



confluencias



UNJu
Universidad
Nacional de Jujuy

50
años

Confluencias-Primer Encuentro de Posgrado UNJu

Confluencias-Primer Encuentro de Posgrado UNJu

Universidad Nacional de Jujuy

2023

Prohibida la reproducción total o parcial del material contenido en esta publicación por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, sin permiso expreso del Editor.

Confluencias : primer encuentro de posgrado UNJu / Camilo J.O. Palacios ... [et al.] ;
Compilación de Silvina Maldonado. - 1a ed - San Salvador de Jujuy : Universidad
Nacional de Jujuy, 2024.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-3926-85-3

1. Carreras de Posgrado. I. Palacios, Camilo J.O. II. Maldonado, Silvina, comp.
CDD 378.007

© 2023 Subsecretaría de Posgrado de la Universidad Nacional de Jujuy
Avda. Bolivia 1685 - CP 4600
San Salvador de Jujuy - Pcia. de Jujuy - Argentina
Tel. (0388) 4221511- e-mail: editorial@unju.edu.ar

2023 1^{ra} Edición

Queda hecho el depósito que previene la Ley 11.723

El Comité Científico de Confluencias
Primer Encuentro de Posgrado UNJu

Dra. Susana Argüello

Dra. Ing. Agr. Noemí Bejarano

Dra. María Eugenia Bernal

Mag. Ing. Roberto Bernal

Dr. Daniel Galli

Dra. Alejandra García Vargas

Mag. Sandra Giunta

Dra. Ing. Norma Farfán

Ing. Demetrio Humana

Mag. Tilda Ledesma

Dra. Patricia Luna Pizarro

Dra. Ing. Silvina Maldonado

Dr. Ing. Federico Medrano

Dr. Marcos Vaira

Dr. Ing. José Luis Zacur

Dra. María Inés Zamar

Dra. María Silvina Zutara

PRÓLOGO

Los artículos contenidos en este Libro son resultado de ***Confluencias-Primer Encuentro de Posgrado de la UNJu***, plasmado desde la Subsecretaría de Posgrado de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad Nacional de Jujuy, con el fin de generar un ámbito de intercambio científico entre estudiantes, docentes, becarios y egresados que participan en el desarrollo de carreras de posgrado.

La construcción de alianzas para el abordaje de problemáticas complejas actuales, desde perspectivas multi e interdisciplinarias, constituye una herramienta fundamental para alcanzar resultados con valor social, cultural, económico y productivo. En el contexto de los trabajos de investigación asociados a posgrado, se muestran en este Libro de Actas resultados (totales y/o parciales) de investigaciones asociadas a algunas temáticas de interés local. En este sentido se reconoce que uno de los principales desafíos que enfrentamos como humanidad es la convivencia armónica con la naturaleza, entendiendo que todo proceso de intervención (agrícola, industrial manufacturero, producción energética, producción agroalimentaria y otros) debiera orientarse a mejorar el bienestar de las personas, sin deteriorar los recursos. Se presentan aquí trabajos que abordan aspectos de desarrollo sustentable en los que subyace el concepto de equilibrio entre lo social, lo económico y lo ambiental.

La búsqueda de energías alternativas obtenidas de fuentes renovables integra las agendas de debate a nivel mundial y el mundo científico es parte de ese proceso. El litio es considerado un recurso estratégico asociado a la generación, almacenamiento, distribución y consumo eficiente de energías limpias y renovables, con gran potencial para impulsar la transición hacia un nuevo paradigma energético. Las particularidades de cada yacimiento llevan a que los métodos y tecnologías de extracción, separación, concentración y purificación sean objeto de estudio. Una muestra de tan importantes aportes se suma a los artículos de este Libro.

Se incorporan además trabajos de investigación en el ámbito de la educación, considerada un pilar para el desarrollo sostenible y sustentable. La educación entendida como sistema, en el que el rol docente toma relevancia ya que se constituye en impulsor del cambio y promotor de políticas educativas que planteen el diseño de estrategias para contribuir a mejorar los procesos y en consecuencia los resultados. Esto se sustenta en la

toma de conciencia colectiva de la educación como derecho y también como valor, cuyo ejercicio posibilita cambios que elevan la calidad de vida, en un marco de compromiso social responsable.

Las investigaciones contenidas en este Libro son el resultado del proceso creativo que involucra hacer ciencia en la UNJu y son fundamentales para su avance. En palabras de Einstein “*Plantear nuevas preguntas, nuevas posibilidades, considerar los viejos problemas desde un nuevo ángulo, requiere imaginación creativa y marca un avance real en la ciencia*”. Este proceso creativo es un eslabón más en la cadena de la innovación, a la que aspiramos contribuir.

*Dra. Ing. Silvina Maldonado
Subsecretaria de Posgrado
Universidad Nacional de Jujuy*

REMOCIÓN DE Ca^{2+} Y Mg^{2+} DE SALMUERAS NATIVAS MEDIANTE PRECIPITACIÓN ELECTROQUÍMICA

Palacios, Camilo J.O.¹; Días Nieto, César H.¹; Vera, María L.¹; Palacios, Noelia A.¹; Torres, Walter R.¹; Flexer, Victoria¹

¹ Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy-CIDMEJu (CONICET-Universidad Nacional de Jujuy).

cpalacios@cidmeju.unju.edu.ar

Resumen

La presencia de iones Ca^{2+} y Mg^{2+} representa un gran problema para el procesamiento de las salmueras ricas en Li^+ , dado que ambos cationes tienen un comportamiento similar en solución. En este trabajo se presenta un método alternativo al método evaporítico actual, en el cual mediante el uso de un electrolizador se generan salmueras sobre-basificadas (pH cercanos a 14) las cuales se utilizan para alcalinizar salmueras nativas, llevándolas a pH mayores a 13. En estas condiciones se puede eliminar los iones divalentes, en forma de hidróxidos ($\text{Mg}(\text{OH})_2$ y $\text{Ca}(\text{OH})_2$), y mediante absorción de CO_2 continuar favoreciendo a la precipitación a través de la formación de CaCO_3 y MgCO_3 , sin afectar a la concentración original de Li^+ .

Palabras clave: electrolizador, salmueras, extracción de litio, hidróxido de calcio, hidróxido de magnesio

Eje temático: Desarrollo sostenible

INTRODUCCIÓN

El litio tradicionalmente ha sido utilizado para la producción de cerámicos, materiales de vidrio, grasas, lubricantes, aleaciones de aluminio y aires acondicionados, donde es usado como deshumidificador (Kesler, y otros, 2012). Según la UE, el litio excede el umbral de importancia económica y está muy cerca del umbral del riesgo de suministro (Union, 2014).

En los últimos años la demanda de litio se ha incrementado rápidamente debido a la industria de baterías de litio, especialmente para autos eléctricos, debido a su alta densidad de energía por peso y su alto potencial electroquímico.

Una de las fuentes más importantes y la mayoría de las reservas mundiales de litio se encuentran en salmueras (Kesler, y otros, 2012) (Virolainen, y otros, 2016). Afortunadamente, Argentina se encuentra entre uno de los tres países con la mayor reserva de litio del planeta, en lo que se conoce típicamente como el “Triángulo del litio”, que involucra además a los países de Bolivia y Chile.

Las salmueras pueden ser descriptas como soluciones altamente salinas (promediando 170 a 330 g sal L^{-1}) (Flexer, Baspineiro, & Galli, 2018). La concentración de Li^+ en las salmueras varía en el rango de $0,01$ a $0,2$ %. Se encuentra en combinación con grandes cantidades de NaCl que

corresponde a un contenido de Na^+ comprendido entre $4,7$ y 11 % p/p, y menores cantidades de otros iones a varias concentraciones que incluyen K^+ , B , Mg^{2+} , Ca^{2+} y SO_4^{2-} (Virolainen, y otros, 2016), (An, y otros, 2012).

Para producir productos de litio de elevada pureza, es fundamental eliminar completamente los cationes Mg^{2+} y Ca^{2+} , porque estos pueden precipitar en presencia de carbonato. Corrientemente, para evitar los problemas futuros asociados a la presencia de Mg^{2+} , las salmueras son tratadas con una solución alcalina de CaO o $\text{Ca}(\text{OH})_2$ produciendo la precipitación de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (United States Patente n° US 2479138 A, 1949), (Seo, y otros, 2014). La remoción de Mg de la salmuera usando cal es un método fácil y el más utilizado actualmente.

Sin embargo, la adición de CaO incrementa considerablemente la concentración de Ca^{2+} , volviendo la composición de la salmuera aún más compleja que la original. Al menos una fracción de Ca^{2+} coprecipita conjuntamente con $\text{Mg}(\text{OH})_2$ como CaSO_4 . El precipitado de $\text{Mg}(\text{OH})_2/\text{CaSO}_4$ es muy difícil de separar, y en la actualidad se descarta como un pasivo. Así se producen grandes cantidades de residuos, que, si bien no son tóxicos, ocupan volúmenes importantes cuando se acumulan a la vera del salar. El empleo de cal fuerza, además, el transporte permanente de

químicos hacia regiones aisladas, con caminos en muy malas condiciones y a veces sujetas a eventos climáticos extremos como ser fuertes nevadas. Por lo que se necesita una nueva metodología de remoción que sea más rápida y que no necesite reactivos químicos.

El proceso de electrólisis a través de membrana ha sido bien conocido por varias décadas y ha sido aplicado para diversos procesos de separación en la industria química. La aplicación de membranas ion-selectivas en un proceso de electrólisis de soluciones saturadas de NaCl puro para la producción de gas cloro y soda cáustica, es el proceso de electro-membrana más importante en todo el mundo (Pletcher & Walsh, 1990). Aproximadamente 15 millones de toneladas de Cl₂ son producidas cada año por electrólisis de membrana.

Recientemente hemos propuesto la alcalinización de la salmuera mediante electrólisis a través de membrana utilizando un electrolizador de 3 compartimentos con una membrana de intercambio aniónico y otra de intercambio catiónico (Díaz Nieto, y otros, 2023). Con esta metodología podemos remover Mg²⁺ y Ca²⁺ como Mg(OH)₂ y Ca(OH)₂

En este trabajo presentamos el estudio del pH y las concentraciones de cationes con el avance de la electrólisis. También proponemos una nueva estrategia para evitar la formación de sólidos dentro del electrolizador, que consiste en alcalinizar hasta valores próximos a pH 14, para poder utilizar dicha solución como agente precipitante en salmueras nativas y lograr eliminar la remoción de sólidos fuera del electrolizador e ingresarla luego al procesamiento desprovista de estos cationes (Vera, y otros, 2022). Además, se estudió la capacidad de esta solución remanente de absorber CO₂ del entorno para incrementar la precipitación de las cantidades de Mg²⁺ y Ca²⁺ remanente, mediante la formación de sus respectivos carbonatos.

