata con la finalidad de evaluar la peligrosidad de sitio a través de un diagnóstico técnicamente evaluado y uno socialmente percibido por medio del relevamiento de encuestas a los usuarios de la playa en los años 2024 y 2025. Para ello se la caracterizó como sistema socio-ecológico, analizando los aspectos físico-naturales, económico-productivos y jurídico-administrativos. La peligrosidad total observada en el área de estudio resultó de la combinación de peligrosidades naturales, natural inducida naturalmente y sociales inducidas socialmente. A partir de los resultados obtenidos a través de los diagnósticos técnico y percibido, se concluyó que la contrastación entre ambos ayudó a identificar y comparar distintas fuentes de peligrosidad presentes en el área, dejando en evidencia que las acciones de gestión prospectiva implementadas por el municipio resultaron poco efectivas para detener las fuentes de peligrosidad identificadas.

Palabras clave: peligrosidad, gestión, playa Las Delicias.

Introducción

El litoral es un entorno sumamente frágil y dinámico debido a su ubicación en la interfase tierra-mar. Además, en este espacio se desarrollan procesos y fenómenos sociales y/o naturales que atañen a un amplio abanico de disciplinas científicas. El litoral es considerado como un sistema complejo (García, 2006) ya que los elementos que lo conforman son vitales para su funcionamiento y no pueden ser estudiados de forma aislada. Por ello es que diversos autores sostienen que el litoral puede ser abordado desde la perspectiva de los sistemas socio-ecológicos, planteando que estos sistemas se encuentran conformados por el sistema natural y la sociedad, en una relación dialéctica e interdependiente (Vidal Hernández, Ávila Foucat, Arce Ibarra, Tovilla Hernández y Carmona Escalante, 2020).

Las transformaciones antrópicas sobre los sistemas socio-ecológicos litorales han generado impactos ambientales negativos que afectaron su normal funcionamiento (Merlotto y Verón, 2019; Policastro, Merlotto y Verón, 2022). Esto produce el desarrollo de situaciones de peligrosidad inducida o mixta a partir del solapamiento de usos de suelo incompatibles, urbanización del frente costero y la ocupación intensiva y carente de

planificación (Pereyra, 2018). En este sentido, las interacciones entre el medio natural y el medio social en ocasiones conllevan a la conformación de escenarios de riesgo resultantes de la coincidencia espacial de procesos biofísicos que constituyen fuentes de peligrosidad y de contextos físicos, socio-económicos y ecológicos vulnerables (Monti, 2007). En este trabajo se abordó el análisis del espacio litoral bajo un enfoque holístico que integra las relaciones presentes entre el sistema social y el natural, especialmente en las interdependencias existentes entre la peligrosidad, los contextos vulnerables y el accionar de los actores involucrados que contribuyen de forma efectiva a la gestión del riesgo (Monti, 2016a; Cardona, 2001).

El riesgo fue entendido como la conjunción de, por un lado, la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos (peligrosidad) y por el otro de la vulnerabilidad de los elementos expuestos a tales amenazas (vulnerabilidad) en un área ocupada por una comunidad determinada (Cardona, 2001). Por ello, a la hora de analizar los escenarios de riesgo resultó indispensable identificar las fuentes de vulnerabilidad y de peligrosidad o amenaza, definida en este trabajo como “la posibilidad de ocurrencia de un evento físico que puede causar algún tipo de daño a la sociedad, mientras la

vulnerabilidad se expresó como una serie de características diferenciadas de la sociedad que la predisponen a sufrir daños frente al impacto de un evento físico externo y que dificultan su posterior recuperación” (Lavell y Argüello Rodríguez, 2003, p.27).

En relación al riesgo, Lavell y Argüello Rodríguez (2003) analizaron las implicaciones socio-económicas y políticas devenidas de la gestión del riesgo, planteando la existencia de dos formas de abordar estos escenarios con diferentes matices. Mientras una pretende reducir los niveles de riesgo existentes (gestión compensatoria) la otra se centra en evitar tanto la consolidación del riesgo actual como la gestación de nuevos escenarios de riesgo a futuro a causa del accionar de la sociedad sobre el ecosistema (gestión prospectiva). En ambos casos, el objetivo de estas herramientas de gestión consiste en garantizar condiciones de seguridad a través de la reducción de los niveles de riesgo presentes y/o futuros sin sacrificar las oportunidades y el desarrollo de la sociedad.

De esta forma, en el análisis del riesgo en escenarios complejos debe considerarse la peligrosidad y la vulnerabilidad desde una perspectiva integral y desagregada que permita identificar los contextos vulnerables y las amenazas (Monti,

2016a). Algunos trabajos emplearon un análisis clasificatorio de las peligrosidades o amenazas (Calvo García-Tornel, 1984; Gares, Sherman y Nordstrom, 1994; Lavell, 1996; Monti y Lanza, 2006; Merlotto, Bértola e Isla, 2017; Romeo, 2018; Mojica, 2023; Romeo y Monti, 2023) mientras que otros optaron en cambio por analizar la peligrosidad y el riesgo desde un enfoque cualitativo, a través de la percepción de los usuarios de las áreas litorales por medio del uso de encuestas (Ferrari, 2013; 2016). En cambio, los trabajos que combinaran un diagnóstico técnicamente evaluado con uno socialmente percibido para evaluar la peligrosidad en áreas litorales resultaron escasos (Monti y Escofet, 2008; Rico Amorós, Hernández Hernández, Olcina Cantos y Martínez Ibarra, 2010; Monti, 2016a).

La ausencia de trabajos que apliquen esta metodología en la ciudad fue la que promovió su aplicación en el área de estudio, para poder contrastar los resultados obtenidos entre las cadenas causales de peligrosidad y las encuestas. Además, la identificación de estrategias de gestión implementadas por el municipio sirvió para conocer el grado de involucramiento de las autoridades en el escenario de riesgo del área analizada.

Objetivos

El objetivo de este trabajo fue evaluar la peligrosidad total del lugar o de sitio de la playa Las Delicias a partir de la contrastación de un diagnóstico técnicamente evaluado con un diagnóstico socialmente percibido. Para alcanzar este objetivo, se caracterizó a la playa Las Delicias como un sistema socio-ecológico complejo, considerando los aspectos físico-naturales, económico-productivos, y jurídico-administrativos. Además, se identificaron y evaluaron las estrategias de gestión prospectiva y/compensatoria vigentes.

Materiales y métodos

Para caracterizar el área de estudio como sistema socio-ecológico se realizaron trabajos de campo en la estación estival, los días 22/01/2024, 17/02/2024 y el 25/01/2025 donde se tomaron fotografías de la playa y de los usos y actividades allí presentes. La información recopilada durante los trabajos de campo fue complementada con fuentes de información secundaria (diarios digitales, páginas web, publicaciones científicas, etc.). Además, durante los trabajos de campo se realizó una encuesta a los usuarios de playa, totalizando 118 respuestas repartidas entre los tres días. Las encuestas relevaron el perfil de los usuarios, y opiniones vinculadas a aspectos físicos, ambientales, sociales y

edilicios. Para medir la peligrosidad percibida por los usuarios sólo se analizó una de las preguntas realizadas en la encuesta que consiste en la percepción de los usuarios sobre los peligros en la playa. Para identificar los usos y actividades presentes en el área, se empleó la metodología utilizada por Barragán Muñoz (2003). Esto permitió observar las interrelaciones entre los distintos usos del suelo y las actividades humanas desarrolladas en este sistema socio-ecológico litoral.

Para evaluar la peligrosidad de sitio se empleó el método propuesto por Monti (2011). El mismo se denomina clasificación integral de peligrosidad de sitio y permite identificar las relaciones entre fenómenos naturales, sociales y tecnológicos para así conocer las cadenas causales de peligrosidad en el área estudiada. Esta clasificación está conformada por ocho tipologías de peligrosidades que se subdividen en peligrosidades de primer orden cuando los fenómenos no fueron inducidos por otros y de segundo orden cuando los fenómenos o procesos sí han sido inducidos por otros. En ocasiones de suma complejidad, ambas peligrosidades pueden combinarse para dar lugar a una peligrosidad de tercer orden. De esta forma, se obtiene la siguiente expresión:

$$P_t = \sum (PP, PS \text{ y } PT)$$

Donde la peligrosidad de sitio o total (Pt) resulta de la sumatoria de las peligrosidades de primer (PP), segundo (PS) y tercer orden (PT). Esta categorización de peligrosidades favorece el análisis integral del área analizada. Este método en conjunto con la utilización de encuestas fue de gran utilidad para realizar una comparación y un análisis de la percepción de los usuarios sobre la peligrosidad entre ambos años. Finalmente, se identificaron las estrategias de gestión implementadas por el municipio de acuerdo con lo planteado por Lavell y Argüello Rodríguez (2003) diferenciando entre gestión compensatoria y prospectiva.

Resultados y discusión

Ubicación y características físicas

La ciudad de Mar del Plata, ubicada en el extremo sudeste de la provincia de Buenos Aires, se configura como el principal balneario del país, atrayendo a millones de turistas durante la temporada estival (EMTUR, 2024). La ciudad se encuentra en las últimas estribaciones del Sistema serrano de Tandilia, por lo que es frecuente encontrar acantilados costeros entre salientes rocosas, en cuyo pie de desarrollan las playas arenosas, las cuales constituyen el principal atractivo de la ciudad, promocionando de esta forma un tipo de turismo de sol y playa.

En la zona céntrica del núcleo urbano, los acantilados han sufrido una fuerte transformación encontrándose en su mayoría cementados, mientras que en el sector sur y norte de la ciudad aún conservan su estructura original. En estas geoformas litorales, los procesos de meteorización y erosión cumplen un rol activo, ya que la influencia del oleaje, las precipitaciones y el viento contribuyen a desestabilizar los materiales del acantilado, lo que socava la base del mismo y genera derrumbes por acción de la gravedad que contribuyen a su retroceso (Zárate, Deschamps, Bargo y Scaglia, 2008; Merlotto y Bértola, 2024). Por tal motivo, el área de estudio registra una muy alta susceptibilidad a la erosión litoral marina acompañada de una erosión eólica moderada (Pereyra, 2018) lo que constituyen fuentes de peligrosidad.

La playa Las Delicias se ubica en el extremo norte de la ciudad de Mar del Plata, lindante con la RP N°11 (Figura 1). Esta playa es una playa de bolsillo que se desarrolla al pie de acantilados activos y cuenta con un espigón al norte. Está compuesta por arenas y hacia el sur afloran plataformas de abrasión. A través de mediciones realizadas en una imagen de Google Earth® del día 21/02/2025 se determinó que la playa posee una extensión de 880 m y un ancho que oscila entre los 30 y 90 m.



Figura 1. Mapa del área de estudio.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de una imagen de Google Earth del día 21/02/2025.

Usos y actividades

Para identificar las distintas actividades que se realizan en la playa se recurrió al esquema de usos y actividades de Barragán Muñoz (2003). En cuanto a los usos, se pudo observar la presencia de la playa como espacio receptor de residuos debido a que se encontraron residuos sólidos en la arena y también debido a la presencia de un desagüe pluvial abierto que sobresale del acantilado, ubicado en medio de la playa (Figura 2a). Por otro lado, también se observó la presencia del uso de la playa como lugar de asentamiento de infraestructura e instalaciones, lo cual se materializó a través de la presencia de garitas de

guardavidas (Figura 2b) y de una vivienda en la cima del acantilado activo.

En lo que respecta a las actividades, fue posible identificar actividades relacionadas al ocio y al turismo, representadas por los deportes en arena como tejo y fútbol y por la venta ambulante en distintos sectores de la playa (Figura 2c). Además, se evidenció la presencia de pesca recreativa practicada en las modalidades de longcasting y surfcasting tanto desde la orilla como desde el espigón norte de la playa (Figura 2d). A partir de las observaciones directas realizadas los años 2024 y 2025, se determinó que esta playa no cuenta con cestos de residuos, accesos en buen estado ni servicios

básicos como sanitarios.



Figura 2. Desagüe pluvial (A), garita de guardavidas (B), venta ambulante (C) y pesca recreativa (D) en la playa Las Delicias.

Fuente: Archivo personal.

Situación administrativa

En el año 1976, el Gobierno de la

Provincia de Buenos Aires aprobó el Decreto N°4916 que consistía en la

transferencia de funciones jurisdiccionales, de administración, explotación, uso y goce de las playas y otras instalaciones turísticas a tres municipios costeros, entre ellos el de General Pueyrredon. De esta forma, en la actualidad el encargado de administrar las playas es el propio municipio, quien puede optar por administrarlas directamente o realizar llamados a licitación para entregarlas en concesión a agentes privados. El encargado de regular las concesiones balnearias en la ciudad de Mar del Plata es el Ente Municipal de Turismo (EMTUR), otorgando el uso y explotación de las distintas Unidades Turísticas Fiscales (UTFs) a terceros interesados, a cambio de un canon.

En el año 2023, se sancionó la creación de la UTF Playa Las Delicias, permitiendo el llamado a licitación para otorgar la concesión de la playa. No obstante, desde esa fecha se han realizado tres llamados a licitación para esta playa, sin recibir ofertas de actores interesados en su uso y

explotación (Redacción 0223, 2024). Por ello, actualmente la playa continúa administrada por el Municipio de General Pueyrredón.

Peligrosidad de sitio

La propuesta de clasificación de redes causales de peligrosidad (Monti, 2011) empleada en este trabajo contribuyó al abordaje del área de estudio de forma integral, considerando las relaciones entre los fenómenos naturales, socio-económicos y tecnológicos. Esto permitió la realización un diagnóstico técnicamente evaluado de las distintas peligrosidades presentes en la playa Las Delicias. De las ocho fuentes de peligrosidad planteadas por Monti (2011), a través de la observación directa se detectaron los tipos I, II y VIII de peligrosidades, correspondientes a natural, natural inducida naturalmente y social inducida socialmente, respectivamente (Tabla 1).