MATERIALES Y MÉTODOS

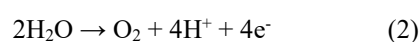
Electrolizador: Consiste en tres marcos de acrílico que cuando se los atornillan forman un reactor de 3 compartimentos, cuyas dimensiones internas son de 0,05 x 0,20 x 0,02 m. y se encuentran separados por una membrana de intercambio aniónico (Membranes International, AMI-7001 CR), la cual separa el compartimento medio del compartimento catódico; y una membrana catiónica (AMI-7001 CR) que separa el compartimento aniónico del compartimento central. Como ánodo utilizan un electrodo de Titanio recubierto con una mezcla de óxidos de titanio e Iridio (IrO₂/TiO₂; 65/35%) y como cátodo una malla de acero inoxidable AISI 316. Ambos electrodos se encuentran separados por una distancia de 20 mm y el área de membrana es de 100 cm². En el compartimento catódico se ingresa salmuera, en el compartimento central se ingresa solución de HCl 0,01 M. y en el compartimento

anódico solución 0,01 M de HNO₃.

Salmuera. Los experimentos fueron llevados a cabo con salmueras naturales provista por una empresa minera. La composición de la salmuera se muestra en la Tabla 1.

Remoción electroquímica de cationes divalentes de la salmuera: Los cationes divalentes se remueven de la salmuera nativa mediante electrólisis a través de membranas. Este experimento se llevó a cabo por medio de un electrolizador a una densidad de corriente constante de 223A m⁻².

En el compartimento catódico, el agua será reducida a hidrógeno, con un incremento del pH (reacción 1), mientras que, en el compartimento anódico, el agua será oxidada a oxígeno (reacción 2).



El potencial aplicado y la necesidad de mantener la electroneutralidad hará que los protones se muevan desde el compartimento anódico al compartimento medio y que los aniones (principalmente Cl⁻) se muevan desde el compartimento catódico al compartimento medio.

En el compartimento catódico por el incremento del pH, Mg²⁺ y Ca²⁺ precipitan como Mg(OH)₂ y Ca(OH)₂. En el compartimento central se produce el incremento paulatino de la concentración de HCl. La manera de cortar la electrólisis fue mediante un testeo con murexida; si el muestreo entrega una coloración rosada, indicaba que todavía había presencia de Ca²⁺ en solución (ver recuadro de líneas punteadas rojo en la Figura 1).

Li ⁺ / mg dm ⁻³	Ca ²⁺ / mg dm ⁻³	Mg ²⁺ / mg dm ⁻³	B / mg dm ⁻³	Na ⁺ / mg dm ⁻³	K ⁺ / mg dm ⁻³	Cl ⁻ / mg dm ⁻³	SO ₄ ²⁻ / mg dm ⁻³	pH	TDS / g dm ⁻³
1,500	566	3,298	1,619	103,239	14,209	183	11,155	6,8	320,0

Tabla 1: Composición de la salmuera nativa

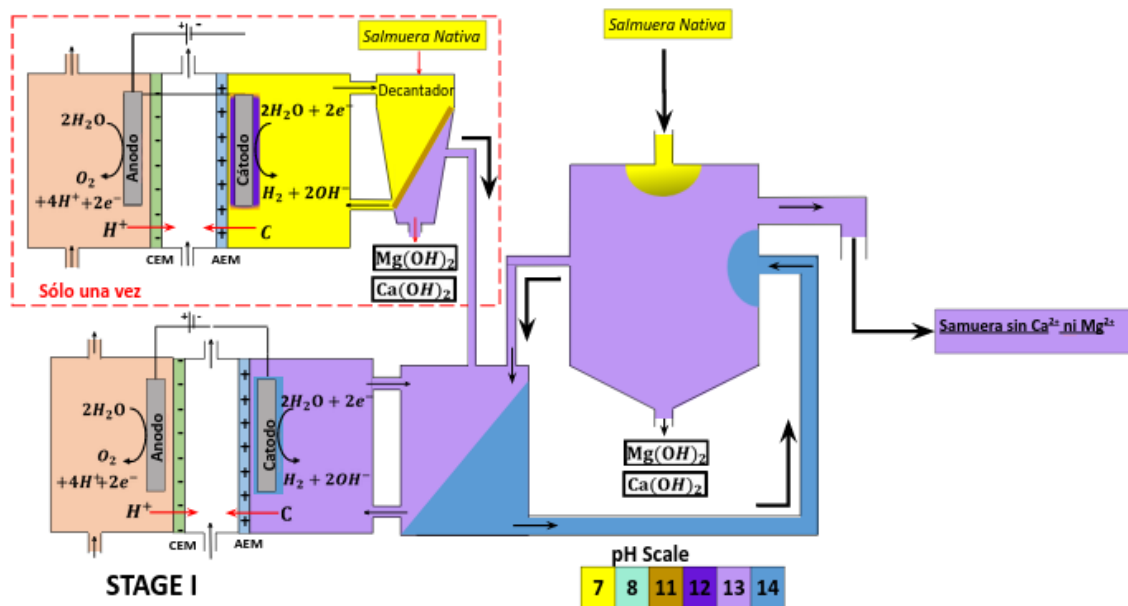


Figura 1: Esquema de la nueva estrategia de remoción de cationes divalentes

Remoción externa de los cationes divalentes: En esta etapa se eliminan los cationes divalentes por fuera del reactor mediante el agregado de la solución de salmuera previamente basificada sin Mg²⁺ y Ca²⁺. Consiste en tomar la solución alcalinizada en la etapa de “Remoción electroquímica de cationes divalentes”, (previamente desprovista de los sólidos que se formaron durante la electrólisis) y usarla como agente precipitante de los cationes divalentes. Su alto valor de pH y su concentración de Li⁺ similar a la salmuera nativa, permite agregarla dicha solución sin disminuir la concentración del catión Li⁺ y eliminar gran parte de los cationes divalentes presentes en la salmuera nativa. Para realizar estos experimentos se tomó un volumen de 200 ml de salmuera nativa y se agregó un total de 101 ml de salmuera “sobre-basificada” a una velocidad de 1 cm³/min utilizando una bomba dosificadora. El agitador magnético se mantuvo durante todo el experimento a una velocidad de agitación de 300 rpm. La representación de estas dos primeras etapas se puede apreciar en Figura 1.

Absorción de CO₂: La solución resultante, se somete a una etapa de centrifugación en donde se separan todos los sólidos generados por la precipitación externa de los iones divalentes, y se deja un volumen expuesto al ambiente en un recipiente para favorecer a la absorción de CO₂; esto se repite para mismas soluciones, una expuesta al burbujeo de aire y la otra sin burbujeo. Se tomaron muestras todos los días durante 7 días para evaluar la concentración de Ca²⁺ y el comportamiento del pH; los resultados se pueden apreciar en la Figura 2.

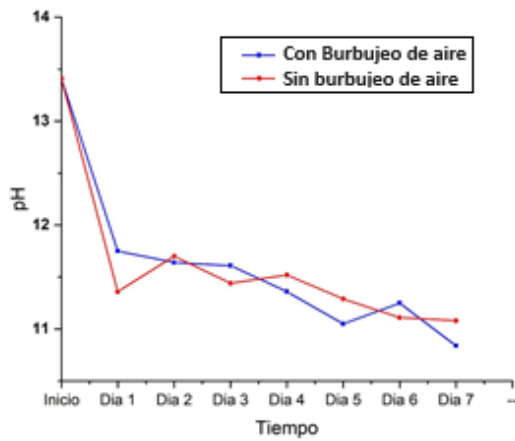


Figura 2: Variación del pH de la salmuera en el tiempo

Análisis: La composición de Li^+ se determinó

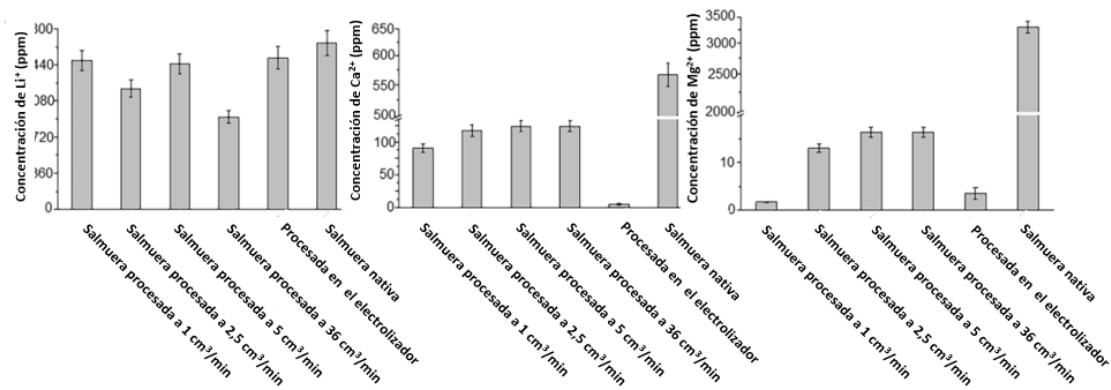


Figura 3: Medidas de concentración de Li^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} en el procesamiento de salmueras a diferentes velocidades de adición de salmuera sobre-basificada. Se incluye la concentración de la salmuera tratada por electrólisis clásica y salmuera nativa para comparación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la nueva estrategia experimental, los resultados fueron muy similares a los alcanzados en la propuesta original (remoción electrolítica). A partir de un proceso secuencial, la salmuera desprovista de cationes divalentes, es electrolizada hasta alcanzar un valor de pH 14. El gasto energético es dependiente de la densidad de corriente empleada, para este caso, se trabajó con una densidad de corriente de 223A m^{-2} , el voltaje promedio del sistema es de 5.25V , de esta manera el consumo energético para alcanzar el valor de pH final fue de $119.3\text{ W h/litro salmuera}$.

El método electroquímico para incrementar el pH evita la utilización de reactivos químicos externos, dado que el único insumo que se utiliza es la corriente eléctrica. La cantidad de agua dulce usada

mediante absorción atómica (Shimadzu AA 7000). Los cationes Mg^{2+} y Ca^{2+} fueron medidos mediante titulaciones complejométricas con EDTA (Anedra, p.a.) como titulante. Como indicadores para marcar el punto final de la titulación se utilizaron los indicadores Negro de Eriocromo T (Anedra, p.a.) y Muerexida (Anedra, p.a.).

mínima ya solo se emplea para la solución de ácido nítrico diluido que va en el compartimento anódico y que es una solución reutilizable (con el paso del tiempo se va agregando pequeñas cantidades de agua para aumentar su volumen, parte de este volumen disminuye debido a la electrólisis del agua. Para el compartimento medio también se usa agua dulce para inicialmente generar la solución diluida de HCl, que dependiendo el uso que se le quiera dar, se la puede seguir usando por varias experiencias hasta alcanzar una concentración deseada o se puede volver a preparar la solución de ácido diluida. La cantidad de la solución ácida a preparar. En nuestro sistema estamos usando medio litro de solución en el compartimento del medio por cada litro de salmuera, aun se esta estudiando cual puede ser la relación de volumen máxima entre los compartimentos.

Al utilizar la salmuera a pH 14, sin Mg y Ca, en un cristizador externo para la precipitación de $Mg(OH)_2$ y $Ca(OH)_2$ a partir de salmuera nativa. De esta manera, se alcanzó una remoción del Mg^{2+} del orden del 99,6% cuando se adiciona salmuera sobre-basificada a una velocidad de $1\text{cm}^3/\text{min}$ (Figura 3). Bajo esta condición de dosificación se minimiza la pérdida de Li^+ y, además, se evita por completo la formación de sólidos en el interior del electrolizador. Esto favorece a la vida útil de las membranas ya que se evita la incrustación de sólidos sobre su superficie, además, se evita que el reactor se obstruya produciendo una sobrepresión en el sistema de fluido.

La remoción del Ca^{2+} no fue completa, lo que sugiere la necesidad de trabajar con valores de pH más alcalinos, estrategia que requiere de un estudio más exhaustivo sobre la estabilidad de la membrana en el proceso electrolítico de alcalinización. En pos de eliminar la presencia de los cationes divalentes, se realiza una absorción de CO_2 de la salmuera tratada, lo cual se pudo comprobar mediante la disminución del pH de la solución, y la concentración de Ca^{2+} disminuyó por la formación de carbonato de calcio, el cual precipita (Figura 2).

Como se puede observar en la Figura 2 los resultados obtenidos para la salmuera que fue basificada son similares cuando se usa o no el burbujeo de aire para la absorción de CO_2 . Esto es un resultado interesante debido a que si se deja en reposo la salmuera se obtendrá resultados similares al burbujeo, sin la necesidad de un gasto energético extra. Este fenómeno resulta una prometedora forma de tomar CO_2 del ambiente y contribuir a la reducción de emisión de gases de efecto invernadero, así como también la generación de H_2 en el compartimento catódico abre la puerta a una importante manera de almacenar energía que está en progreso en nuestros días.

Como aun la temática esta en estudio y en proceso de ser escalado, y no se tiene las condiciones óptimas debido a que no siempre ensayos de laboratorio son linealmente escalables. Aun no se puede hablar del consumo específico de energía y cual es la huella de carbono y huella hídrica de esta metodología.

CONCLUSIONES

En el trabajo propuesto, se estudió en mayor detalle el proceso electrolítico previamente desarrollado por nosotros para la remoción de Ca^{2+} y Mg^{2+} de salmueras nativas. Se propuso una adaptación que permitió eliminar la producción de sólidos dentro del electrolizador, alcanzando resultados muy similares a los logrados en la propuesta original. En

el proceso completo no se realiza la adición de ningún reactivo químico, en notable contraste con la tecnología evaporítica actual. Adicionalmente, se logró minimizar la pérdida de Li^+ en el procesamiento y la disminución de la concentración remanente de Ca^{2+} mediante la absorción de CO_2 ; lo que además indicó que las diferencias entre la absorción de CO_2 entre una solución con burbujeo de aire y sin es pequeña, lo cual no justifica su realización.

REFERENCIAS

- Kesler, S. E., Gruber, P. W., Medina, P. A., Keoleian, G. A., Everson, M. P., & Wallington, T. J. (2012). Global lithium resources: Relative importance of pegmatite, brine and other deposits. *Ore Geology Reviews*, 55-69.
- An, J. W., Kang, D. J., Tran, K., Kim, M. J., Lim, T., & Tran, T. (2012). Recovery of lithium from Uyuni solar brine. *Hidrometallurgy*, 64-70.
- Díaz Nieto, C. H., Mata, M., Palacios, C. J., Palacios, N. A., Torres, W. R., Vera, M. L., & Flexer, V. (2023). Transmembrane fluxes during electrolysis in high salinity brines: Effects on lithium and other raw materials recovery. *Electrochimica Acta*, 142401.
- Flexer, V., Baspineiro, C. F., & Galli, C. I. (2018). Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. *Science of The Total Environment*, 1188-1204.
- Leslie, W. (1949). *United States Patente n° US 2479138 A*.
- Pletcher, D., & Walsh, F. C. (1990). *Industrial Electrochemistry*. Springer : Netherlands.
- Seo, B. W., Song, Y.-J., Lee, G. S., Shin, K. H., Jang, Y. H., Kim, Y.-C., & Yoon, S.-N. (2014). Study on the Precipitation of Magnesium Hydroxide from Brine. *Journal of the Korean Institute of Resources Recycling*, 21-29.
- Union, E. (2014). *European Union*. Obtenido de European Union: <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/10010/attachments/1/translations>, 2014.
- Vera, M. L., Palacios, C. J., Díaz Nieto, C. H., Palacios, N. A., Dia Carlantonio, N., Luna, F. G., . . . Flexer, V. (2022). A strategy to avoid solid formation within the reactor during magnesium and calcium electrolytic removal from lithium-rich brines. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 1981-1994.
- Violainen, S., Fini, M. F., Miettinen, V., Laitinen, A., Haapalainen, M., & Sainio, T. (2016). Removal of calcium and magnesium from lithium brine concentrate via continuous counter-current solvent extraction. *Hidrometallurgy*, 9-15.

PRECIPITACION DE FOSFATO DE LITIO A PARTIR DE SALMUERAS NATURALES

Matías Armando Mata, Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy. Av. Juan A. Rojas, Palpalá, 4612, Provincia de Jujuy - Argentina

m.mata@cidmeju.unju.edu.ar

Resumen

En este trabajo se buscó comprobar la factibilidad de extracción de litio de salmueras utilizando fosfato trisódico para precipitar fosfato de litio. La precipitación de fosfato se puede usar para recuperar litio directamente de la salmuera de tipo carbonato debido a la menor constante del producto de solubilidad del Li_3PO_4 (2.37×10^{-11}) que la de Li_2CO_3 (2.5×10^{-2}), esto siempre y cuando el pH de la salmuera sea superior a 12. El Li_3PO_4 puede ser empleado en múltiples aplicaciones, como ser materia prima para la producción de LiOH . Se realizaron experimentos a nivel laboratorio para estudiar como la temperatura y el tiempo de reacción influyen en la recuperación de litio. Primero se emplearon salmueras artificiales y posteriormente 2 salmueras naturales donde con la salmuera A se recuperó un 83,36% del litio y el sólido obtenido tenía una pureza del 82,32% de Li_3PO_4 ; de la salmuera B se logró extraer un 89,52% del litio que estaba presente y se obtuvo un precipitado de 65,30% de pureza.

Palabras clave: litio, fosfato, salmuera, extracción, precipitación

Eje temático: Tecnología y ciencias de la producción

INTRODUCCION

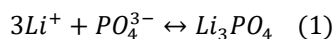
El litio se ha convertido en una materia prima fundamental para la fabricación de baterías recargables de iones de litio. Hoy en día, el litio se extrae tanto de minerales de roca dura como de salmueras continentales. Si bien la mayor parte de la producción actual proviene de la primera, los recursos mundiales de litio en salmueras son mucho más abundantes que en los minerales de roca dura y, por lo tanto, se espera que a mediano y largo plazo una mayor parte de la producción provenga de las salmueras. Cuando nos referimos a salmueras continentales, nos referimos a depósitos subterráneos dentro de lagos salados o salares, donde los iones de litio normalmente se encuentran en concentraciones entre 500 y 1500 ppm. Estas salmueras continentales son las únicas fuentes acuosas ricas en litio en explotación a gran escala en la actualidad. Aunque más diluido, el litio también se puede encontrar en otros tipos de salmueras, como depósitos geotérmicos o aguas producidas por las industrias del petróleo y el gas, por lo general en concentraciones que oscilan entre 10 y 200 ppm (Díaz Nieto C. H., et al., 2023).

La tecnología actualmente disponible para la explotación de fuentes acuosas ricas en litio se conoce como tecnología evaporítica. Esta metodología arcaica se basa en gran medida en la concentración de salmuera en estanques al aire libre. Las salmueras deben perder no menos del 90% de su contenido de agua original para que el Li^+ se concentre más y la relación de concentraciones de Li^+/Na^+ sea mucho mayor. La concentración exitosa de salmuera al aire libre requiere una concentración inicial de no menos de 400 ppm Li^+ , terrenos planos y económicos alrededor de los depósitos, y lluvias muy escasas, para que los estanques no se vuelvan a llenar. Estas condiciones solo se cumplen en muy pocos depósitos en todo el mundo. Por lo tanto, las fuentes más diluidas no están actualmente bajo explotación comercial. Sin embargo, existe un interés generalizado en el desarrollo de tecnologías que permitan su procesamiento, tanto por la creciente demanda de litio como porque esas salmueras más diluidas están más extendidas en todo el mundo (Díaz Nieto C. H., et al., 2023).

También existen avances en una nueva tecnología basada en electrólisis de membrana para cristalizar

carbonato de litio a partir de salmueras ricas en litio. La salmuera que previamente ha sido privada de cationes divalentes y reducida en concentración de Na^+ , se introduce en el compartimento central de un reactor electroquímico de tres compartimentos. Cuando se aplica una corriente, los aniones y cationes migran selectivamente a los compartimentos aniónico y catódico, respectivamente. La reducción de agua aumenta el pH del catolito, que se recircula en un cristalizador donde se burbujea CO_2 y se convierte en carbonato, precipitando Li_2CO_3 con una pureza de al menos 93,8% en peso (Torres, Díaz Nieto, PrévotEAU, Rabaey, & Flexer, 2020).