Peligrosidad de sitio o total (Pt)		
Peligrosidad	Tipología	Probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente dañino
Primaria	I (Natural)	PP1: Probabilidad de erosión marina y/o eólica sobre la base del acantilado.
Secundaria	II (Natural inducida naturalmente)	PS1: Probabilidad de procesos de remoción en masa inducidos por la erosión del acantilado.
	VIII (Sociales y/o económicas inducidas social o económicamente)	PS2: Probabilidad de empeoramiento de las condiciones de salubridad y cuidado de la playa inducidas por el incremento del desinterés de la autoridad municipal en torno a la administración de la playa.

Tabla 1. Peligrosidad de sitio en la playa Las Delicias.

Fuente: Elaboración propia en base a Monti (2016a).

La peligrosidad natural fue identificada a partir de los procesos de corrosión y de erosión eólica y marina de la playa y en la base y paredes de los acantilados (Figura 3a). Estos fenómenos desencadenaron peligrosidades naturales inducidas naturalmente, como la remoción en masa del acantilado a causa del desgaste provocado por agentes erosivos. Los desprendimientos a lo largo de la playa ponen de manifiesto la existencia de procesos de erosión retrocedente (Figura 3b). Esta situación de inestabilidad del acantilado provocó el fallecimiento de una menor de edad en el año 2018 a causa del derrumbe de detritos rocosos de una de las paredes del acantilado (Palavecino, 2024).

Finalmente, la peligrosidad social inducida socialmente se identificó a partir de la

probabilidad de empeoramiento de las condiciones de salubridad y cuidado de la playa inducidas por el creciente desinterés de la autoridad municipal en torno a la administración de la playa. Esto se debe a que la playa no cuenta con servicios básicos (como sanitarios o agua potable) ni accesos en buen estado ya que los mismos datan desde hace décadas, son angostos y sus escalones están seriamente deteriorados (Figura 3c). Además, existen muy pocos accesos a la playa, totalizando 3 para los 880 metros de extensión de la playa, lo que resulta en un promedio aproximado de un acceso cada 300 metros. Además, también se observó la presencia de residuos sólidos en la arena como consecuencia de la ausencia total de un servicio de limpieza y de cestos de residuos sobre la playa

distal, lo que evidencia la falta de mantenimiento general de la playa (Figura 3d). En este sentido, en una entrevista realizada para el diario La Capital los guardavidas afirmaron que previo al desmoronamiento del año 2018 no existían carteles de señalización en la playa, y que en la actualidad los carteles advirtiendo sobre el peligro de derrumbe fueron colocados en su gran mayoría por los mismos guardavidas o donados por pescadores o vecinos, habiendo sido colocados solo unos pocos por el municipio (Perrone, 2023). Todo esto demuestra la deficiente administración de la playa por parte del municipio, lo que genera un perjuicio para el usuario y una fuente de peligrosidad.

A partir de los resultados obtenidos por medio del diagnóstico técnico, la

peligrosidad total o de sitio en la playa Las Delicias quedó expresada de la siguiente forma:

$$P_t = \sum (PP1 + PS1 + PS2)$$

Esto demostró el predominio de las peligrosidades secundarias de tipo natural y social que fueron inducidas por otros fenómenos. Por otro lado, los procesos erosivos en el acantilado se erigieron como la única fuente de peligrosidad primaria. Dado que el escenario no registró una situación de complejidad extrema en donde se superpusieran peligrosidades primarias y secundarias, no fue posible identificar peligrosidades terciarias que surgieran de la conjunción de las peligrosidades anteriormente descritas.

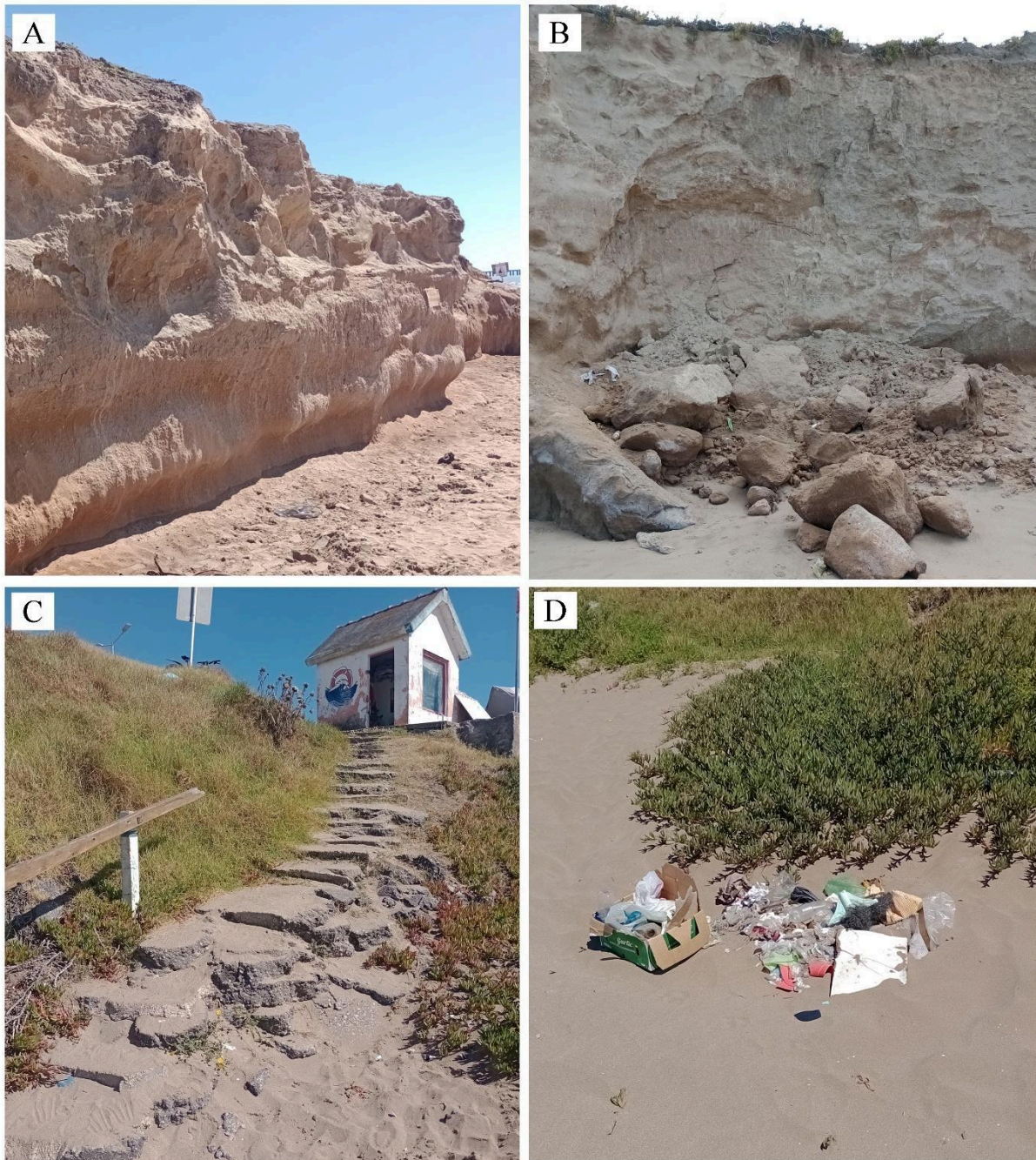


Figura 3. Erosión de la base del acantilado (A), derrumbe (B), estado de los accesos (C) y residuos en la playa (D).

Fuente: Archivo personal

Percepción de usuarios

Los resultados obtenidos a partir del relevamiento de la percepción de los

usuarios sobre las fuentes de peligrosidad presentes en la playa Las Delicias permitieron realizar un análisis

comparativo entre los tres períodos relevados para detectar similitudes y diferencias (Figura 4). En principio es posible afirmar que, en las encuestas realizadas en el año 2024, 33 de los encuestados consideraron que no existían peligros en la playa, mientras que en el año 2025 sólo 9 encuestados eligieron esta opción (Figura 4). En cuanto a las fuentes de peligrosidad identificadas, se observó una tendencia general de los usuarios en la identificación del derrumbe del acantilado como la principal fuente en los tres periodos relevados, con cerca de un tercio de las respuestas. Los accesos deteriorados fueron identificados como la segunda fuente de peligrosidad, pero sólo en dos de los períodos relevados (febrero de 2024 y enero de 2025).

Las otras dos categorías de peligros que

les siguieron en orden de relevancia fueron las referidas a la peligrosidad de la zona de baño por las corrientes de retorno que registró respuestas comprendidas entre 3% y 7% y a la categoría otros, que agrupó respuestas como inseguridad, sombrillas mal colocadas, y la presencia de escombros. Por otro lado, entre un 3% y 5% no contestó o no supo qué responder en la pregunta y, finalmente, entre un 2% y un 3% de los encuestados en enero de los años 2024 y 2025 sostuvo que la escollera representaba un peligro para las personas. Esto se condijo con lo ocurrido en el año 2019 cuando un niño menor de edad falleció tras caer de la escollera norte de la playa cuando se encontraba pescando (Redacción 0223, 2019).

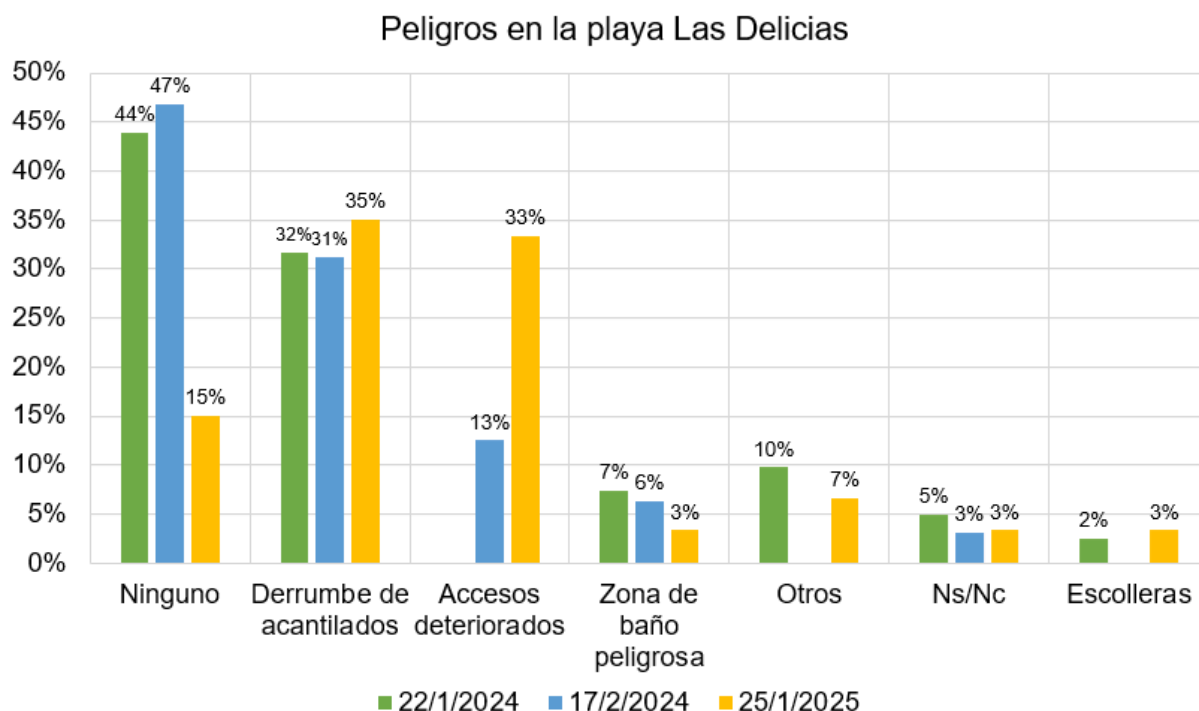


Figura 4. Peligros percibidos por los usuarios de la playa Las Delicias los días 22/01/2024, 17/02/2024 y 25/01/2025.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de encuestas.

Diagnóstico técnico y diagnóstico percibido

A partir de los resultados obtenidos y de la comparación realizada entre el diagnóstico técnico y el diagnóstico socialmente percibido, se observó que el derrumbe de acantilados fue una de las peligrosidades identificadas tanto en el diagnóstico técnico como en el diagnóstico socialmente percibido. Una primera diferencia fue la identificación de la erosión de los acantilados como una fuente de peligrosidad, algo que no fue mencionado por los usuarios en las encuestas. Otra diferencia giró en torno a la condición de abandono de los accesos

percibida por los usuarios como una fuente de peligrosidad. No obstante, la condición de los accesos no constituye como tal una fuente de peligrosidad sino una vulnerabilidad de tipo técnica e institucional (Wilches-Chaux, 1988). Esto se debe a que el deterioro de los mismos no representa un proceso sino una circunstancia puntual devenida de una inadecuada técnica de construcción y mantenimiento de los accesos en un área donde predomina la erosión hídrica y eólica (vulnerabilidad técnica) acompañada de una ineficiente administración por parte del municipio que es el encargado de administrar la playa

(vulnerabilidad institucional), lo que predispone a la población a sufrir daños. La tercera diferencia fue la identificación de diversas fuentes de peligrosidad por parte de los usuarios, entre ellas la zona de baño peligrosa, la presencia de escolleras y la identificación de otras problemáticas generales como inseguridad y sombrillas mal colocadas, lo cual no fue identificado a través de la aplicación de la clasificación integral de peligrosidades de sitio.