Un proceso alternativo es la precipitación de fosfato que se puede usar para recuperar litio directamente de la salmuera de tipo carbonato debido a la menor constante del producto de solubilidad de Li_3PO_4 (2.37×10^{-11}) que la de Li_2CO_3 (2.5×10^{-2}). Sin embargo, este método de recuperación también enfrenta algunos desafíos, como la gran sobresaturación y la alta barrera de energía de nucleación requerida para la formación de cristales de Li_3PO_4 . En aplicaciones prácticas de recuperación de litio en forma de Li_3PO_4 , la temperatura de la solución y la concentración inicial de litio deben aumentarse lo más posible (temperatura $T > 60^\circ\text{C}$, concentración de litio $C_{\text{Li}^+} > 2 \text{ g/L}$). Mientras que la salmuera de tipo carbonato tiene una alta concentración de iones de carbonato, lo que da como resultado una concentración de litio que no se puede concentrar más mediante los métodos convencionales de concentración por evaporación. Además, dado que la salmuera se encuentra a gran altura, no es económico calentar la salmuera a gran escala para mejorar la eficiencia de recuperación de litio (Donglu, Zheng, Lihua, & Zhongwei, 2021). La ecuación 1 muestra la reacción de precipitación de fosfato de litio.



En este trabajo se informan los avances en el estudio de la precipitación de fosfato de litio a partir de salmueras artificiales y salmueras naturales. En primera instancia lo que se busca es conocer el sistema, para verificar si las condiciones de reacción encontrados en bibliografía se comprobaban, por lo cual se elaboraron salmueras artificiales a partir de LiOH que reaccionaron con Na_3PO_4 . Las variables de reacción estudiadas fueron: concentración de litio, tiempo de reacción y temperatura de reacción. Para que la reacción tenga lugar es necesario una mezcla alcalina, por eso el control del pH es fundamental, se sugiere un valor de pH superior a 12 (Mendieta George, Pérez Garibay, Solís Rodríguez, Fuentes Aceituno, &

Alvarado Gómez, 2022). Este estudio ayudo a verificar cuales eran las variables de reacción más preponderantes de este sistema. La optimización de la reacción química está marcada por el porcentaje de recuperación de litio de las salmueras. Posteriormente se realizaron experimentos con 2 salmueras naturales diferentes (salmuera A y Salmuera B) para estudiar la reacción con Na_3PO_4 de este sistema más complejo y así planificar los siguientes experimentos con el objetivo de mejorar la recuperación porcentual de litio y la pureza del sólido obtenido de la precipitación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para preparar la salmuera artificial se utilizó LiOH , el hidróxido de litio anhidro de marca Anedra (grado analítico) se disolvieron en agua ultrapura. El reactivo que aporta el fosfato fue el Na_3PO_4 (de grado analítico) marca Biopack. Además, se utilizaron salmueras nativas proporcionada por 2 empresas del noroeste argentino, cuyas concentraciones catiónicas se muestran en la Tabla 1.

Precipitación de fosfato de litio a partir de salmueras artificiales

Se realizaron experimentos con salmueras artificiales a diferentes concentraciones (ppm): 552, 1007, 1527, 2002 y 2522. Se emplearon 75 ml de salmuera para los experimentos y la cantidad de Na_3PO_4 utilizado fue el doble del valor estequiométrico, se priorizo el estudio del tiempo y la temperatura como variables centrales. Los experimentos que se llevaron a cabo fueron: 1.1 temperatura de 85°C , tiempo 12 hr; 1.2 temperatura de 85°C , tiempo 24 hr; 2.1 temperatura ambiente ($\sim 20^\circ\text{C}$), tiempo 12 hr y 2.2 temperatura ambiente ($\sim 20^\circ\text{C}$), tiempo 48 hr.

Tabla 1. Concentración catiónica de salmueras naturales A y B en ppm.

Cationes	Li/ppm	K/ppm	B/ppm	Na/ppm	Ca/ppm	Mg/ppm
Salmuera A	605	5203	919	117370	484	1452
Salmuera B	1269	19338	1771	103239	4460	3775

Remoción electroquímica de cationes divalentes de salmueras naturales

Previa al tratamiento de la salmuera nativa con fosfato trisódico, fue fundamental disminuir la cantidad de Mg^{2+} y Ca^{2+} , debido a que estos iones pueden formar compuestos que resulten en impurezas del precipitado de fosfato de litio que se busca obtener. Si bien el estudio detallado de este proceso está fuera del alcance de este trabajo, es importante mencionarlo porque es un tratamiento importante de la salmuera. La remoción de los iones divalentes se lleva a cabo mediante electrolisis a través de membranas. El reactor electroquímico consiste en tres marcos de acrílico que cuando se los atornillan forman un reactor de 3 compartimentos, cuyas dimensiones internas son de 0,05 x 0,20 x 0,02 m. y se encuentran separados por una membrana de intercambio aniónico (Membranas International, AMI-7001 CR), la cual separa el compartimento medio del compartimento catódico; y una membrana catiónica (AMI-7001 CR) que separa el compartimento aniónico del compartimento central. Como ánodo utilizan un electrodo de Titanio recubierto con una mezcla de óxidos de titanio e Iridio (IrO_2 / TiO_2 ; 65/35%) y como cátodo una malla de acero inoxidable AISI 316. Cabe mencionar que al finalizar este proceso la concentración de litio de la salmuera se vio afectada debido a una variación de los volúmenes de trabajo, la salmuera A tuvo una concentración de 696 ppm y la salmuera B de 1602 ppm, como resultado de la electrolisis se alcalinizó la salmuera hasta alcanzar valores de pH superiores a 13.

Precipitación de fosfato de litio a partir de salmueras naturales

Hasta el momento de la presentación de este informe se realizaron ensayos con 2 salmueras nativas (A y B), para la experiencia se emplearon 300 ml y en estos casos también se utilizó el doble de cantidad del valor estequiométrico de Na_3PO_4 , la temperatura de reacción fue de $85^\circ C$ y el tiempo de reacción fue de 24 h. Luego se analizó la composición de litio de los sólidos obtenidos para calcular el porcentaje de recuperación de litio de las salmueras como así también la pureza que poseían.

Análisis

La composición de Li^+ se determinó mediante absorción atómica (Shimadzu AA 7000). Los cationes Mg^{2+} y Ca^{2+} fueron medidos mediante titulaciones complejométricas con EDTA (Anedra, p.a.) como titulante. Como indicadores para marcar el punto final de la titulación se utilizaron los indicadores Negro de Eriocromo T (Anedra, p.a.) y Murexida (Anedra, p.a.). Los difractogramas de rayos X se midieron en un difractor de polvo SIEMENS D5000. Se utilizó radiación $Cu-K\alpha$, con $\lambda = 1.54056 \text{ \AA}$. El pH se registró con un pH-metro (Hanna) y se confirmó con tiras universales de pH

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los precipitados obtenidos de las salmueras artificiales de los experimentos 1.1, 1.2, 2.1 y 2.2 fueron pesados y analizados por difracción de

rayos X. Se verificó que estos sólidos eran Li_3PO_4 (lo cual era predecible porque no había otros compuestos con posibilidad de formarse) y se calculó la recuperación de litio que tuvo lugar en cada uno de los experimentos, esto se observa en la Figura 1 y Figura 2.

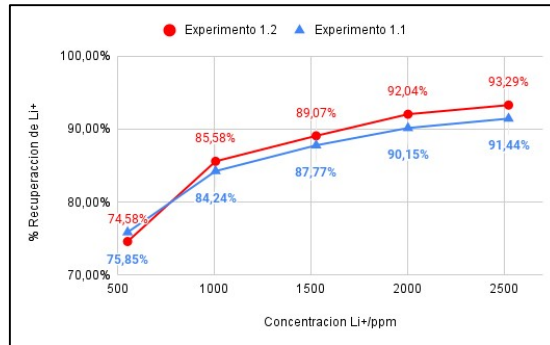


Figura 1



Figura 2

En ambas figuras se observa la influencia que tiene la concentración de litio, donde a medida que aumenta su concentración se mantiene una tendencia creciente de recuperación de litio, si bien se puede intuir que si se continúa aumentando la concentración de litio esta llevaría a un límite constante de recuperación de litio. También en la Figura 2 se observa que en la experiencia de 552 ppm de litio no se obtuvo sólido, lo cual indica que a este valor de concentraciones es necesario el aporte de calor para que se produzca la reacción como se observa en la Figura 1. Además, cuando se compara entre ambas figuras, muestra que en los experimentos donde se trabajó a temperatura de 85°C se obtuvieron mayores valores de recuperación de litio, se obtuvo hasta un 93,29% a la concentración de 2523 ppm de litio. Además, se advierte en las figuras que el tiempo de reacción es también un factor importante, debido a que a mayores tiempos de reacción se obtuvieron mejores rendimientos a los mismos valores de temperaturas de reacción.

En el caso de las experiencias con las salmueras nativas se tomaron estos datos resultantes de la experiencia anterior y se decidió realizar las experiencias a temperatura de 85°C para asegurarnos la obtención de precipitado (sobre todo para el caso de la salmuera A que es la de concentración de litio más baja). Para el caso de la salmuera A se obtuvieron 1,359 gr de sólido el cual se analizó para determinar su composición de litio y posteriormente se calculó su pureza resultando en 82,32% y se logró recuperar el 83,36% del litio presente en la salmuera nativa. Para el caso de la salmuera B se obtuvieron 3,641 gr de precipitado cuya pureza fue del 65,30% y se obtuvo una recuperación del 89,52% de litio que estaba presente. En la actualidad se están realizando nuevos experimentos para mejorar estos resultados obtenidos, en primera instancia es de gran interés determinar la naturaleza de las impurezas presentes en el sólido para idear un tratamiento para aumentar la pureza del precipitado. Además, se realizará un análisis por el cual se buscarán métodos para trabajar el proceso a temperatura ambiente, debido a las dificultades que conlleva trabajar una reacción a temperatura (85°C), sobre todo desde el punto de vista económico, y esta sería una desventaja del proceso si se desea escalar industrialmente.

CONCLUSIONES

Se identificó como influían las variables de reacción en la precipitación de fosfato de litio. Se determinó que la reacción se ve favorecida por el

tiempo y la temperatura, como también por la concentración de litio en las salmueras. Se verificó que a temperatura ambiente con una concentración de litio de 552 ppm la reacción no fue posible, se probó este resultado con la salmuera A (696 ppm de litio) obteniéndose el mismo resultado. Por ello se decidió realizar el estudio a 85°C con las salmueras naturales, donde el principal inconveniente fue la pureza de los precipitados resultantes, por ello el estudio avanza en el sentido de mejorar este ítem, de ahí que es necesario identificar la naturaleza de las impurezas. Además, por la dificultad de calentar grandes cantidades de salmuera se buscarán opciones para poder llevar a cabo este proceso a temperatura ambiente.

REFERENCIAS

Díaz Nieto, C. H., Mata, M. A., Palacios, C. J., Palacios, N. A., Torres, W. R., Vera, M. L., & Flexer, V. (2023). Transmembrane fluxes during electrolysis in high salinity brines: Effects on lithium and other raw materials recovery. Palpalá, Jujuy, Jujuy: *Electrochimica Acta*.

Díaz Nieto, C. H., & Flexer, V. (2022). Is it possible to recover lithium compounds from complex brines employing electromembrane processes exclusively? Palpalá, Jujuy, Argentina: *Current Opinion in Electrochemistry*.

Donglu, L., Zheng, L., Lihua, H., & Zhongwei, Z. (2021). Facet engineered Li₃PO₄ for lithium recovery from brines. *Desalination*, 1-2.

Mendieta George, D., Pérez Garibay, R., Solís Rodríguez, R., Fuentes Aceituno, J. C., & Alvarado Gómez, A. (2022). Study of the direct production of lithium phosphate with pure synthetic solutions and membrane electrolysis. México: *Minerals Engineering*.

Torres, W. R., Díaz Nieto, C. H., PrévotEAU, A., Rabaey, K., & Flexer, V. (2020). Lithium carbonate recovery from brines using membrane electrolysis. Palpalá, Jujuy, Argentina: *Journal of Membrane Science*.

SÍNTESIS DE FORSTERITA Y ESPINELA DE ALUMINATO DE MAGNESIO Y EXTRACCIÓN DE PLATA MEDIANTE LA CALCINACIÓN DE CELDAS SOLARES DE SILICIO DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS DESCARTADOS CON BISCHOFITA

Iván D. E. Ramos^{1*}, Pablo R. Orosco¹, Oriana C. Barrios², Ana L. Páez Jerez¹, Edgardo Ling Sham³, Álvaro Y. Tesio¹

¹CIDMEJu-Universidad Nacional de Jujuy, Juan A. Rojas esq. San Martín, 4612 Palpalá, Jujuy, Argentina.

²INTEQUI-Universidad Nacional de San Luis, A. Brown 1455, 5700 San Luis, San Luis, Argentina.

³INIQUI-Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, 4400 Salta, Salta, Argentina.

*Contacto ezramos@cidmeju.unju.edu.ar

RESUMEN

Se desarrolló un proceso pirometalúrgico novedoso para la recuperación de silicio, aluminio y plata de una celda solar de silicio. El objetivo de este trabajo fue producir forsterita (Mg_2SiO_4) y espinela de aluminato de magnesio ($MgAl_2O_4$), y extraer plata por calcinación de la celda solar de silicio con bischofita ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Se llevaron a cabo ensayos isotérmicos y no isotérmicos en aire. Los reactivos, productos y residuos sólidos de calcinación se caracterizaron por espectrometría de absorción atómica (AAS), difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM) con análisis de espectroscopía de rayos X de dispersión de energía (EDS). Los resultados experimentales mostraron que korschunovskita

($Mg_2(OH)_3Cl \cdot 4H_2O$) se genera a 260°C durante 60 min. A 500 °C y un tiempo de reacción de 15 min se empieza a producir forsterita y espinela de aluminato de magnesio. La extracción de plata en forma de cloruro de plata ($AgCl$) comienza a 500°C y un período de 120 min.

Palabras Clave: reciclaje; paneles solares fotovoltaicos descartados; cerámicos; plata; pirometalurgia.

Eje temático: Conocimiento e innovación

INTRODUCCIÓN

Los paneles solares fotovoltaicos son dispositivos que convierten directamente la luz solar en electricidad. Estos paneles consisten básicamente en una serie de células fotovoltaicas individuales conectadas entre sí para producir electricidad al voltaje deseado. [1, 2]. El material más común para la construcción de paneles solares es el silicio, que tiene propiedades semiconductoras. [3, 4].

Se espera que la demanda de paneles solares crezca en los próximos años. En 2020, la capacidad solar acumulada global alcanzó los 707 GW y se espera que alcance los 996 GW en 2025. Se estima que los paneles solares cubrirán el 16 % de la demanda mundial de energía y reducirán el 50 % de las emisiones de carbono en el mundo [5].

A pesar de los beneficios de utilizar energías renovables, el incremento en la demanda de paneles solares hizo que el volumen de paneles desechados aumentara significativamente alcanzando las toneladas en el año 2016. Para el año 2030, se prevé que el volumen de paneles desechados alcance los 1,7 millones de toneladas [6].

Hoy en día, los paneles desechados son arrojados en vertederos, lo que provocará daños ambientales en el futuro. Con el tiempo, las sustancias tóxicas presentes en los paneles se liberan en el aire, la tierra y el agua, causando daños a la salud de los seres vivos [7].

El reciclaje es un proceso que puede prevenir los problemas de contaminación y además recuperar los materiales valiosos contenidos en estos dispositivos. La implementación del proceso de reciclaje conduciría a reducir la demanda de energía y el uso de recursos naturales que son requeridos para la fabricación de los paneles solares.

A pesar de los diferentes procesos de reciclaje que se desarrollaron hasta el momento, la recuperación de materiales de los paneles solo es un 10 % de la producción total. Esto se debe principalmente a los

250.00 altos costos, la baja eficiencia en la extracción de algunos metales y la generación de residuos. [8-10]. En los últimos años, el proceso pirometalúrgico de cloración se ha utilizado con éxito en la extracción de metales de minerales y residuos electrónicos y en la síntesis de materiales cerámicos tales como la cordierita y la forsterita [11-15]. Estas características lo hacen apto para ser usado en el reciclado de paneles solares descartados.

En este trabajo se investigó la cloración de las celdas de los paneles solares fotovoltaicos usando bischofita como reactivo con el fin de recuperar cuantitativamente la plata contenida en ellas y sintetizar forsterita y espinela de aluminato de magnesio, materiales cerámicos ampliamente utilizados en la industria electrónica y refractaria.

PARTE EXPERIMENTAL

Materiales

Se utilizó como materia prima una celda solar de silicio proveniente de un panel solar fotovoltaico policristalino provisto por Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE). El reactivo sólido empleado fue bischofita ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) marca Biopack. El panel solar fotovoltaico se desmontó usando una máquina de corte para separar la celda solar de silicio y su cubierta de vidrio, el marco de aluminio, las uniones y conectores, y los contactos metálicos. Luego, la celda solar de silicio recubierta con el protector vidrio se sometió a un tratamiento térmico en aire a 400 °C durante 120 min para descomponer el aglutinante EVA y separar la celda solar de silicio del vidrio. La composición química de la celda solar de silicio obtenida se muestra en Tabla 1. Las fases cristalinas presentes en la celda solar se muestra Figura 1.

Tabla 1 Composición porcentual de la celda solar(%p/p)

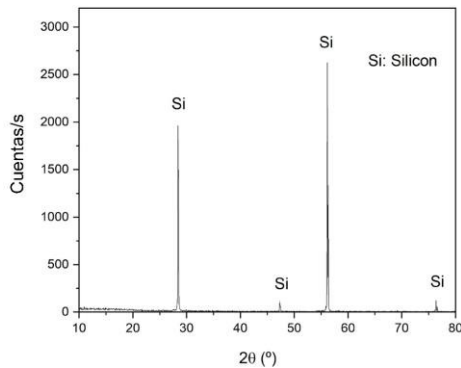


Figura 1 Patrón XRD de la celda solar de silicio

Preparación de la muestra

Se mezcló la celda de silicio con la bischofita en un mortero de ágata durante 10 min hasta obtener una mezcla homogénea, que se identificó como M. Las proporciones en masa de materia prima y reactivo fueron 7% de celda solar de silicio y 93% de bischofita. Esta relación se seleccionó teniendo en cuenta la reacción de síntesis de forsterita

Procedimiento experimental

Se realizaron ensayos de calcinación en un reactor de flujo pistón utilizando 1 gramo de muestra y un caudal de 200 ml/min de aire. En el caso de la calcinación no isotérmica, las muestras se calcinaron a una velocidad de calentamiento de 5 °C/min hasta alcanzar una temperatura de 900 °C. Se registró el cambio de masa en función de la temperatura. En cuanto a la calcinación isotérmica, las muestras se colocaron dentro del reactor y se calcinaron a una velocidad de 5 °C/min en corriente de aire hasta llegar a la temperatura de trabajo. Las muestras se mantuvieron en la atmósfera de aire durante el tiempo de reacción y luego se retiró el residuo de calcinación generado, enfriándolo a temperatura ambiente. Los ensayos isotérmicos se realizaron entre 160 y 900 °C, y con tiempos de reacción entre 15 y 120 min.

Disolución y separación de cloruro de plata

Se pesaron 35,84 g de NH_4Cl y 26,8 g de NaOH en matraces volumétricos de 100 ml y se agregó 20 ml de agua destilada para preparar soluciones de NH_4Cl 3 M y NaOH 3 M. Posteriormente, el residuo de calcinación generado se colocó en un tubo Falcon de 50 ml y se le añadieron 15 ml de NH_4Cl y NaOH .

Luego, la mezcla obtenida se dejó reposar durante 24 h bajo campana.

Elemento	Si	Al	Ag
Contenido	95,143%	4,831%	0,015%

Lavado y filtración

Para separar el residuo sólido de las soluciones de $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$ y NaCl producidas, la mezcla líquido-sólido del tubo Falcon se lavó y filtró con agua destilada. Luego, el residuo sólido se secó en una estufa a 100 °C. El lixiviado obtenido se colocó en un agitador magnético a 50 °C durante 10 min bajo campana para eliminar el $\text{NH}_3(\text{g})$ y producir AgCl . Posteriormente, la mezcla líquido-sólido obtenida se sometió a lavado y filtración con agua destilada para separar el cloruro de plata del cloruro de sodio. Finalmente, el cloruro de plata se cristalizó en la estufa a 100 °C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ensayos de calcinación no isotérmicos en corriente de aire se realizaron con el fin de evaluar las transformaciones de fase producidas durante el tratamiento térmico de M.