A partir de esta comparación entre el diagnóstico técnico y el diagnóstico socialmente percibido, se obtuvo un nuevo cálculo de peligrosidad de sitio o total. En este cálculo actualizado, se incorporaron las tres nuevas fuentes de peligrosidad identificadas por los usuarios de playa, alcanzando el siguiente resultado:

$$P_t = \sum (PP1 + \textbf{PP2} + PS1 + PS2 + \textbf{PS3} + \textbf{PS4})$$

De esta forma, además de las tres peligrosidades ya identificadas en el diagnóstico técnico (PP1, PS1 y PS2), se incorporaron una peligrosidad primaria y dos peligrosidades secundarias adicionales. La peligrosidad primaria identificada se enmarcó dentro de la tipología I (natural) correspondiente a la probabilidad de ocurrencia de corrientes de retorno en la zona de baño de playa (PP2). Por su parte, la segunda y tercera

peligrosidad identificadas fueron secundarias del tipo social inducida socialmente (tipología VIII). Una consistió en la probabilidad de incremento de la pesca recreativa en la escollera norte inducida por el aumento de la actividad ociosa y turística durante la temporada estival en la playa (PS3), mientras que la tercera peligrosidad consistió en la probabilidad de incremento de daños al bienestar de los usuarios de playa inducidos por el aumento en la frecuencia de las visitas de turistas y residentes a la playa (PS4) que puede propiciar situaciones de inseguridad así como la voladura de sombrillas mal colocadas.

Acciones orientadas a la gestión del riesgo

Debido a las situaciones de vulnerabilidad y peligrosidad antes mencionadas, la autoridad municipal encargada de la administración de esta playa propuso diversas estrategias para para gestionar el riesgo. Por un lado, se colocaron carteles y señalizaciones advirtiendo sobre el peligro de derrumbe en la playa. En esta línea, también se realizaron spots publicitarios en conjunto entre el Sindicato de Guardavidas de Mar del Plata y Defensa Civil para informar a los turistas y residentes sobre la probabilidad de derrumbes en los acantilados costeros de la ciudad (Canal 26, 2024).

Todas estas constituyen medidas de gestión prospectiva del riesgo consistentes en el control y prevención del riesgo futuro a través de la implementación de carteles y anuncios publicitarios alertando sobre el peligro de derrumbe del acantilado (Figura 5 a,b). No obstante, a partir de las fotografías obtenidas en los años 2024 y 2025 se observó que los usuarios de playa continuaron ubicándose al pie del acantilado a pesar de las señalizaciones indicadas en los carteles (Figura 5 c,d). Por lo tanto, las acciones de gestión llevadas a cabo por el municipio no resultaron del todo efectivas para reducir los niveles de riesgo futuro.

En 2024, más del 40% de los encuestados no observó la existencia de peligros en la playa, con lo cual la desinformación y desatención a la hora de leer los carteles sobre el peligro de derrumbe en la playa

promueven la consolidación de escenarios de riesgo. Además de la desatención que pueda existir, algunos usuarios hacen caso omiso a las indicaciones de peligro y se ubican deliberadamente al pie del acantilado por la sombra y el resguardo que este les provee, a pesar de que en la playa se registran desmoronamientos constantemente.

Esto demostró que la percepción de los usuarios respecto del peligro de derrumbe del acantilado varía según sus conocimientos, preconociones y experiencias personales, lo que puede generar situaciones de riesgo. Por lo tanto, se recomienda que el municipio promueva la implementación de medidas de gestión más eficaces, como la construcción de obras y protecciones contra derrumbes, así como la difusión de información al respecto a través de redes sociales.



Figura 5. Señalizaciones sobre el peligro de derrumbes (A, B), y usuarios instalados al pie del acantilado (C, D).

Fuente: Archivo personal

La clasificación de peligrosidad empleada en este trabajo fue de gran utilidad para identificar los peligros en escenarios de riesgo particularmente complejos para luego compararlo a las fuentes de peligrosidad identificadas por los usuarios. Monti (2016a) empleó el método de cadenas causales de peligrosidad combinándolo con las cadenas de progresión de vulnerabilidad de Blaikie, Cannon, David y Wisner (1996) orientado a la gestión del riesgo en el frente litoral

de Puerto Madryn. El análisis realizado entre los factores de peligrosidad y vulnerabilidad facilitó la observación de la problemática de riesgo en el área de estudio. Este mismo autor aplicó también el diagnóstico técnico de peligrosidades en su análisis del riesgo ambiental en los acantilados costeros del Barrio Barrancas Norte, Puerto Madryn (Monti, 2016b). En ambos trabajos, las peligrosidades primarias identificadas en los resultados coinciden con las fuentes de

peligrosidades detectadas en la playa Las Delicias a partir del diagnóstico técnico, siendo estas del tipo natural (debidas a la erosión del acantilado) y naturales inducidas naturalmente (remoción en masa inducida por la erosión).

La identificación de las fuentes de peligrosidad contribuye al entendimiento de los escenarios de riesgo y a proponer estrategias de gestión acordes a la realidad del área evaluada. Emplear estas estrategias demuestra la voluntad política en la toma de decisiones sobre el uso y transformación del espacio litoral para satisfacer las necesidades de la sociedad sin poner en riesgo su propio bienestar en el proceso. Este proceso de gestión encabezado por la autoridad municipal debe realizarse en conjunto con la participación de la ciudadanía ya que “la gestión se impulsa mejor desde los lugares en que el problema se siente y se sufre” (Lavell, 2003, p.40), garantizando con ello una tasa de éxito mayor. Por ende, se determinó que, para cambiar la percepción de los usuarios en torno a las fuentes de peligrosidad, gestionar el riesgo futuro y tratar de reducirlo es necesario crear hábitos y cambios de comportamiento en los usuarios del espacio a través de la participación en procesos de capacitación en la sensibilización al riesgo abiertos a la comunidad, fomentando así una cultura

global de seguridad que permita gestionar el riesgo futuro (Lavell, 2003; Lavell y Argüello Rodríguez, 2003).

Conclusión

La contrastación entre el diagnóstico técnico y el socialmente percibido constituyó una herramienta de gran utilidad a la hora de relevar las fuentes de peligrosidad que propician la consolidación de un escenario de riesgo. Esto permitió realizar un abordaje holístico de las peligrosidades detectadas en el área que fueron de gran ayuda para realizar un nuevo cálculo de peligrosidad de sitio y determinar los puntos débiles en la gestión del riesgo en la playa. En el área de estudio, la erosión eólica y marina en la base del acantilado contribuye a su debilitamiento y posterior derrumbe constituyendo una de las fuentes de peligrosidad, lo que incrementa la vulnerabilidad de los usuarios de la playa instalados en la base del acantilado. A esto se le sumaron otras fuentes de peligrosidad percibidas por el usuario, como la inseguridad de la zona de baño, la presencia de escolleras y el empeoramiento de la playa en materia de salubridad y mantenimiento. Estas peligrosidades se configuraron producto del desinterés de la autoridad municipal en lo relativo a su administración, lo que se evidenció a través de la ausencia de

servicio de limpieza en la playa por parte del municipio y de accesos en mal estado por la escasa inversión municipal en materia edilicia. De esta forma, se concluyó que un mayor involucramiento de la autoridad municipal junto con la toma de conciencia y la creación de hábitos de comportamiento en los actores sociales con respecto a la peligrosidad presente en el área de estudio contribuirá en el futuro para evitar la aparición de escenarios de riesgos en espacios litorales en general y en esta área en particular.

Referencias bibliográficas

- Barragán Muñoz, J.M. (2003). *Medio ambiente y desarrollo en las áreas litorales: Introducción a la planificación y gestión integradas*, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- Blaikie, P., Cannon, T., David, I. y Wisner, B. (1996) *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, Bogotá, Colombia.
- Calvo García-Tornel, F. (1984). La geografía de los riesgos. *Geocrítica*, 9(54). Universidad de Barcelona.
- Canal 26. (28 de diciembre de 2024). Peligro en las playas de Mar del Plata: refuerzan medidas de prevención de accidentes por derrumbes en acantilados. Canal 26. Recuperado de <https://www.canal26.com/general/2024/12/28/peligro-en-las-playas-de-mar-del-plata-refuerzan-medidas-de-prevencion-de-accidentes-por-derrumbes-en-acantilados/>
- Cardona, O.D. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. International work-conference of vulnerability in disaster theory and practice. Wageningen, Países Bajos.
- Decreto Ley N°8912 de 1977 (Gobierno de la Provincia de Buenos Aires). Por la cual se establecen las normas de ordenamiento territorial y uso del suelo. 28 de octubre de 1977.
- Ferrari, M. P. (2013). Percepción de amenazas en una pequeña comunidad costera de Patagonia (Argentina). *Geográfica Digital*, 10(19), 1–11. doi: [10.30972/geo.10192217](https://doi.org/10.30972/geo.10192217).
- Ferrari, M.P. (2016). Riesgos en litorales urbanizados: estudio comparado de percepción social en dos

- localidades del noreste del Chubut.
Cardinalis, (7), 198-212.
- García, R. (2006). *Sistemas Complejos: conceptos métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Editorial Gedisa.
- Gares, P.; Sherman, D. y Nordstrom, K. (1994). Geomorphology and natural hazards. *Geomorphology*, 10(1-4), 1-18. doi: [10.1016/0169-555X\(94\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0169-555X(94)90004-3)
- Lavell, A. (1996). Degradación ambiental, Riesgo y Desastre Urbano. Problemas y Conceptos. Hacia una definición de una agenda de investigación. En, M. Fernández (Ed.) *Ciudades en Riesgo: Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres en América Latina* (pp.21-61). Lima, Perú:USAID.
- Lavell, A. (2003). La gestión local del riesgo: Nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. CEPREDENAC:PNUD.
- Lavell, A. y M. Argüello Rodríguez (2003). Gestión de riesgos: un enfoque prospectivo. *Colección Cuadernos de Prospectiva* 3, PNUD.
- Merlotto, A., Bértola, G.R. e Isla, F.I. (2017). Riesgo de erosión costera de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(2), 37-72.
- Merlotto, A. y Verón, E. M. (2019). Evaluación de los servicios culturales de recreación y turismo del ecosistema playa en la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*, 28(2), 35-56.
- Merlotto, A. y Bértola, G. (2024). Impacto de las competencias de enduro en playas urbanas de Mar del Plata, Argentina. IV Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Ambiente, UNRN.
- Mojica, M. (2023). Caracterización de las peligrosidades y vulnerabilidades de dos paradores en el litoral sur de Mar del Plata. Libro de resúmenes III Congreso iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales (GIAL). 24 al 27 de abril de 2023, Mar del Plata.
- Monti, A. y S. Lanza (2006), "Peligrosidad geomorfológica en Playa Magagna, Chubut: caracterización, zonificación e implicancias para la gestión", Sextas Jornadas Patagónicas de Geografía, Sociedad y Territorio en el siglo XXI. Trelew, Chubut, Argentina. *Libro de resúmenes*: 46.
- Monti, A. (2007). Dilemas y desafíos de la gestión de riesgos en litorales

- antropizados de la Patagonia. Primeras Jornadas de Investigación en Ciencias Sociales. (Mesa temática: Ambiente y Sociedad). UNPSJB. Comodoro Rivadavia.
- Monti, A. y Escofet, A. (2008). Ocupación urbana de espacios litorales: gestión del riesgo e iniciativas de manejo en una comunidad patagónica automotivada (Playa Magagna, Chubut, Argentina). *Investigaciones geográficas*, (67), 113-129.
- Monti, A. (2016a). Diagnóstico integral orientado a la gestión del riesgo en sistemas socio-ambientales complejos: el frente litoral de Puerto Madryn, Chubut. *Libro de Trabajos Del V Congreso de Geografía de Las Universidades Públicas*. 1–18. UNCOMA. Neuquén.
- Monti, A. (2016b). Transformación urbana y gestión del riesgo de erosión en acantilados costeros del Barrio Barrancas Norte, Puerto Madryn (Chubut). Primeras Jornadas de Hábitat y Ambiente: Sustentabilidad ambiental y urbana. Indicadores de gestión Ambiental. *Libro de Resúmenes*: 33. Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Palavecino, D. (16 de enero de 2024). “La perлита del norte”. La joya secreta para disfrutar del mar sin alejarse mucho de la rambla marplatense. *La Capital*. Recuperado de <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/la-perlita-del-norte-la-joya-secreta-para-disfrutar-del-mar-sin-alejarse-mucho-de-la-rambla-nid16012024/>.
- Pereyra, F.X. (2018). Geomorfología de la Provincia de Buenos Aires. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. *Serie Contribuciones Técnicas - Ordenamiento territorial*, 10.
- PolICASTRO, G., MERLOTTO, A. y VERÓN, E. (2022). Evaluación del servicio ecosistémico cultural de recreación y turismo y percepción de los usuarios en playas del sector norte de Mar del Plata, Argentina. *Revista Pleamar*, (2), 79-106.
- Redacción 0223. (21 de marzo de 2019). Video: Tras la muerte de un nene, fragmentaron el ex muelle de hierro del Emisario Submarino. 0223. Recuperado de <https://www.0223.com.ar/nota/2019-3-21-17-57-0-video-tras-la-muerte-de-un-nene-fragmentaron-el-ex-muelle-de-hierro-del-emisario-submarino>.