La curva termogravimétrica en flujo de aire presentó siete zonas de cambio de masa como se muestra en la Figura 2.

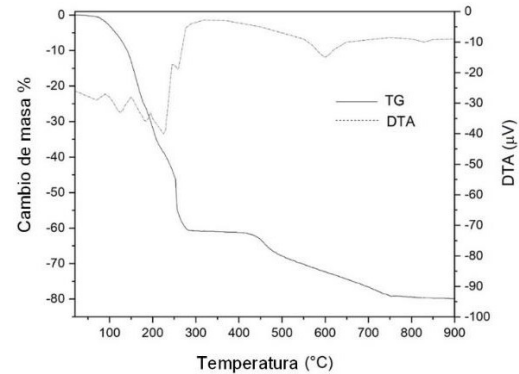


Figura 2 Curvas TG y DTA de la muestra M calcinada en aire

Para identificar los eventos que ocurren en cada una de estas zonas, se realizaron ensayos de calcinación isotérmica a diferentes temperaturas durante 15 min. Los residuos de calcinación que se produjeron se sometieron luego a un proceso de lavado y filtración con etanol. Posteriormente, los residuos sólidos y los productos lixiviados obtenidos se secaron en una estufa a 100 °C. Los residuos de calcinación sin tratar y los sólidos cristalizados provenientes de los productos lixiviados se analizaron mediante difracción de rayos X.

La Tabla 2 muestra un resumen de las fases identificadas en cada región de cambio de masa en atmósfera aire. Tabla 2 Fases identificadas por DRX a diferentes temperaturas por 15 min durante la calcinación de la muestra M en aire

Temp.	185°C	260°C	500°C	600°C	800°C	900°C
MgCl ₂ .6H ₂ O	X	X	X	X	X	X
MgCl ₂ .4H ₂ O						
MgCl ₂ .2H ₂ O	X					
MgCl ₂ .H ₂ O	X					
MgClOH	X	X				
Mg ₂ (OH) ₃ Cl.4H ₂ O		X	X	X	X	X
Mg ₂ SiO ₄			X			
MgAl ₂ O ₄			X	X	X	X
MgO				X	X	X
Si				X	X	X
Ag					X	X
AgCl					X	X

Analizando el termograma y las fases presentes en cada región de cambio de masa se puede inferir que: El agua adsorbida físicamente en la superficie de Mse elimina en la primera región de pérdida de masa (20-80 °C). En las siguientes regiones de cambio de masa, entre 80 y 253 °C, ocurre la deshidratación y la hidrólisis parcial de la bischofita. Esto se confirma por la aparición de las fases MgCl₂.2H₂O, MgCl₂.H₂O y MgClOH.

En la quinta zona de cambio de masa, entre 253 y 282 °C, se produce la hidrólisis total de MgCl₂.H₂O y la generación de korshunovskita (Mg₂(OH)₃Cl.4H₂O) a partir de la bischofita que no reaccionó a bajas temperaturas. La generación de korshunovskita se produce a través de la oxidación de la bischofita y la descomposición de productos intermedios.

En la sexta zona de cambio de masa, entre 439 y 751 °C, se produce la síntesis de forsterita y espinela de aluminato de magnesio, así como la formación de periclase.

La séptima zona de cambio de masa, entre 751 y 900 °C, muestra un cambio de masa en el termograma debido a la cloración de la plata y la generación de periclase. La plata reacciona con HCl y O₂ para formar AgCl y vapor de agua. Los patrones de difracción de rayos X muestran la presencia de AgCl y korshunovskita en esta región. Esto indica que se sigue generando HCl por la descomposición de la korshunovskita, que se utiliza para clorar la plata de la celda.

Análisis de plata en los licores lixiviados con NH₄Cl y NaOH

Los resultados del análisis de plata por AAS en los licores lixiviados que provienen de la lixiviación de los residuos sólidos de calcinación a diferentes temperaturas y un tiempo de reacción de 120 min, se muestran en Figura 3.

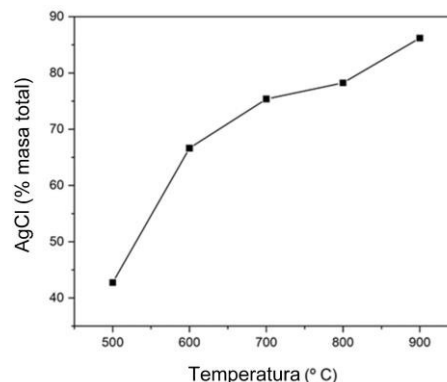


Figura 3 Contenido de AgCl recuperada en los licores lixiviados con NH₄Cl y NaOH de la muestra M calcinada en aire a diferentes temperaturas.

La curva muestra que la plata comienza a ser extraída de la celda de silicio a alrededor de 500 °C. En el rango de temperatura entre 500 y 600 °C se puede notar que se produce un aumento considerable en la extracción de plata. Esto puede deberse a las altas concentraciones de HCl(g) producidas por la descomposición de la korshunovskita. A 900 °C se logró una recuperación cuantitativa de plata, logrando un grado de extracción del 86,19 %.

CONCLUSIONES

Los resultados experimentales mostraron que la calcinación en aire de la celda solar de silicio con bischofita es un método eficiente para la extracción de plata de la celda y la síntesis de forsterita y espinela de aluminato de magnesio a temperaturas moderadas.

La plata en forma de AgCl se recupera de la celda de silicio en el rango de temperatura entre 500 y 900

°C después de disolverse completamente en las soluciones de NH₄Cl y NaOH. A 900 °C y un tiempo de reacción de 120 min, el grado de extracción de Ag fue de aproximadamente el 86,19%.

La forsterita y la espinela de aluminato de magnesio se producen en atmósfera de aire a 500 °C y períodos de reacción de 15 a 60 min.

La korshunovskita se genera entre 260 y 900 °C para todos los períodos de reacción estudiados.

Las condiciones de calcinación más favorables para la síntesis de forsterita y espinela de

aluminato de magnesio son 500 °C y un tiempo de reacción de 60 min, y para la extracción de plata de la célula de silicio son 900 °C y un período de 120 min.

REFERENCIAS

- M. I. Inamuddin, R. B. Ahamed, R. Mashallah (2021), *Fundamentals of Solar Cell Design*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- C. J. Cleveland (2004), *Encyclopedia of Energy: GI-Ma*. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- U. Desideri, F. Asdrubali (2018) *Handbook of Energy Efficiency in Buildings: A Life Cycle Approach*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- R. Islam, F. Rahman, W. Xu (2016) *Advances in Solar Photovoltaic Power Plants*. Springer, Gewerbestrasse.
- Y. A. Jieb, E. Hossain (2022) *Photovoltaic Systems: Fundamentals and Applications*. SpringerNature, London,
- B. Voth (2021) *Debate as Global Pedagogy: Rwanda Rising*. Rowman & Littlefield, Washington DC.
- A. Gok (2020) *Reliability and Ecological Aspects of Photovoltaic Modules*. BoD – Books onDemand, Hamburg.
- B. Zaidi (2018) *A Review of Recycling Processes for Photovoltaic Modules*. IntechOpen Limited, London.
- Y. Xu, J. Li, Q. Tan, A. L. Peters, C. Yang (2018) *Global status of recycling waste solar panels: A review*. *Waste Management*, 75:450-458.
- R. Deng, N. L. Chang, Z. Ouyang, Ch. M. Chong (2019) *A techno-economic review of silicon photovoltaic module recycling*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 109:532–550.
- L. I. Barbosa, G. Valente, R. P. Orosco and J. A. González (2014) *Lithium extraction from β -spodumene through chlorine gas chlorination*. *Minerals Engineering*, 56:29–34.
- P. Orosco, O. Barrios and M. Ojeda (2019) *Extraction of Potassium from Microcline by Chlorination*. *Minerals* 9, 295.
- P. Orosco, M. del C. Ruiz and J. González (2014) *Synthesis of cordierite by dolomite and kaolinitic clay chlorination. Study of the phase transformations and reaction mechanism*. *Powder Technology*, 267:111-118.
- P. Orosco, L. Barbosa, M. del C. Ruiz (2016) *Synthesis of forsterite by periclase and silica gel chlorination*. *International Journal of Applied Ceramic Technology*, 14:252-259.
- R. P. Orosco, M. del C. Ruiz, M. W. Ojeda, J. A. González and L. I. Barbosa (2018) *Thermogravimetric study of forsterite synthesis by hydromagnesite and silica gel chlorination*. *Silicon* 10.

PRODUCCIÓN DE CARBONATO DE LITIO DE ALTA PUREZA A PARTIR DE SALMUERAS CONCENTRADAS MEDIANTE ELECTRÓLISIS DE MEMBRANA Y ABSORCIÓN DE CO₂

Zeballos, Nadia^{1,2}; Torres, Walter²; Flexer, Victoria²

(1) Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Dpto. de Producción Sustentable SOR NOA, Av. Martijena S/N, Palpalá 4612, Argentina.

(2) Centro de Investigación y Desarrollo en Materiales Avanzados y Almacenamiento de Energía de Jujuy - CIDMEJu (CONICET- Universidad Nacional de Jujuy), Av. Martijena S/N, Palpalá 4612, Argentina.

nzeballos@inti.gob.ar

Resumen

Más de la mitad de la producción mundial de sales de litio se extrae de las salmueras; una práctica que evapora en promedio medio millón de litros de agua por tonelada de carbonato de litio en regiones altamente desérticas con intensa radiación solar y escasez de agua dulce. Hoy en día, las salmueras que contienen iones de litio se bombean a grandes estanques donde las impurezas o subproductos precipitan por la evaporación solar, el viento y los aditivos químicos hasta una concentración final de 6000 ppm de Li⁺. Este trabajo propone desarrollar una nueva tecnología basada en la electrólisis de membranas para cristalizar Li₂CO₃ a partir de salmueras ricas en litio. La salmuera que previamente ha sido privada de cationes divalentes se introduce en el compartimento catódico de un reactor electroquímico de dos compartimentos. Este compartimento está separado del anolito y del catolito por una membrana de intercambio aniónico (MIA). Cuando se aplica una corriente constante, los aniones y cationes migran selectivamente a los compartimentos aniónico y catódico, respectivamente. La reducción de agua aumenta el pH del catolito, que se recircula en un cristalizador donde se burbujea CO₂ y se convierte en carbonato, precipita Li₂CO₃ con pocas impurezas. Luego de realizar una 2da y 3er electrólisis, los sólidos obtenidos fueron lavados para lograr una disminución de la concentración de iones K⁺ y Na⁺. La concentración de estos iones fue seguida por espectroscopia de absorción atómica y los sólidos blancos se analizaron con esta técnica. Los difractogramas de los sólidos obtenidos después de la 2da y 3er electrólisis en el compartimento catódico se compararon con patrones de referencia para Li₂CO₃, Na₂CO₃, NaCl, NaHCO₃ y NaLiCO₃. Como era de esperar, los espectros XRD confirman la presencia de Li₂CO₃ en todas las muestras. Siendo el sólido 3, 4, 5 y 7 las muestras más puras, lo que coincide con los valores obtenidos por espectroscopia de absorción atómica, debido a que el catión Li⁺ es el mayoritario. Además, no se requiere la adición de productos químicos (Na₂CO₃) para la producción de Li₂CO₃. En conclusión, se comprobó que la electrólisis a través de membrana es efectiva para la obtención de litio de salmueras sin cationes divalentes.

Palabras clave: litio, salmuera, electrólisis, membrana.

Eje temático: EJE 4 Tecnologías y ciencias de la producción .

INTRODUCCIÓN

La oferta y la demanda de recursos de litio están seriamente desequilibradas debido al rápido crecimiento de las tecnologías de almacenamiento de energía diseñadas para cumplir con los objetivos de reducción de emisiones de carbono propuestos. Los métodos electroquímicos son particularmente prometedores para extraer litio de soluciones acuosas debido a su excelente selectividad, respeto al medio ambiente y bajo consumo de energía.

MATERIALES Y MÉTODOS

La salmuera se privó previamente de cationes divalentes (Mg^{2+} y Ca^{2+}) y luego se introdujo en el compartimento catódico de un reactor electroquímico de dos compartimentos (Fig.1), separado por una membrana de intercambio aniónico. Cuando se aplica una corriente constante de $300 A \cdot m^2$, los aniones migran hacia el compartimento anódico. La reducción de agua aumenta el pH del catolito que se recircula en un cristalizador donde se burbujea CO_2 y se convierte en carbonato, precipitando Li_2CO_3 con bajas impurezas.

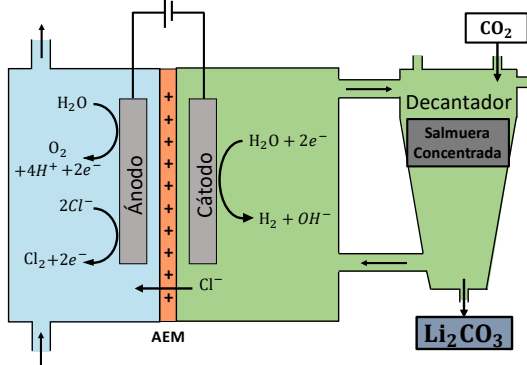


Fig. 1. Reactor de dos compartimentos.

Se implementó un procesamiento de varios pasos como se muestra esquemáticamente en la Figura 2. Se implementaron tres pasos de electrólisis en electrolizadores de agua idénticos. Se burbujeó CO_2 en el compartimento lateral unido al compartimento catódico de los pasos segundo y tercero solamente. Después de cada paso de electrólisis, se obtuvo tanto un sólido como un sobrenadante. El sobrenadante se usó como solución de alimentación para la siguiente electrólisis, mientras que los sólidos se sometieron a diferentes procedimientos de purificación.

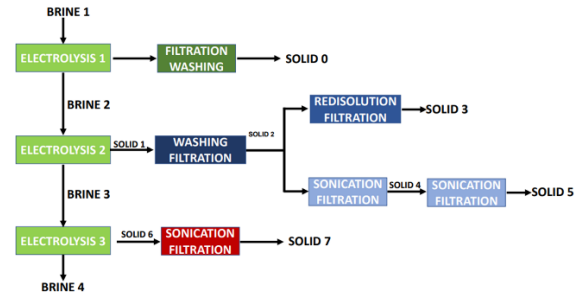


Fig.2. Representación esquemática de todo el procesamiento implementado.

Al final de la electrólisis, los precipitados recuperados (1ra y 2da electrólisis) se filtraron al vacío y se lavaron con agua desionizada a $70\text{ }^{\circ}C$ y se secaron a $100\text{ }^{\circ}C$ durante 24 h.

Dichos sólidos se purificaron por redisolución del precipitado en agua caliente.

RESULTADOS

La Tabla 1 muestra una disminución en la concentración de litio y un leve aumento en la concentración de sodio, siendo B1 la concentración inicial de la salmuera, mientras que B2, B3 y B4 corresponden a las salmueras después de aplicar las electrólisis.

Existe una alta solubilidad de litio debido a la elevada fuerza iónica de la salmuera. La disminución de volumen del catolito se debe al electrólisis del agua, ósmosis y principalmente a la electroósmosis. Esto se ve reflejado en un aumento de la concentración de sodio.

Salmuera	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CO ₃ ²⁻	Volumen dm ³
	g/dm ³						
B1	5.98	112	59	0.043	3.5	16.828	2.00
B2	5.9	112	60	ND	ND	37.085	2.00
B3	2.15	124	55	ND	ND	65.08	1.75
B4	1.68	141	58	ND	ND	123.05	1.40

Tabla 1. Composición catiónica y aniónica de la salmuera.

La Tabla 2 refleja la composición de Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{+2} y Ca^{+2} de los sólidos obtenidos durante la 1ra, 2da y 3er electrólisis. El Sólido 0 corresponde al sólido obtenido en la primera electrólisis, mientras que el Sólido 2 y 6 a la 2da y 3er electrólisis. Como se indica en la Fig. 2, los sólidos 2, 3, 4, 5 y 7 pertenecen a sucesivos lavados.

Sólido	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
	g/Solido				
Sólido 0	0.0114	0.251	0.1081	0.024	0.048
Sólido 1	0.1324	0.0853	0.048	ND	ND
Sólido 2	0.1575	0.0513	0.0599	ND	ND
Sólido 3	0.193	0.0028	0.0023	ND	ND
Sólido 4	0.196	0.0128	0.0123	ND	ND
Sólido 5	0.198	0.0027	0.0018	ND	ND
Sólido 6	0.0673	0.0989	0.196	ND	ND
Sólido 7	0.1688	0.0131	0.0235	ND	ND

Tabla 2. Composición catiónica de los diferentes sólidos.

La Fig. 3 muestra los difractogramas de los sólidos obtenidos después de la segunda y tercer electrólisis en el compartimento catódico. Estos se comparan con patrones de referencia para Li₂CO₃, Na₂CO₃, NaCl, NaHCO₃ y NaLiCO₃. Como era de esperar, los espectros XRD confirman la presencia de Li₂CO₃ en todas las muestras. Siendo el sólido 3, 4, 5 y 7 las muestras más puras, lo que coincide con los valores obtenidos de Tabla 2, debido a que el catión Li⁺ es el mayoritario. El Li₂CO₃ es mucho menos soluble que el Na₂CO₃ y K₂CO₃. Sin embargo, también es importante recordar que en B2 tanto el Na⁺ como el K⁺ están más concentrados que en Li⁺, las relaciones molares de Na⁺/Li⁺ y K⁺/Li⁺ en B2 son 5,7 y 1,8, respectivamente. Por el contrario, las relaciones molares en el sólido 1 son Na⁺/Li⁺ = 0,19 y K⁺/Li⁺ = 0,06, lo que indica que, aunque no es 100 % específico, hubo una fuerte preferencia por la cristalización de Li₂CO₃ sobre las sales de Na⁺ o K⁺.

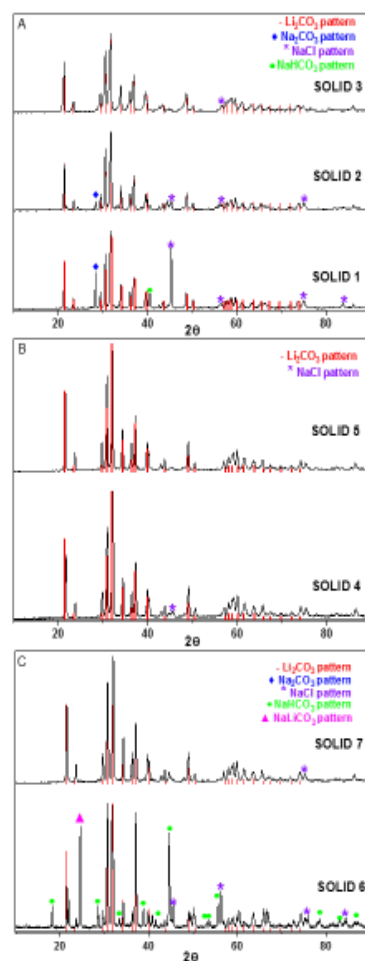


Fig.3. Patrones de difracción de rayos X de los diferentes sólidos obtenidos a lo largo del proceso comparados con patrones de referencia para Li₂CO₃, Na₂CO₃, NaCl, NaHCO₃ y NaLiCO₃.

CONCLUSIONES

No se requiere la adición de productos químicos (carbonato de sodio) para la producción de Li₂CO₃.

La purificación del producto sólido obtenido se puede realizar por simple redisolución en caliente.

Se obtienen como subproductos H₂, O₂ y NaHCO₃.

Para continuar con la recuperación de litio, se puede realizar un proceso similar de tres etapas con tres compartimentos. En este caso, el agua de baja salinidad se puede obtener como subproducto de la producción de carbonato de litio.

REFERENCIAS

Baspineiro, C., Franco J., Flexer, V. (2021). Performance of a double-slope solar still for the concentration of lithium rich brines with concomitant fresh water recovery. *Science of The Total Environment*. Volumen 791, 148192.

Flexer, V., Baspineiro, C., Galli, I. (2018) Lithium recovery from brines: A vital raw material for green energies with a potential environmental impact in its mining and processing. *Science of The Total Environment*. Volume 639, 1188-1204.

Torres W., Zeballos N., Flexer V.(2023).

Effect of $[Na^+]/[Li^+]$ concentration ratios in brines on lithium carbonate production through membrane electrolysis. *Faraday Discussions*.