- Perrone, B. (07 de enero de 2023). Perdieron a su hija en una tragedia en Mar del Plata y regresan 5 años después para rendirle homenaje. 0223. Recuperado de <https://www.0223.com.ar/nota/2023-1-7-7-43-0-perdieron-a-su-hija-en-una-tragedia-en-mar-del-plata-y-regresan-5-anos-despues-para-rendirle-homenaje>.
- Redacción 0223. (21 de agosto de 2024). Una sola oferta para las playas públicas equipadas: volverán a llamar a licitación. 0223. Recuperado de <https://www.0223.com.ar/nota/2024-8-21-15-26-0-una-sola-oferta-para-las-playas-publicas-equipadas-volveran-a-llamar-a-licitacion>.
- Rico Amorós, A. M., Hernández Hernández, M., Olcina Cantos, J. y Martínez Ibarra, E. (2010). Percepción del riesgo de inundaciones en municipios litorales alicantinos: ¿aumento de la vulnerabilidad?. *Papeles de Geografía*, (51-52), 245–256.
- Romeo, G. (2018). Enfoques de política ambiental en la gestión de riesgo costero en el barrio Caleta Córdova (Comodoro Rivadavia, Chubut). *Cardinals*, 6(11), 134-156.
- Romeo, G. y Monti, A. (2023). Riesgos de desastres y complejidad ambiental: el derrame de hidrocarburos 2007 en Caleta Córdova, Chubut, Argentina. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres*, 7(1), 21-32. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.105>.
- Vidal Hernández, L., Ávila Foucat, S., Arce Ibarra, A., Tovilla Hernández, C., y Carmona Escalante, A. (2020). Construcción de socioecosistemas costeros y retos para medir su resiliencia. En S. Ávila Foucat e I. Espejel (cd.), *Resiliencia de socioecosistemas costeros* (pp.21-50). Ciudad de México, México: UNAM.
- Wilches-Chaux, G. (1988). Pensar globalmente, La Vulnerabilidad Global, Bogotá.
- Zárate, M., Deschamps, C., Bargo, S. y Scaglia, O. (2008). Los acantilados de Chapadmalal - Un libro sobre la historia geológica de la región pampeana. Instituto de Geología y Recursos Minerales. *Servicio Geológico Minero Argentino*, 46(2), 495-507.

Agradecimientos

Quiero agradecer a Alejandro Monti, profesor del seminario Geografía de los riesgos aplicados a espacios litorales dictado en la Maestría en Geografía de los Espacios Litorales (UNMDP) por su mentoría en lo relativo a los temas de riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad que contribuyeron a la realización de este trabajo.

34.- Aguas

Evaluación de la Concentración de Fluoruro en Aguas Subterráneas y su relación con elementos químicos naturales, Departamento de Paraguari, Paraguay

Autor: Machado, Andrea ^{1,2}; andreamachad0.bar@gmail.com

Co-autores: Avalos, Claudia¹; Brozón Gustavo¹; Enciso, Carlos²; González Victor³; Méndez, Carlos¹; Nakayama, Héctor¹; Ries, Andreas⁴; Núñez, Heriberto¹; Samudio-Oggero, Antonio^{1,2}

Orientador: Samudio-Oggero, Antonio; asamudio@rec.una.py

¹ Universidad Nacional de Asunción, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas ² Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Ambiental ³ Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Campus Carapeguá ⁴ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Politécnica, Grupo de Investigación Bio y Materiales

Resumen

El agua subterránea es la mayor reserva de agua dulce del planeta, y su calidad es fundamental para el bienestar humano y el desarrollo económico. Sin embargo, en ocasiones contiene compuestos potencialmente dañinos, como el fluoruro en altas concentraciones, lo que ha llevado a la implementación de estándares de calidad para asegurar la potabilidad del agua. Este estudio evaluó las concentraciones de fluoruro en el agua subterránea del departamento de Paraguari, Paraguay, y analizó relación del fluoruro con elementos como calcio, magnesio, sodio y potasio. Para ello se recolectaron cuarenta y un muestras de agua de en distintas localidades del departamento. Los resultados revelaron que el 7% de las muestras excedieron el límite máximo de concentración permitido por la Norma Paraguaya y la Organización Mundial de la Salud, es decir, concentraciones superiores a 1.5 mg/L; esto se observó principalmente en el distrito de Caapucú. Estos hallazgos indican que el 93% de los pozos cumplen con los estándares de potabilidad. Adicionalmente, se encontró que el fluoruro se correlaciona con el contenido de sodio en el agua subterránea. Los hallazgos sugieren la necesidad de monitoreo continuo y la implementación de tecnologías efectivas para la reducción del fluoruro, especialmente en zonas con concentraciones elevadas.

Palabras clave: Aguas subterráneas, Fluoruro, Distribución espacial

1. Introducción

El agua subterránea es la reserva de agua dulce más grande del planeta y un recurso esencial para el progreso socioeconómico. Aproximadamente el 50% del agua potable a nivel mundial proviene de este recurso, que además representa el 98% del agua dulce no congelada (Margat y Gun, 2013). Por ello, su calidad es fundamental para el bienestar humano y el desarrollo económico. Sin embargo, la calidad del agua subterránea puede verse comprometida por la presencia de compuestos inorgánicos de origen natural que, dependiendo de la geomorfología de la región, pueden ser potencialmente dañinos para el consumo humano (Cuellar et al., 2012; Onipe et al., 2020; García et al., 2023)

El fluoruro es uno de los contaminantes naturales más comunes en el agua potable. En concentraciones bajas, este ion se añade frecuentemente al agua para prevenir las caries dentales; no obstante, en concentraciones elevadas, el fluoruro puede causar fluorosis dental y esquelética, afectando gravemente la salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece un límite máximo recomendado de 1.50 mg/L para el fluoruro en el agua potable, valor también adoptado por la Norma Paraguaya de Calidad del Agua NP 24 001 80. Se ha demostrado

que la presencia de fluoruro por encima de este límite se asocia con la aparición de fluorosis y otros problemas de salud, especialmente en regiones montañosas y áridas donde la mineralización del agua es más significativa (Alarcón et al., 2013; MADES, 2012; Rehman et al., 2022).

Los efectos nocivos del fluoruro en altas concentraciones se extienden más allá de la fluorosis dental y esquelética. En 1981, se descubrió que el fluoruro forma enlaces de hidrógeno muy fuertes con los grupos funcionales amida en las proteínas (Emsley et al., 1981). Estos enlaces son cruciales para el plegamiento proteico, y su interferencia por el fluoruro puede alterar la configuración característica de las proteínas, llevando a la pérdida de propiedades específicas, como la desactivación enzimática. Además, la estructura de doble cadena del ADN, estabilizada por enlaces de hidrógeno con grupos amida, puede ser dañada por la disrupción del fluoruro, causando perjuicios a la célula. Se ha investigado exhaustivamente el impacto del fluoruro en el sistema nervioso y las glándulas endocrinas de mamíferos, incluyendo la glándula pineal (Choi et al., 2012; Sharma et al., 2014). La exposición al fluoruro ha sido vinculada con daño neuronal, como el desarrollo de enfermedades como el Parkinson y el Alzheimer, así como una reducción en el cociente intelectual. También se ha observado que la

exposición al fluoruro provoca estrés oxidativo y peroxidación lipídica en el cerebro, inhibiendo la producción de enzimas responsables de la energía mitocondrial, lo que afecta negativamente la memoria y la capacidad de aprendizaje en animales y humanos (Blaylock, 2004; Jain et al., 2015; Doull et al. 2006; Tang et al., 2008; Aravind et al., 2016; Green et al., 2019; Guth et al., 2020).

La concentración de fluoruro en el agua subterránea depende de factores geológicos y climáticos, como la presencia de minerales como el espato flúor, la criolita, las micas y los minerales arcillosos (Onipe et al., 2020; Ezaki et al., 2016; Avtar et al., 2013; Kashyap et al., 2021). Su relación con otros elementos como el calcio (Ca^{2+}), el magnesio (Mg^{2+}), el sodio (Na^+) y el potasio (K^+) es crucial para comprender su dinámica. Se ha demostrado que concentraciones elevadas de fluoruro a menudo se correlacionan con altos niveles de sodio y bajos niveles de calcio, mientras que la presencia de calcio y magnesio puede mitigar los efectos tóxicos del fluoruro (Podgorski y Berg, 2022; Ali et al., 2016). Sin embargo, la disolución de minerales que contienen fluoruro debería generar una correlación positiva con Ca^{2+} y Mg^{2+} , lo cual podría explicarse por un proceso de intercambio iónico inverso. Las investigaciones previas sobre la correlación del fluoruro con diversos iones muestran resultados

variados, incluyendo correlaciones positivas con Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} , y negativas con Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ .

En el departamento de Paraguairí, Paraguay, el acceso al agua subterránea es vital para las comunidades rurales. A pesar de esto, hasta el momento no existían estudios sistemáticos que evaluaran las concentraciones de fluoruro en esta región, lo que plantea preocupaciones sanitarias, dado que algunas zonas del país son conocidas por tener concentraciones elevadas de este ion en el agua subterránea (Gómez et al., 2003; Chávez, 2010; Núñez, 2018). Esta brecha de conocimiento requiere investigación para identificar los niveles de fluoruro y sus riesgos potenciales para la población. Cabe señalar que, si bien se han observado síntomas de fluorosis en algunas áreas de Paraguairí, aún no se han llevado a cabo estudios estandarizados sobre la calidad del agua subterránea. Estudios previos en Paraguay han reportado rangos variados de concentración de fluoruro, desde niveles que cumplen los estándares hasta concentraciones significativamente elevadas, como las observadas en Borja, Guairá, que alcanzaron hasta 21.8 mg/L. Asimismo, se han documentado concentraciones naturales de fluoruro iguales o superiores a 1.5 mg/L en otros departamentos como Alto Paraná, Concepción y San Pedro.

2. Objetivos

Esta investigación tuvo como objetivo general: evaluar las concentraciones de fluoruro en diferentes muestras de agua subterránea de esta región, y correlacionar las concentraciones de fluoruro con la presencia de otros iones como calcio, magnesio, sodio y potasio.

3. Materiales y Métodos

3.1. Localización de la investigación

El área de estudio está ubicada al suroeste de la región oriental, siendo noveno departamento del Paraguay, Paraguari (Fig.1), la cual geográficamente limita al norte con los departamentos de Cordillera y Caaguazú, al sur con Misiones, al este con Guairá y Caazapá, y al oeste con Central y Ñeembucú.

El departamento de Paraguari abarca una superficie total de 8,705 km² y cuenta con una población de 8,719 habitantes. El clima de la región es moderado-húmedo, caracterizado por precipitaciones durante todo el año y veranos calurosos. La temperatura media anual es de 22.2 °C y la precipitación promedio es de 1,384 mm. Los periodos de mayor lluvia se registran entre marzo-abril y octubre-noviembre.

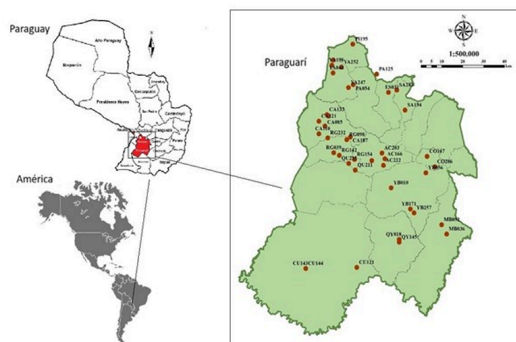


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo

3.2. Muestreo y parámetros

El estudio incluyó un total de 41 pozos, los cuales estaban oficialmente habilitados y en uso para consumo. Los pozos fueron seleccionados de acuerdo con los registros de SENASA y distribuidos en el Departamento de Paraguari.

Los criterios adicionales para la inclusión de estos pozos fueron establecidos según las recomendaciones de expertos de la Red Paraguaya de Estudios de la Exposición a Fluoruros y el Tratamiento de Fluorosis, del CEMIT:

- Se incluyeron pozos con una profundidad mínima de 100 metros (Huallpara et al., 2021).
- Se priorizaron pozos ubicados en áreas con personas diagnosticadas con fluorosis dental u ósea.

La distribución de estos 41 puntos de muestreo por cada distrito en el estado de Paraguari se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Puntos de muestreo por cada distrito

Distrito	Número de muestras	Codificación
Acahay	4	AC
Caapucu	3	CU
Carapegua	6	CA
Escobar	1	ES
La Colmena	2	CO
Mbuyapey	2	MB
Paraguari	2	PA
Pirayu	2	PI
Quiindy	2	QU
Quyquyho	2	QY
San R. González	5	RG
Sapucaí	2	SA
Yaguarón	4	YA
Ybycui	4	YB
TOTAL	41	

Las muestras destinadas a la determinación de fluoruro se almacenaron en botellas estériles de polietileno de 100 mL. Las muestras para el análisis de los otros iones (calcio, magnesio, sodio y potasio) se almacenaron en botellas de 1 L. Todas las botellas fueron previamente lavadas con una solución de HNO₃ (ácido nítrico) al 10%, siguiendo los protocolos de calidad y bioseguridad del laboratorio. Las muestras fueron selladas y debidamente almacenadas antes de su transporte al laboratorio.

Todos los análisis se llevaron a cabo en el

Laboratorio de Calidad de Agua del Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas.

La concentración de fluoruro (F⁻) en las muestras de agua se determinó potenciométricamente utilizando un electrodo selectivo de iones. Se empleó un potenciómetro OAKTON ION 6+, previamente calibrado, siguiendo los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SM-4500-F-C).

Para las muestras con contenido significativo de fluoruro, los elementos calcio (Ca²⁺) y magnesio (Mg²⁺) se determinaron mediante titulación con EDTA (SM-3500-Ca B y SM-3500-Mg B, respectivamente).

Las concentraciones de sodio (Na⁺) y potasio (K⁺) se cuantificaron mediante espectroscopia de absorción atómica utilizando una llama de aire-acetileno (SM-3111 B). Para esto, se utilizó una unidad Shimadzu, AA-7000 (APHA-AWWA-WEF, 2017).

3.3. Análisis estadístico

Las concentraciones de fluoruro obtenidas fueron comparadas con los niveles máximos permitidos establecidos por la Norma Paraguaya de Agua Potable (NP 24 001 80).

Para evaluar una posible correlación entre la concentración de fluoruro y las concentraciones de calcio, magnesio, sodio

y potasio, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson (r). Este cálculo se realizó utilizando el software IBM SPSS Statistics.

Posteriormente, la distribución espacial del fluoruro se determinó mediante la técnica de interpolación geoestadística Kriging. Esta técnica se implementó utilizando el software ArcGIS 10.1.

4. Resultados y Discusión

4.1. Evaluación de las concentraciones de fluoruro en diferentes puntos

Las concentraciones de fluoruro registradas en las muestras de agua subterránea oscilaron entre 0.01 y 3.30 mg/L (Tabla 2). La mayoría de las muestras presentaron bajas concentraciones de fluoruro, con la excepción de los pozos ubicados en Yere y Montiel Potrero, que pertenecen al distrito de Caapucú. Los valores de pH registrados variaron entre 5.26 y 7.29. Garcia et al. (2023) destaca que un ambiente alcalino (pH 7.6-8.6) con una alta concentración de bicarbonato favorece la disolución del fluoruro en el agua subterránea. En contraste, Gutiérrez y Alarcón Herrera (2021) destaca que a un pH más bajo, la especiación del fluoruro tiende a mostrar una mayor proporción de iones complejos de fluoruro.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que la fluorosis dental es más probable cuando las concentraciones de fluoruro en el agua potable superan los 1.5

mg/L, mientras que la fluorosis esquelética tiende a manifestarse con concentraciones superiores a 3 mg/L. Ambas condiciones son resultado de la exposición crónica a niveles elevados de fluoruro.

Tabla 2. Concentración de fluoruro

N°	Distrito	Muestra	Prof (m)	F (mg/ L -1)
1	Acahay	AC114	160	0.01
2	Acahay	AC136	120	0.00
3	Acahay	AC203	100	0.01
4	Acahay	AC222	150	0.01
5	Caapucu	CU121	102	3.20
6	Caapucu	CU143	126	3.30
7	Caapucu	CU144	121	2.50
8	Carapegua	CA085	132	0.00
9	Carapegua	CA110	126	0.02
10	Carapegua	CA133	150	0.01
11	Carapegua	CA187	122	0.01
12	Carapegua	CA191	150	0.01
13	Carapegua	CA221	120	0.14
14	Escobar	ES031	152	0.00
15	La Colmena	CO167	150	0.01
16	La Colmena	CO286	104	0.04
17	Mbuyapey	MB036	124	0.00
18	Mbuyapey	MB092	150	0.01
19	Paraguarí	PA054	150	0.01
20	Paraguarí	PA125	108	0.02
21	Pirayu	PI195	104	0.00
22	Pirayu	PI253	120	0.00
23	Quiindy	QU211	150	0.00
24	Quiindy	QU235	117	0.00
25	Quyquyho	QY018	153	0.18
26	Quyquyho	QY145	112	0.52
27	San R. González	RG039	105	0.00
28	San R. González	RG098	110	0.04

Tabla 2. Concentración de fluoruro (Continuación)

N°	Distrito	Muestra	Prof (m)	F (mg/ L -1)
29	San R. González	RG142	105	0.00
30	San R. González	RG154	105	0.00
31	San R. González	RG232	150	0.68
32	Sapucay	SA194	132	0.00
33	Sapucay	SA283	169	0.01
34	Yaguarón	YA044	105	0.00
35	Yaguarón	YA198	138	0.01
36	Yaguarón	YA247	120	0.00
37	Yaguarón	YA252	146	0.00
38	Ybicui	YB010	105	0.00
39	Ybicui	YB056	100	0.01
40	Ybicui	YB171	125	0.00
41	Ybicui	YB257	121	0.00

Tabla 3. Concentración de parámetros registrados

N°	Distrito	Muestra	pH	Con* ms/c m
1	Acahay	AC114	6.14	42.3
2	Acahay	AC136	5.26	51.1
3	Acahay	AC203	5.8	9.92
4	Acahay	AC222	6.39	78.4
5	Caapucu	CU121	6.74	331
6	Caapucu	CU143	7.29	594
7	Caapucu	CU144	6.03	43.7
8	Carapegua	CA085	6.18	30.3
9	Carapegua	CA110	5.67	41.7
10	Carapegua	CA133	5.97	34.7
11	Carapegua	CA187	5.79	47.7
12	Carapegua	CA191	7.28	436
13	Carapegua	CA221	6.9	183
14	Escobar	ES031	5.64	48.2
15	La Colmena	CO167	6.18	131
16	La Colmena	CO286	6.2	52.6

*Conductividad

Tabla 3. Concentración de parámetros registrados (Continuación)

N°	Distrito	Muestra	pH	Con* ms/c m
17	Mbuyapey	MB036	5.82	46.7
18	Mbuyapey	MB092	5.85	49.5
19	Paraguarí	PA054	6	37.8
20	Paraguarí	PA125	6.84	198
21	Pirayu	PI195	5.79	9.88
22	Pirayu	PI253	6.09	7.69
23	Quiindy	QU211	5.83	51.1
24	Quiindy	QU235	5.78	81.5
25	Quyquyho	QY018	5.7	10.1
26	Quyquyho	QY145	5.85	9.42
27	San R. González	RG039	6.19	111
28	San R. González	RG098	5.87	29.6
29	San R. González	RG142	6.14	36.7
30	San R. González	RG154	6.81	62.9
31	San R. González	RG232	6.4	35.3
32	Sapucay	SA194	6.83	154
33	Sapucay	SA283	5.84	43.6
34	Yaguarón	YA044	5.78	134
35	Yaguarón	YA198	5.89	64.4
36	Yaguarón	YA247	6.52	163
37	Yaguarón	YA252	5.68	53.4
38	Ybicui	YB010	6.02	117
39	Ybicui	YB056	6.01	31.2
40	Ybicui	YB171	5.89	43
41	Ybicui	YB257	5.48	53.6

*Conductividad

La Norma Paraguaya de Agua Potable (NP 24 001 80) también establece un límite máximo recomendado de 1.50 mg/L para el fluoruro en el agua potable. Al comparar los resultados con estos límites, se encontró que el 93% de los pozos muestreados (38 muestras) cumplen con

los estándares nacionales e internacionales. Sin embargo, el 7% de las muestras (3 pozos) excedieron este límite, presentando concentraciones superiores a 2 mg/L. Los pozos que destacaron por superar significativamente el límite permitido fueron CU121, CU143 y CU144. El pozo CU143 registró la concentración más alta, alcanzando 3.30 mg/L.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES, 2012) en la región de la "Cuenca Hídrica del arroyo San Lorenzo", donde el 95.38% de las muestras mostraron concentraciones entre 0 y 0.5 mg/L. Asimismo, Díez Pérez et al. (2019) reportaron que el 8% de las muestras en el distrito de Loreto, Departamento de Concepción, excedieron el límite permitido. No obstante, los resultados difieren de los informados por DIGESA en Borja, estado de Guairá, donde las concentraciones de fluoruro variaron de 0 a 21.8 mg/L, superando considerablemente los niveles observados en este estudio. Cabe señalar que estos resultados coinciden con las observaciones de Núñez (2018), quien ya había notado la presencia de concentraciones naturales de fluoruro iguales o superiores a 1.5 mg/L en los departamentos de Alto Paraná, Concepción, San Pedro y Paraguairí. Elevadas concentraciones de fluoruro podrían estar asociadas con la presencia

de minerales como arcilla, mica, dolomita y caliza, características hidrogeológicas también presentes en la región de estudio.



Figura 2. Concentraciones de fluoruros (mg/L) registrados de acuerdo a la Norma Paraguaya NP 24 00 80

4.2. Descripción de la distribución espacial del fluoruro

La distribución espacial del fluoruro en el estado de Paraguairí fue estimada mediante la técnica de interpolación geoestadística Kriging. Los resultados muestran que las áreas con las

concentraciones más bajas de fluoruro se encuentran en el noreste, mientras que las concentraciones más altas se localizan en el suroeste del departamento. Esto sugiere una distribución relativamente uniforme en gran parte del área de estudio. Las zonas representadas en tonos azul claro y oscuro en el mapa corresponden a áreas con bajas concentraciones de fluoruro, dentro de los límites permitidos, mientras que las áreas en azul muy oscuro indican concentraciones que superan el límite máximo aceptable.

Estos hallazgos son consistentes con los resultados del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES, 2012), que observaron una distribución uniforme de fluoruro en la "Cuenca Hídrica del Arroyo San Lorenzo" sin la presencia de concentraciones elevadas. Sin embargo, difieren de lo documentado por Durán et al. (2017) en la provincia de Tucumán, Argentina, donde se encontró una distribución geográfica heterogénea de fluoruros, con áreas de déficit, exceso y valores dentro de los rangos recomendados.

La Fig. 3 representa visualmente la distribución espacial del fluoruro en el Departamento de Paraguari.

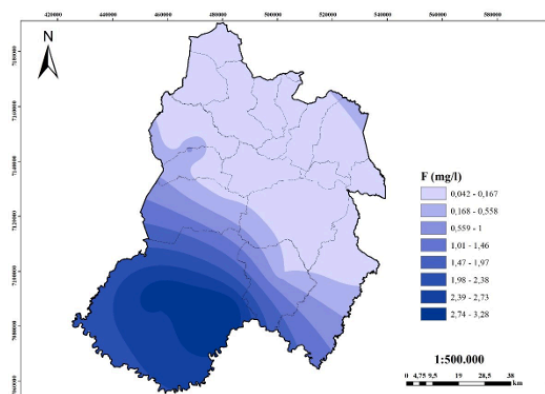


Figura 3. Distribución espacial de la concentración de fluoruro en el Departamento de Paraguari

4.3. Correlación de fluoruro con calcio, magnesio, sodio y potasio

Para evaluar las posibles correlaciones entre el fluoruro y otros compuestos (calcio, magnesio, potasio y sodio) en el agua subterránea, se consideraron únicamente las muestras con concentraciones significativas de fluoruro (5 pozos). Los valores de las concentraciones medidas para estos pozos se presentan en la Tabla 4. Las Figuras 4 y 5 ilustran estas posibles correlaciones gráficamente.

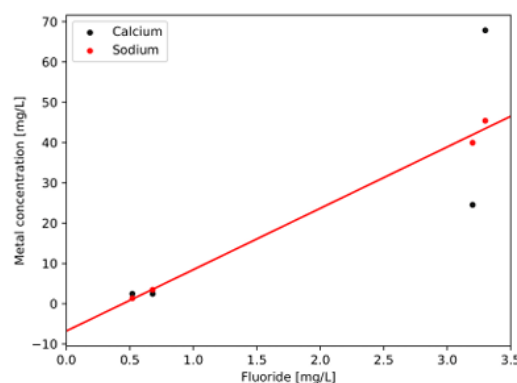


Figura 4. Correlación entre fluoruro y sodio; fluoruro y calcio.

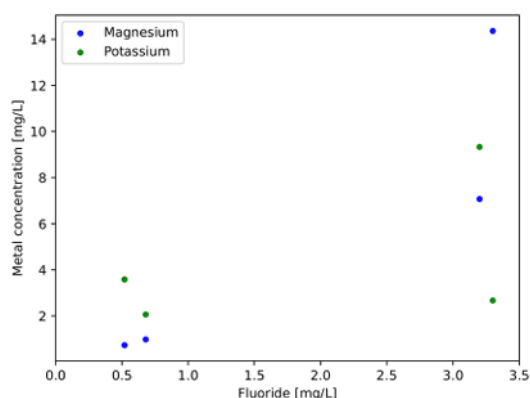


Figura 5. Correlación entre fluoruro y magnesio; fluoruro y potasio.

Los análisis mostraron que solo el sodio presenta una dependencia de concentración lineal con el fluoruro. La línea roja en la Figura 4 representa un ajuste lineal de estos datos de concentración, con una pendiente de 15.23 mg de sodio por cada 1 mg de fluoruro. Traducido a valores molares, esto significa que por cada anión de fluoruro en solución, hay aproximadamente 6 cationes de sodio presentes (0.66 mmol de Na por 0.11 mmol de F).

Estos resultados son comparables con los hallazgos de Rehman et al. (2022), quienes reportaron una correlación moderada entre fluoruro y Mg^{2+} , Ca^{2+} y K^{+} . Podgorski y Berg (2022) sugieren que un aumento de fluoruro junto con altas concentraciones de Ca^{2+} y Mg^{2+} podría estar relacionado con condiciones de evaporación y salinidad elevada, lo cual se refleja en parámetros como la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos, además de niveles elevados de Na^{+} y Cl^{-} . Huepallara

et al. (2021) también observaron una fuerte correlación positiva entre sodio y fluoruro ($r = 0.985$). Kashyap et al. (2021) mencionan que varios estudios han reportado una fuerte correlación positiva entre F^{-} , Na^{+} y K^{+} , mientras que se ha documentado una correlación negativa entre F^{-} y los iones Ca^{2+} y Mg^{2+} .

Sin embargo, la disolución de minerales que contienen fluoruro debería generar una correlación positiva con Ca^{2+} y Mg^{2+} . Esto podría explicarse por el proceso de intercambio iónico inverso, donde el Na^{+} presente en un mineral del acuífero se intercambia por cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} en el agua subterránea. Ali et al. (2016) citan múltiples investigaciones que evidencian la correlación del fluoruro con varios iones a nivel global. Jabal et al. (2014) y Rao (2009) reportaron una correlación positiva entre F^{-} , Na^{+} , Ca^{2+} y Mg^{2+} , mientras que estudios de Liu et al. (2015) documentaron correlaciones negativas con Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^{+} .

Tabla 4. Valores de cationes en pozos con concentraciones de fluoruro altas, medias y bajas

Muestras	F mg/L-1	Ca+2	Mg+2	Na+	K
CU143	3.30	67.86	14.362	45.42	2.67
CU121	3.20	24.53	7.070	39.95	9.33
RG232	0.68	2.45	0.976	3.44	3.06
QY145	0.52	2.45	0.731	1.33	3.58
MB036	0.00	2.45	0.976	1.79	2.76
PI253	0.00	1.64	0.732	0.74	1.25

Tabla 5. Correlación de Pearson

	F	Ca+2	Mg+2	Na+	K
Coefficiente	1	.854*	.905*	.987**	.609
Sig (bilateral)		0.030	0.013	0.000	0.199
N	6	6	6	6	6

* La correlación es significativa al nivel 0.05

** La correlación es significativa al nivel 0.01

5. Conclusiones

El estudio sobre la concentración de fluoruro en el agua subterránea del departamento de Paraguarí revela que la mayoría de las muestras analizadas (93%) presentan niveles de fluoruro dentro de los límites permitidos por la normativa paraguaya (NP 24 001 80) y las regulaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Sin embargo, un pequeño porcentaje de pozos (7%) excede estos límites, principalmente en el distrito de Caapucú. Estas concentraciones elevadas plantean un riesgo potencial para

la salud pública, especialmente en relación con la fluorosis dental y esquelética.

Por lo tanto, se sugiere la implementación de estrategias específicas de monitoreo y tratamiento, como la aplicación de tecnologías eficientes para la reducción de fluoruro en las fuentes de agua afectadas. Esto es crucial para garantizar la sostenibilidad de las fuentes de agua potable y proteger la salud de las comunidades locales.

Además, este trabajo subraya la importancia de futuros estudios para evaluar la dinámica de otros elementos relacionados, como el calcio, el magnesio, el sodio y el potasio, ya que estos podrían estar influyendo en la distribución y concentración de fluoruro en la región.

6. Referencias Bibliográficas

Alarcón-Herrera, M., Martín, A., & Martín, I. (2013). Flúor y Arsénico en Agua de Consumo Humano, Retos y Perspectivas. Análisis del riesgo a la salud por la presencia de flúor en agua de pozos de Ciudad Aldama. Centro de Investigación en Materiales Avanzados. Recuperado de [https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1055/1/Libro%20ISBNFL%C3%9AOR%20Y%20ARS%C3%89NICO%20EN%](https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/1055/1/Libro%20ISBNFL%C3%9AOR%20Y%20ARS%C3%89NICO%20EN%20)

- 20AGUA%20DE%20CONSUMO%
20HUMANO%20C%20RETOS%20
Y%20PERSPECTIVAS.pdf
- Ali, S., Thakur, S. K., Sarkar, A., Singh, K. P., & Saha, D. (2016). Worldwide contamination of water by fluoride. *Environmental Chemistry Letters*, 14, 291–315. <https://doi.org/10.1007/s10311-016-0563-5>
- Aravind, A., Dhanya, R. S., Narayan, A., Binu, R., & Ajithkumar, B. (2016). Effect of fluoridated water on intelligence in 10-12-year-old school children. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 6(4), 237–242. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.197204>
- Avtar, R., Kumar, P., Surjan, A., Singh, B., & Singh, N. (2013). Geochemical processes regulating groundwater chemistry with special reference to nitrate and fluoride enrichment in Chhatarpur area, Madhya Pradesh, India. *Environmental Earth Sciences*, 70, 1699–1708. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2257-7>
- Blaylock, R. L. (2004). Excitotoxicity: A possible central mechanism in fluoride neurotoxicity. *Fluoride*, 37, 301-314.
- Chávez, S. M. J. (2010). Evaluación del riesgo por la presencia de contaminantes en agua destinada al uso y consumo humano del acuífero del Valle del Guadiana [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional].
- Choi, A. L., Sun, G., Zhang, Y., & Grandjean, P. (2012). Developmental fluoride neurotoxicity: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 120, 1362-1368. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104912>
- Committee on Fluoride in Drinking Water, Board on Environmental Studies and Toxicology, Division on Earth and Life Studies, National Research Council of the National Academies. (2006). *Fluoride in Drinking Water: A Scientific Review of EPA's Standards*. National Academies Press. Recuperado de <https://www.actionpa.org/fluoride/nrc/NRC-2006.pdf>
- Cuéllar, L., Molina, E., del Puerto, A., Barroso, M., Pérez, A., Capdevila, L. González, A. (2012). Distribución espacial de los fluoruros en fuentes de abasto de aguas subterráneas en cuatro

- provincias de Cuba. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 50(3), 365-379. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2232/223225493018.pdf>
- Das, A., Das, S. S., Chowdhury, N., Joardar, M., Ghosh, B., & Roychowdhury, T. (2020). Quality and health risk evaluation for groundwater in Nadia district, West Bengal: an approach on its suitability for drinking and domestic purpose. *Groundwater for Sustainable Development*, 10, 100351. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2020.100351>
- Diez Pérez, D., López, M., Colmán, D., González, C., Barroso, M., & Samudio, A. (2019). Concentración de fluoruro en agua subterránea y su relación con los niveles de calcio sérico en niños residentes en el distrito de Loreto, Concepción, Paraguay. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 17(2), 24-35. <https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2019.017.02.24-035>
- Durán, R. A., Durán, E. L., Ojeda, G., Farias, M. A., Lisi, M. E., Díaz, M. P., & Olea, S. F. (2017). Distribución geográfica de fluoruros en el agua de red de abastecimiento público en la provincia de Tucumán, Argentina. *Salud Colectiva*, 13(1), 105-122. <https://dx.doi.org/10.18294/sc.2017.1033>
- Emsley, J., Jones, G. J., Miller, J. M., Overill, R. E., & Waddilovela, R. A. (1981). An Unexpectedly Strong Hydrogen Bond: Ab Initio Calculations and Spectroscopic Studies of Amide-Fluoride Systems. *Journal of the American Chemical Society*, 103, 24-28. <https://doi.org/10.1021/ja00391a005>
- Ezaki, S., Pérez Aguilar, A., Hypolito, R., de Paula, E. S., Montiel, E. G., de Moraes, J. C. V., & de Almeida, J. S. (2016). Anomalías de flúor nas águas subterráneas do estado de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico, São Paulo*, 37(1), 65-98. <https://doi.org/10.5935/0100-929X.20160005>
- García Montiel, E., Zepeda Mondragón, F., Morones Esquivel, M. M., Chávez Muro, E. A., & Durán Arrellano, C. A. (2023). Probabilistic Risk Assessment of Exposure to Fluoride in Drinking Water in Victoria de Durango, Mexico. *Sustainability*, 15(19), 14630.

- <https://doi.org/10.3390/su1519146>
30
- Gómez, S. G., Gómez, S. D., & Martín, D. M. (2002). Flúor y fluorosis dental. Servicio Canario de la Salud.
- Green, R., Lanphear, B., Hornung, R., Braun, J. M., Dodds, L., Fraser, W. D. Till, C. (2019). Association between maternal fluoride exposure during pregnancy and IQ scores in offspring in Canada. JAMA Pediatrics. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.1729>
- Guth, S., Hüser, S., Roth, A., Degen, G. H., Diel, P., Freudenstein, P., Vormann, J. (2020). Toxicity of fluoride: critical evaluation of evidence for human developmental neurotoxicity in epidemiological studies, animal experiments, and in vitro analyses. Archives of Toxicology, 94, 1375-1415. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02725-2>
- Gutiérrez, M., & Alarcón-Herrera, M. T. (2022). Fluoruro en aguas subterráneas de la región centro-norte de México y su posible origen. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 38, 389–397. <https://doi.org/10.20937/RICA.543>
- Huallpara, L., Ormachea, M., Escalera, R., Condori, R., Hinojosa, D., & Rocha, C. (2021). Hidroquímica de aguas subterráneas en el municipio de San Pedro, Santa Cruz, Bolivia: Determinación de fluoruro. Revista Boliviana de Química, 38(1), 46-55. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.38.1.5>
- Jabal, M. S., Abustan, I., Rozaimy, M. R., & Al-Najar, H. (2014). Fluoride enrichment in groundwater of semi-arid urban area: Khan Younis City, southern Gaza Strip (Palestine). Journal of Africa Earth Sciences, 100, 259-266. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2014.07.002>
- Jain, A., Mehta, V., Chittora, R., Mahdi, A. A., & Bhatnagar, M. (2015). Melatonin ameliorates fluoride-induced neurotoxicity in young rats: An in vivo evidence. Asian Journal of Pharma Clinical Research, 4, 32-40. Recuperado de <https://journals.innovareacademics.in/index.php/ajpcr/article/view/6276/2708>
- Kashyap, S. J., Sankannavar, R., & Madhu, G. M. (2021). Fluoride sources, toxicity and fluorosis management

- techniques – A brief review.
Journal of Hazardous Materials
Letters, 2, 100033.
<https://doi.org/10.1016/j.hazl.2021.100033>
- Liu, R., Li, X., Yang, X., & Zhang, M. (2023). Occurrence of and Factors Affecting Groundwater Fluoride in the Western Coastal Area of Hainan Island, South China. *Water*, 15(20), 3678. <https://doi.org/10.3390/w15203678>
- MADES (Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible). (2012). Investigación de la Calidad del Agua. Cuenca Hídrica del Arroyo San Lorenzo, Departamento Central. Recuperado de <https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2018/06/Informe-Final-San-Lorenzo.pdf>
- Margat, J., & Gun, J. van. (2013). *Groundwater around the World: A Geographic Synopsis* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b13977>
- Morelato, R., & Amaral, J. (2023). Estudo de fragilidade ambiental quanto às áreas mais vulneráveis a serem afetadas por contaminação de íons fluoreto no município de São João do Polêsine/RS [Monografia de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Maria].
- Núñez Mendieta, H. (2018). Fluorosis endémica en localidades del Paraguay. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 16(1), 3-5. [https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2018.016\(01\)03-005](https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2018.016(01)03-005)
- Onipe, T., Edokpayi, J., & Odiyo, J. (2020). A review on the potential sources and health implications of fluoride in groundwater of Sub-Saharan Africa. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. <https://doi.org/10.1080/10934529.2020.1770516>
- Podgorski, J., & Berg, M. (2022). Global analysis and prediction of fluoride in groundwater. *Nature Communications*, 13, 4232. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31940-x>
- Rao, N. S. (2009). Fluoride in Groundwater, Varaha River Basin, Visakhapatnam District, Andhra Pradesh, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 152, 47-60. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0295-5>
- Rehman, F., Siddique, J., Shahab, A., Zeshan, M., Farooq, S., & Mahmood, K. (2022).

Hydrochemical appraisal of fluoride contamination in groundwater and human health risk assessment at Isa Khel, Punjab, Pakistan. *Environmental Technology & Innovation*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102445>

Sharma, C., Suhalka, P., Sukhwal, P., Jaiswal, N., & Bhatnagar, M. (2014). Curcumin attenuates neurotoxicity induced by fluoride: An in vivo evidence. *Pharmacognosy Magazine*, 10(37), 61–65.

<https://doi.org/10.4103/0973-1296.126663>

Tang, Q. Q., Du, J., Ma, H. H., Jiang, S. J., & Zhou, X. J. (2008). Fluoride and children's intelligence: a meta-analysis. *Biological Trace Element Research*, 126, 115-120. <https://doi.org/10.1007/s12011-008-8204-x>

7. Agradecimientos

Al Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas – CEMIT, por el apoyo técnico, científico y financiero para el desarrollo de esta investigación.

Determinación de perfil proteico y biomarcadores de inflamación en leche de cabras Anglo Nubian

Autora: Ochoa, Agustina Sol, aochoa@fvet.uba.ar

Coautores: Bottini, Manuel, mbottini@fvet.uba.ar; Giampaoli Carla, cgiampaoli@fvet.uba.ar;

Simonetti Laura, simonetti@agrarias.unlz.edu.ar

Orientador: De Simone, Emilio, edesimone@fvet.uba.ar

Universidad de Buenos Aires / Facultad de Ciencias Veterinarias

Resumen

La mastitis subclínica (MSC) es una patología que en ambos caprinos altera la calidad láctea y reduce la rentabilidad. El objetivo del trabajo fue determinar el perfil proteico de la leche, establecer valores de referencia para LDH, fosfatasa alcalina (FAS) y metaloproteasas 2 y 9 (MMP-2 y 9) y analizar el recuento de células somáticas (RCS) para cada grado de MSC mediante el Test de Mastitis California (TMC). Los muestreos se efectuaron cada 15 días durante 4 meses en un tambo de Buenos Aires. Se realizó el TMC y se obtuvieron 175 muestras: 52 sanas, 36 con grado 1 (TMC1), 56 con grado 2 (TMC2) y 31 con grado 3 (TMC3). La actividad de las MMP-2 y 9 se evaluó por zimografía; el perfil proteico con SDS-PAGE; y la LDH y proteínas totales con kits colorimétricos. Se analizó por ANOVA de una vía y Tukey. Se observaron diferencias entre sanas y TMC2: RCS ($p < 0,0001$); LDH, FAS, MMP-2 ($p < 0,05$) y 9 ($p = 0,0002$). Entre sanas y TMC3: RCS ($p < 0,0001$), LDH ($p < 0,0001$), FAS ($p = 0,0002$), MMP-2 ($p = 0,0023$) y 9 ($p < 0,0001$), proteínas de alto PM ($p = 0,0045$), y β -caseína ($p = 0,0431$). Entre TMC1 y 2: RCS ($p < 0,0003$). Entre TMC1 y 3: RCS ($p < 0,0001$), LDH ($p < 0,0001$); FAS y MMP-2 ($p < 0,05$) y 9 ($p < 0,0001$) y alto PM ($p = 0,0029$). Entre TMC2 y 3: RCS ($p < 0,0377$), LDH ($p < 0,0001$) y MMP-9 ($p < 0,0001$). No se hallaron diferencias significativas en proteínas totales, caseína total, α y κ caseína, lactoalbúmina y lactoglobulina. Tampoco hubo diferencias entre sanas y TMC 1, posiblemente por los altos RCS normales en caprinos comparados con bovinos. Al estar diseñado para vacas, el TMC podría clasificar cabras sanas como TMC1. Es clave ajustar el diagnóstico de MSC con biomarcadores específicos para mejorar la sanidad y rentabilidad del tambo caprino.

Palabras claves: mastitis subclínica, leche caprina, MMPs.

Introducción

La cabra es una especie poliéstrica estacional fotoperiódica negativa. En Argentina, la producción láctea caprina está en crecimiento, pero limitada por estacionalidad, escasa información y deficiencias sanitarias (Cordiviola, C.A. et al 2005, p1)

La leche de cabra se caracteriza por su alta digestibilidad, mayor contenido de minerales, triglicéridos de cadena media y vitamina A. (Muñoz Salinas, F. 2016, p30) Es una actividad típica de pequeños productores y regiones áridas, siendo el queso el principal producto comercializado. En algunas zonas, el caprino puede afectar otras producciones ganaderas.

La mastitis es la inflamación de la glándula mamaria. Esta patología es una pérdida económica importante. Puede ser clínica o subclínica, y esta última requiere pruebas como el Test de Mastitis California para detectarse. (Álvarez Ibarra, M. y Ávila Ramos, F, 2017, p 54). El principal patógeno implicado es *Staphylococcus aureus*, pudiendo afectar también la salud humana por toxinas termoestables. (Suarez, V.H. et al, 2014, p 150). Durante la mastitis, se liberan metaloproteasas (MMPs), enzimas que fisiológicamente remodelan tejidos, pero durante procesos inflamatorios pueden degradar la matriz extracelular. Las MMP-2 (constitutiva) y MMP-9 (relacionada a inflamación) son clave como biomarcadores, y su inhibición

podría ser una estrategia terapéutica para controlar la mastitis en cabras.

Objetivos

En este trabajo nos planteamos evaluar el perfil proteico (proteínas totales, caseínas totales, alfa caseína, beta caseína, kappa caseína, proteína de alto peso molecular, lactoalbúmina y lactoglobulina) en leche de cabras Anglo Nubian sanas y con mastitis subclínica. Asimismo, se buscó establecer valores de referencia de la actividad de las enzimas lactato deshidrogenasa (LDH), las MMP-2 y 9 y la fosfatasa alcalina sérica (FAS) que actuarían como biomarcadores de la inflamación de la glándula mamaria y analizar el recuento de células somáticas (RCS) según el grado de mastitis subclínica obtenido mediante el Test de Mastitis California (TMC).

Materiales y métodos

Los muestreos se realizaron cada 15 días durante 4 meses en 2023 y 2024 en un tambo caprino de la provincia de Buenos Aires.

Durante los ordeños, se les realizó a todas las cabras el despunte, luego el TMC y después la toma de muestra para el análisis correspondiente. Se obtuvieron 175 muestras en total donde 52 sanas, 36 con grado 1 (TMC 1), 56 con grado 2 (TMC 2) y 31 con grado 3 (TMC 3) para el TMC. La determinación de proteínas de la leche caprina se realizó mediante un SDS-PAGE

en geles de poliacrilamida al 12%. Las muestras se combinaron con 10 μ l de Buffer muestra Laemmli (5x) y 2 μ l de 2-Mercaptoetanol. Posteriormente, se sembró 5 μ l de muestra de leche caprina y de control. Luego de la electroforesis, se colorearon los geles con 0,5% Coomassie Brilliant Blue R-250 por 24 horas. Posteriormente se destiñeron con solución decolorante (25%v/v metanol 10%v/v ácido acético). El estudio densitométrico de las bandas generadas en los geles se realizó con el software *Image J* (National Institutes of Health- NIH, EE.UU.).

La determinación de la actividad gelatinolítica de las metaloproteasas 9 y 2 se efectuó con zimografía (Chen, W.Y. et al, 2007, p 4960) donde se usó un gel de poliacrilamida al 10% con el agregado de gelatina 0,2%. La actividad zimográfica fue expresada como porcentaje (%) respecto a una muestra control que satura un 50% en densitometría. Luego los geles se lavaron con 50 mM Tris-HCl pH 7,5 con el agregado de 2,5% de Tritón X-100 durante 45 minutos, seguido de lavado con 50 mM Tris-HCl 5mM CaCl_2 1uM ZnCl_2 pH 7,5 con el agregado de 2,5% de Tritón X-100 pH 7,5 durante 45 minutos. A continuación, se incubaron con 50 mM Tris-HCl, 10 mM CaCl_2 , 200 mM NaCl pH 7,5 a 37° por 24 horas. Finalmente se tiñeron con 0,5% Coomassie Brilliant Blue R-250 por 24 horas. Posteriormente se destiñeron con solución decolorante (25%v/v metanol

10%v/v ácido acético) hasta la visualización de las bandas de actividad gelatinolítica. El estudio de las bandas generadas se realizó por densitometría utilizando el software *Image J*.

Para determinar la actividad de la enzima LDH se utilizó un kit comercial (Wiener Lab, Argentina). Se determinó la concentración de proteínas totales de las muestras de leche mediante el kit Proti 2 (Wiener Lab, Argentina). A partir de esta información, se calculó cada fracción proteica de las muestras.

El análisis estadístico se realizó con el software *GraphPad Prism 8* mediante la aplicación de un ANOVA de una vía y Test de Tukey de comparaciones múltiples.

Resultados y discusión

Se realizó el test mastitis california para clasificar en grupo de cabras sanas (cabras con TMC negativo), grupo con mastitis grado 1, grupo de mastitis con grado 2 y grupo con mastitis grado 3. Luego, se compararon los resultados obtenidos en los diferentes grupos para: RCS, LDH, MMP-2, MMP-9, FAS, caseínas totales, alfa caseína, beta caseína, kappa caseína, proteínas totales, proteínas de alto peso molecular, lactoalbúmina y lactoglobulina.

1. Análisis de RCS

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la media y el desvío estándar de RCS.

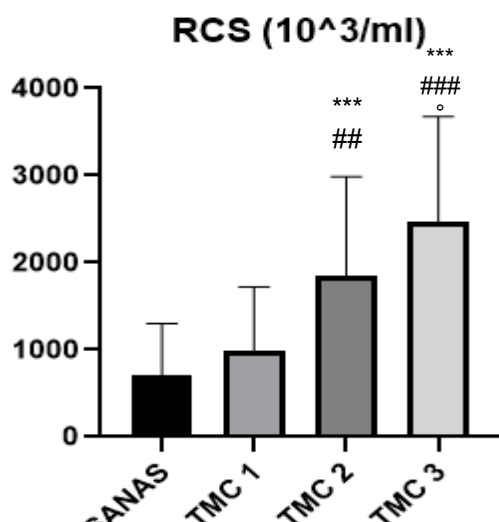


Gráfico 1: media y desvío estándar del recuento de células somáticas en los grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$. Referencias de gráfico 1:

*: vs sanas, #: vs TMC 1 y ° vs TMC 2

*,# o °: $p < 0,05$

**, ## o °°: $p < 0,001$

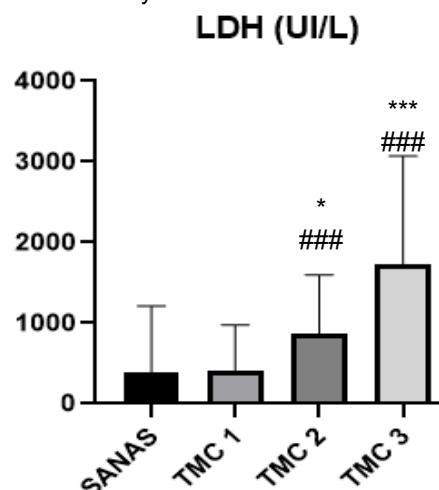
***, ### o °°°: $p < 0,0001$

De este análisis estadístico se desprende que el recuento de células somáticas es mayor en grado 2 y 3 con respecto a las sanas ($p < 0,0001$). También es mayor el grado 2 y 3 con respecto al grado 1 con un $p = 0,0003$ y $p < 0,0001$, respectivamente. Además, el grado 3 es mayor al grado 2 con un $p = 0,0377$.

2. Análisis de LDH

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la media y el desvío estándar de LDH.

Gráfico 2: media y desvío estándar de LDH en los



grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$. Referencias de gráfico 2:

*: vs sanas y #: vs TMC 1

* o # $p < 0,05$

** o ##: $p < 0,001$

*** o ### $p < 0,0001$

Se observa que la LDH es mayor en el grado 2 y grado 3 con respecto a las sanas con un $p = 0,0249$ y $p < 0,0001$ respectivamente. También fue mayor entre grado 3 con respecto al grado 1 y grado 2 con $p < 0,0001$.

3. Análisis de FAS

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la media y el desvío estándar de FAS.

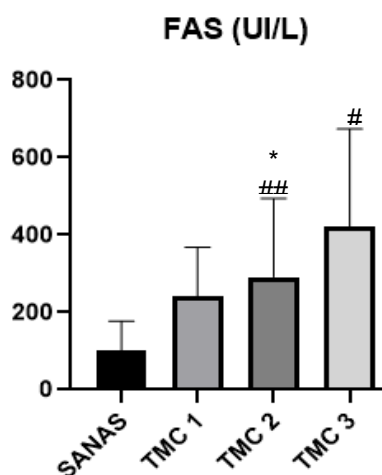


Gráfico 3: media y desvío estándar de FAS en los grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$. Referencias de gráfico 3:

*: vs sanas y #: vs TMC 1

* o #: $p < 0,05$

** o ##: $p < 0,001$

*** o ###: $p < 0,0001$

Aquí queda en evidencia que la actividad de la FAS es mayor en grado 2 y grado 3 con respecto a las sanas con un $p=0,0283$ y $p=0,0002$ respectivamente. También fue mayor en grado 3 vs grado 1 ($p=0,0424$).

4. Análisis de MMP-2 y MMP-9

En los siguientes gráficos se muestran los resultados de la media y el desvío estándar de MMP-2 y MMP-9.

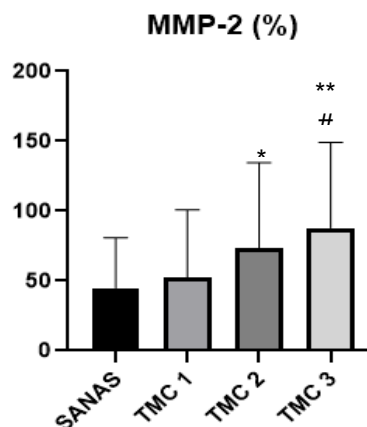


Gráfico 4a: media y desvío estándar de MMP-2 en los grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$. Referencias de gráfico 4a:

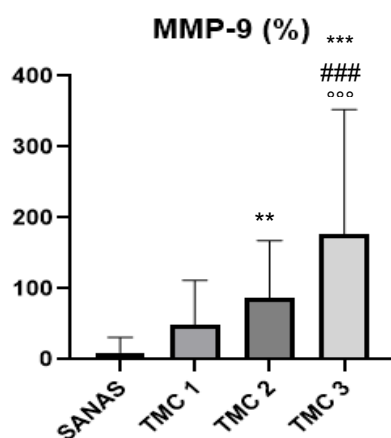
*: vs sanas y #: vs TMC 1

* o # $p < 0,05$

** o ## $p < 0,001$

***o ### $p < 0,0001$

De este análisis estadístico se concluye que la actividad gelatinolítica de MMP-2 es mayor en el grado 2 y grado 3 con respecto a las sanas con un $p=0,0303$ y $p=0,0023$ respectivamente. También fue mayor en grado 3 vs grado 1 ($p=0,0311$).



Gráfico

4b: media y desvío estándar de MMP-9 en los grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$. Referencias de gráfico 4b:

*: vs sanas y #: vs TMC 1, ° vs TMC 2

*,# o °: $p < 0,05$

**, ## o °°: $p < 0,001$

***, ### o °°°: $p < 0,0001$

Con respecto a la actividad gelatinolítica de MMP-9, se observa que es mayor en grado 2 y grado 3 con respecto a las sanas con $p=0,0002$ y $p<0,0001$, respectivamente. También es mayor en grado 3 con respecto a grado 1 y grado 2 ($p<0,0001$).

5. Análisis de Proteínas totales

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la media y el desvío estándar de proteínas totales.

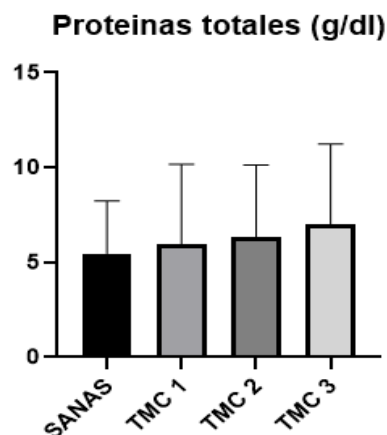


Gráfico 5: media y desvío estándar de proteínas totales en los grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$.

No se observaron diferencias significativas para las proteínas totales entre los distintos grupos ($p>0,05$).

6. Análisis de Alto peso molecular

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la media y el desvío estándar de proteínas de alto peso molecular.

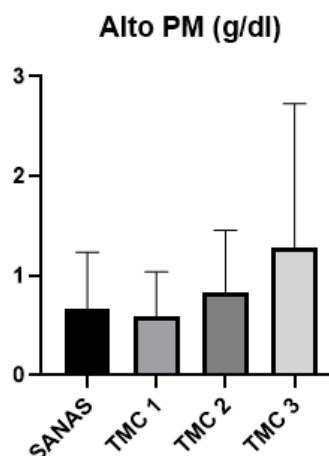


Gráfico 6: media y desvío estándar de proteínas de alto peso molecular en los grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$.

De este análisis estadístico se concluye que hay mayor concentración de proteínas de alto peso molecular en grado 3 con respecto a las sanas y grado 1 con $p=0,0045$ y $p=0,0029$, respectivamente.

7. Análisis de Caseína total, alfa, beta y kappa caseína

En los siguientes gráficos se muestran los resultados de la media y el desvío estándar de caseína totales, alfa caseína, beta caseína y kappa caseína.

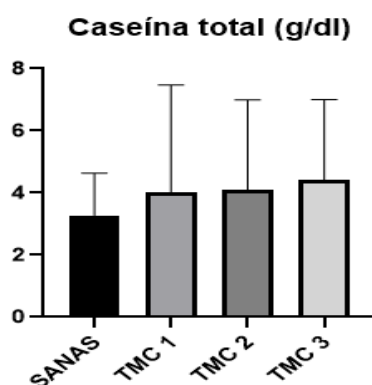


Gráfico 7a

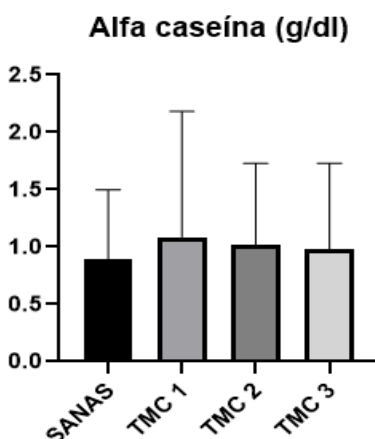


Gráfico 7b

Beta caseína (g/dl)

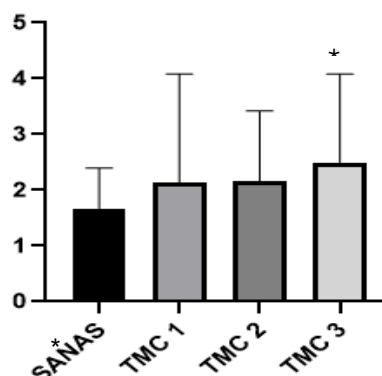


Gráfico 7c

Kappa - caseína (g/dl)

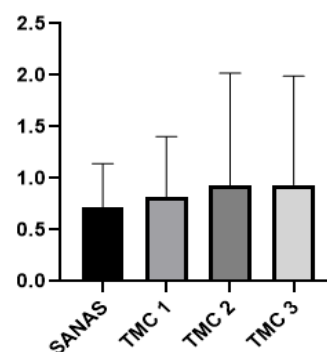


Gráfico 7d

Gráficos 7a,b,c y d: media y desvío estándar de caseína total, alfa caseína, beta caseína, kappa caseína en los grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$.

Referencias de gráfico 7c:

*vs sanas

* $p < 0,05$

De este análisis estadístico se concluye que no hay diferencias significativas en caseína total, alfa caseína y kappa caseína entre los distintos grupos. Además, podemos observar que la beta-caseína es mayor en el grado 3 con respecto de las sanas con un $p= 0,0431$.

8. Análisis de Lactoalbúmina y lactoglobulina

En el siguiente gráfico se muestran los resultados de la media y el desvío estándar de lactoalbúmina.

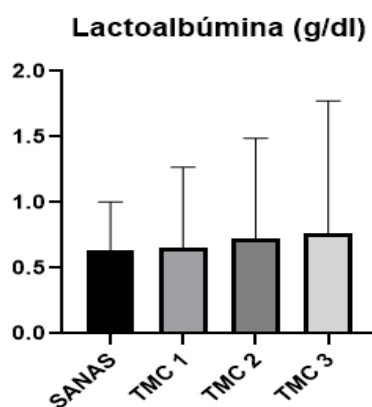


Gráfico 8a

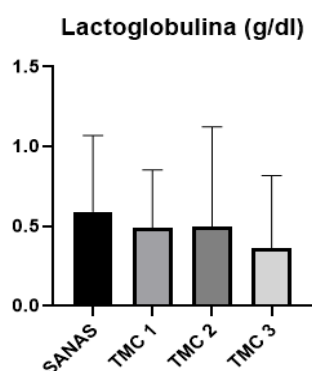


Gráfico 8b

Gráfico 8a y 8b: media y desvío estándar de lactoalbúmina y lactoglobulinas en los grupos de cabras sanas y con mastitis grado 1, 2 y 3. Se aplicó un ANOVA con $p < 0,05$.

No se observaron diferencias significativas en lactoalbúminas y lactoglobulinas entre los distintos grupos.

Se conoce que el RCS en cabras con mastitis es mayor que en cabras sanas. Las cabras suelen tener mayor RCS que los bovinos, aunque no haya mastitis

(Abascal, C. G., 2021, p.11). Esto se da por las características de la glándula mamaria de esta especie, que tiene secreción apocrina mientras que la vaca es merocrina. (Hunter, 1984; Lerondelle et al. 1992; Baudry et al. 1997; Leitner et al. 2004; Min et al. 2007). Esto provoca que la leche de cabra presente grandes fragmentos de citoplasma originados a partir de la porción distal de las células alveolares secretoras y con un tamaño similar al de los leucocitos. Esto provocaría que los métodos de recuento automáticos sobreestimen el número de células presentes. Además, tales partículas ejercen un efecto quimiotáctico sobre los polimorfonucleares (Dulin et al., 1982; Amorena et al., 2000), que explicaría el mayor contenido de este tipo celular en la leche de cabras no infectadas en comparación con la leche de oveja y de vaca. Por lo tanto, el uso del TMC que está diseñado para bovinos podría resultar inadecuado. Además, resulta necesario establecer rangos de RCS para las cabras sanas en Argentina (Suarez, V.H, 2014, p152). Esta etapa corresponde a la segunda parte del trabajo, que incluirá la aplicación de cultivos bacteriológicos para lograr un diagnóstico certero.

Con respecto a la actividad gelatinolítica de MMP-9, la misma es mayor en el grupo de mastitis debido a que esta metaloproteasa está presente en mayor medida durante los procesos inflamatorios (Hui,L et al.

2016). Esto permitirá valorar el daño de la matriz extracelular de la glándula mamaria. La LDH en grupos con mastitis es mayor dado que es una enzima intracelular y durante este proceso se produce la lisis de las células del epitelio glandular, en consecuencia, la enzima se libera y los dosajes en leche aumentan. (Leitner et al., 2001, 2003; Chen et al., 2004; Barth et al., 2010; Katsoulos et al., 2010)

Algunos autores han establecido en sus trabajos valores de corte para la actividad de esta enzima en vacas. Es así como se ha llegado a un consenso para esta especie, siendo el valor de corte para la actividad de LDH de 180 UI/L, aunque se mostró que la actividad de otra enzima, la fosfatasa alcalina tiene mayor sensibilidad para diagnósticos tempranos de mastitis subclínicas en bovinos (Sears, P. et al. 1993).

La fosfatasa alcalina (FAS) es una enzima natural presente en la leche cruda de todos los mamíferos. En el caso de las cabras, por la variabilidad del RCS y la fisiología mamaria diferente, se buscan otros marcadores adicionales como FAS. De la misma forma que la LDH, el aumento de la FAS en leche puede reflejar daños en las células de la glándula mamaria.

Con respecto a las proteínas totales, caseínas totales, α -caseína, β -caseína, K-caseína, lactoalbúmina y lactoglobulina no condice con estudios previamente realizado por Muñoz Salinas, F. 2016 y

Abascal, C.G. 2021. Esto se puede atribuir a las diferencias en el grupo de estudio porque se utilizaron distintas razas, en diferentes estados fisiológicos, siendo estos factores que pueden modificar estos parámetros proteicos. En los estudios previos, las caseínas y sus fracciones dieron menor en mastitis, pero en el nuestro no dio significativo, excepto la b-caseína en MSC 3 con respecto a las sanas que dio mayor.

Conclusiones

En este trabajo se plantea la importancia de la determinación de biomarcadores de la inflamación y del perfil proteico de la leche de cabras sanas y con mastitis subclínicas según grados. Algunos de los resultados presentan concordancia con los documentos de la escasa bibliografía que existe. Además, se podría considerar a las cabras del grupo TMC 1 dentro de cabras sanas.

Referencias bibliográficas

- Abascal, C. G. (2021). Inmunobiología de la glándula mamaria y susceptibilidad a las mastitis en los pequeños rumiantes. Academia de ciencias veterinarias de Castilla y León.
- Álvarez Ibarra, M. y Ávila Ramos, F. (2017). Determinación de mastitis subclínica en cabras

- lecheras estabuladas. Jóvenes en la ciencia. 2 (1), 53–56
- Amorena, B., Pérez, M., Luján, L., Monzón, M., 2000. Defensa inmunológica frente a la mamitis. En: Recuento de células somáticas en pequeños rumiantes I. Ovino. Ovis, 66: 59-72.
- Bergonier, D., Cremoux, R. y Rupp, R. (2003). Mastitis of dairy small ruminants. Veterinary Research 34(5), 689 – 716. 10.1051/vetres:2003030
- Caggiano, N., Bottini, J.M., Lorenzo Smirnoff, A., De Simone, E.A. y Chiappe Barbará, M.A. (2016). Determinación de biomarcadores moleculares en leche y su posible aplicación en el diagnóstico y tratamiento de la mastitis bovina. InVet. 18, 323 – 331
- Chen W.Y., Weng M.H, Chen, S.E., Peh H.C., Liu, W.B., Yu, T.C. *, Huang M.C., Chen, M.T., Nagahata H., Chang C.J. (2007), Profile of Gelatinolytic Capacity of Raw Goat Milk and the Implications for Milk Quality. Journal of Dairy Science. 90 (11). 4954 – 4965.
- Cordiviola, C. A., Gutiérrez, N. E., Rocca, J., Lacchini, R. A., Antonini, A. y Vaamonde, G. (2005). Producción de leche caprina en la pampa deprimida bonaerense - Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Curso de Introducción a la Producción Animal. XIII Jornadas de Jóvenes Investigadores de la Asociación de Universidades Grupo Montevideo <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/117533>
- Dulin, A.M., Paape, M.J., Wergin, W.P., 1982. Differentiation and enumeration of somatic cells in goat milk. J. Food Prot. 45, 435-439. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-45.5.435>
- Haenlein, G. (2002). Relación del recuento de células somáticas en la leche de cabra con la mastitis y la productividad - Departamento de Ciencias Animales y Alimentarias, Universidad de Delaware, Newark, EE. UU. International Goat Association. 45 (2).163-178
- Hui, L., Huiling, Z., Lihui, L., Xingai, S., Wenjuan, Z. y Yongsan, S. (2016). The Effects of Matrix Metalloproteinase-9 on Dairy Goat Mastitis and Cell Survival of Goat Mammary Epithelial Cells
- Koop, G., van Werven, T., Schuiling, H. J. y Nielen, M. (2010) The effect of subclinical mastitis on milk yield in dairy goats. American Dairy Science Association.
- Maldonado, S. y Burgos, L. (2008). Quality Indices for goat milk. International

- Journal of Emerging Technology and Advanced Engineer 5 (10) .
- Micheloud, J. F., Neder, V., Nuovo, F., Suarez, V.H. y Calvino, L. (2014). Brote de mastitis clínica por *Corynebacterium* spp. y *Streptococcus dysgalactiae* en cabras en Salta, Argentina. Revista de investigaciones agropecuarias. 40 (1), 34 -35
- Muñoz Salinas, F. (2016). Comparación del perfil proteínico de leche de cabra de tres razas (Alpino Francés, Nubio y Criollo) con leche bovina Holstein. Universidad autónoma de Querétaro Facultad de Ciencias naturales maestría en salud y producción animal sustentable.
- Salvador, A. y Martínez, G. (2007). Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión Bibliográfica. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias. 48 (2)
- Sarmin, S., Irkham, W. y Devita, A. (2021). The Activity of Lactate Dehydrogenase in Sapera, Saanen and Ettawa Crossbred Goats in the Different Physiological Statuses. Advances in Biological Sciences Research. 22
- Sears, P. M, Smith, B. S., English, P. B., Herer, P. S., Gonzalez, R. N. (1990). Shedding pattern of *Staphylococcus aureus* from bovine intramammary infections. Journal of Dairy Science, 73 (10), 2785-2789. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(90\)78964-3](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(90)78964-3)
- Suarez, V.H., Martinez, G.M., Gianre, V., Calvino, L., Rachoski, A., Chavez, M., Salatin, A., Orozco, S., Sanchez, V. y Bertoni, E.(2014). Relaciones entre el recuento de células somáticas, test de mastitis California, conductividad eléctrica y el diagnóstico de mastitis subclínicas en cabras lecheras. Revista investigación agropecuaria. 40 (2).



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



UNIVERSIDAD
NACIONAL ✦
DE TUCUMÁN