Torres, W., Díaz Nieto, C., PrévotEAU, A., Rabaey, K., Flexer, V. (2020). Lithium carbonate recovery from brines using membrane electrolysis. *Journal of Membrane Science*. Volume 615, 118416.

Díaz Nieto, C., Palacios, N., Verbeeck, K., PrévotEAU, A., Rabaey, K., Flexer, V. (2019). Membrane electrolysis for the removal of Mg^{2+} and Ca^{2+} from lithium rich brines. *Water Research*. Volume 154, 117-124.

**PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN CUENCAS DE LA PUNA
ARGENTINA: CÓMO ESTUDIAR LOS EFECTOS ACTUALES DE LA
HISTÓRICA AUSENCIA DE REGULACIÓN Mina Pan De Azúcar, río
Cincel, Laguna de los Pozuelos**

Zamar, María Agustina¹; De Paul, Marcela¹; Gleiser, Raquel²

¹Centro de Estudios Interdisciplinarios de Calidad de Agua de Ambientes de Altura,
Facultad de Ciencias Agrarias, UNJu. Alberdi 47. 4600, San Salvador de Jujuy, Jujuy,
Argentina

²Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.
Av. Vélez Sarfield 299 & CREAM-IMBIV (UNC-CONICET). Avda. Valparaíso s/n.
5000, Córdoba, Argentina.

E-mail: m.agustinazamar@gmail.com

Palabras clave: drenaje ácido, altoandino, macroinvertebrados, bioindicación, metales pesados

Eje temático: 3 Conocimiento e Innovación

RESUMEN

El altiplano andino, a unos 3500 m.s.n.m. en Argentina, Bolivia, Chile y Perú, tiene características únicas resultantes de su formación geológica, destacando la actividad volcánica y la mineralización polimetálica. Históricamente, la región ha albergado distritos mineros, operando desde la época colonial hasta los años 90. La carencia de regulaciones ambientales hasta la Ley Nacional 24585 en 1995, llevó al abandono de minas sin remediar, generando hasta la actualidad Drenaje Ácido Minero (DAM) debido a la oxidación de sulfuros. Esto resulta en la contaminación de aguas circundantes y riesgos ecológicos. Se propone un proyecto de tres etapas. La primera consiste en revisar literatura para abordar el DAM en zonas altoandinas y seleccionar un área adecuada. La segunda, diseñar un plan para una tesis en la provincia de Jujuy, Argentina. La tercera, una campaña de muestreo preliminar en el río Cincel para analizar DAM y efectos en macroinvertebrados. El estudio se centra en la Mina Pan de Azúcar en Jujuy debido a su historia minera, impacto ambiental y cuerpos de agua afectados por DAM.

INTRODUCCIÓN

A un promedio de 3500 msnm, abarcando la zona transfronteriza del noroeste argentino, suroeste boliviano, noreste chileno y suroeste peruano, se encuentra el segundo *plateau* más grande del mundo después del Tíbet: el altiplano Andino (Hongn et al., 2018). Sus características climáticas, geológicas y biológicas lo convierten en una zona única; por ejemplo, los afloramientos paleozoicos y mesozoicos son escasos y fue en un período más reciente, el Cenozoico, cuando se modeló el paisaje (Kirschbaum et al., 2012, Hongn et al., 2018), produciendo importantes complejos volcánicos asociados a la mineralización polimetálica. Como consecuencia, surgieron numerosos distritos mineros, explotados desde la época colonial hasta la década de 1990 (Nieva et al., 2016). La problemática radica en que la primera ley argentina que exige un plan de manejo ambiental para el control, cese, abandono, y monitoreo post-cierre de actividades mineras se sanciona en 1995 (Ley Nacional 24585), por lo cual ante la ausencia de regulación, las minas fueron abandonadas sin prácticas de remediación apropiadas (Nieva et al., 2016). Con el paso de los años, los yacimientos se convirtieron en pasivos mineros, una preocupación ambiental (Sanci et al., 2020) y un riesgo permanente y potencial (Kirschbaum et al., 2012), porque dan lugar a la aceleración de procesos de oxidación: la exposición del material de escombreras y diques de cola a las condiciones ambientales y a microorganismos, promueve la oxidación de sulfuros y la consecuente formación de Drenaje Ácido Minero (DAM) (Jamieson, 2011; Kirschbaum et al., 2012; Murray et al., 2014, 2021, 2019; Nieva et al., 2016; Plaza Cazón et al., 2013; Ramos et al., 2014; Sanci et al., 2020). La reducción del pH por dicho drenaje favorece el transporte y liberación de metales, entre ellos elementos tóxicos, a través de los cursos de agua circundantes. En este punto entran en juego más características sobresalientes de la zona: su aridez y la consecuente importancia de sus cuerpos de agua, y el carácter endorreico de sus cuencas. Los ríos altoandinos regulan y proveen servicios ecosistémicos en un ambiente donde, a la escasez de agua, se le suma el deterioro de su calidad (Reid Rata et

al., 2018) al atravesar yacimientos abandonados, cargarse de DAM y transportar metales a lo largo de su curso y hacia las lagunas. ¿Cómo es posible entonces estudiar el efecto de las lagunas legales en las lagunas altoandinas? El presente trabajo plantea una revisión bibliográfica de investigaciones del DAM globales y regionales, para seleccionar un área y una metodología apropiada para su estudio en la provincia de Jujuy, que permita tanto la descripción de la problemática en términos fisicoquímicos y biológicos como su extrapolación a casos similares.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se divide en tres etapas: la primera es la búsqueda bibliográfica que busca definir cuál es la mejor forma de estudiar el DAM en zonas altoandinas y qué área de estudio sería óptima para el desarrollo del trabajo; la segunda parte es el diseño del plan de trabajo para la tesis doctoral en la cual se enmarca esta presentación; la tercera describe los resultados de una campaña de muestreo preliminar en la Mina Pan de Azúcar (Rinconada, Jujuy, Argentina) correspondiente a la temporada seca. En junio de 2022 se realizó un biomonitoreo sobre el río Cincel aguas arriba y debajo de la Mina, en condiciones no afectadas (brazo este) y afectadas por drenaje ácido (brazo oeste), así como en la dilución por la unión de los brazos este y oeste. Se tomaron muestras de agua para determinaciones de parámetros fisicoquímicos in situ (sonda Oakton) y laboratorio (1L), así como muestras cuali y cuantitativas de macroinvertebrados bentónicos. Bajo microscopio estereoscópico, los ejemplares fueron identificados hasta el máximo nivel posible, contados y separados, preservándolos en alcohol. Con estos datos, se compararon los puntos de muestreo calculando índices de diversidad, analizando cambios en los ensambles de macroinvertebrados, y graficando curvas de rango-abundancia. Los sitios de muestreo también se caracterizaron en base a sus propiedades fisicoquímicas, a través de un análisis de componentes principales. Finalmente se buscó identificar la existencia de asociaciones entre las variables

biológicas y fisicoquímicas que explicaran las diferencias entre puntos de muestreo por medio de un análisis de correspondencias canónicas.

RESULTADOS

Revisión bibliográfica

La bibliografía evidencia que una excelente herramienta para la investigación del DAM es el estudio de indicadores biológicos, organismos capaces de desarrollar estrategias para adaptarse a los distintos factores ambientales (Margalef, 1983), de manera que, a través de cambios en su estructura o función, pueden sintetizar la información del medio, y como permanecen en el cuerpo de agua, pueden evidenciar efectos de contaminantes incluso si no se detectan en el muestreo (Domínguez & Giorgi, 2020; Gómez et al., 2020). Los macroinvertebrados bentónicos se destacan como los bioindicadores más utilizados para evaluar la calidad del agua (De Paul et al., 2021). Si se observan alteraciones en la comunidad que se correlacionan con variables fisicoquímicas, se puede proceder a análisis más profundos, como el de los tejidos (Domínguez & Giorgi, 2020). Estudiar la presencia de metales en tejidos de macroinvertebrados puede brindar información sobre el riesgo de exposición a elementos potencialmente tóxicos o su biodisponibilidad a lo largo de la cadena trófica (Santoro et al., 2009). Los organismos pueden incorporar metales a una tasa mayor a su eliminación, provocando su bioacumulación, aunque se encuentren a concentraciones bajas en el agua (Manfrin et al., 2019; Santoro et al., 2009; Schwantes et al., 2021). En los ambientes acuáticos, los elementos traza pueden encontrarse disueltos, adsorbidos al material suspendido o depositados en los sedimentos (Bilali et al., 2002; Chao & Shen, 2003). Esta última opción se destaca como el mayor reservorio ambiental porque aproximadamente el 99% de los metales incorporados precipitan en sedimentos (Xu et al., 2018). Como el grado de bioacumulación en un organismo depende, en parte, de la concentración total y de la biodisponibilidad de un elemento en el ambiente (Plette et al., 1999), resulta importante comparar las concentraciones de metales en los organismos con las de los

sedimentos (Schwantes et al., 2021); y como la bioacumulación posibilita la transferencia de metales hacia otros niveles tróficos (Manfrin et al., 2019), es valioso detectarla en los organismos bentónicos, que reciben la mayor proporción del material particulado (Reis et al., 2022). El impacto del drenaje ácido en comunidades de macroinvertebrados es ampliamente estudiado a nivel global a través del análisis de cambios en la estructura comunitaria y su correlación con factores fisicoquímicos (Cornejo, 2014; Erasmus et al., 2020; Geraldés & Teixeira, 2013; Gray & Delaney, 2008; Manfrin et al., 2019; Marqués et al., 2001; Murray et al., 2021; Plette et al., 1999; Ramos Ramos et al., 2014; Reid Rata et al., 2018; Repositorio Segemar, 2022; Solá et al., 2004; Tomiyama & Igarashi, 2022), identificando taxa tolerantes y sensibles y elaborando índices, con una tendencia a incorporar atributos de diversidad funcional (Gerhardt et al., 2004; Sanci et al., 2020). Además, se realizan mediciones de bioacumulación de metales pesados, comparando concentraciones en organismos, agua y sedimentos, con resultados variables dependiendo del taxón y de los metales estudiados (Baruch-Garduza et al., 2022; Canavan et al., 2007; Cid et al., 2010; Erasmus et al., 2020; Geraldés & Teixeira, 2013; Hare, 1992; Margalef, 1983; Marqués et al., 2001; Smolders et al., 2003; Solá et al., 2004; Tripole et al., 2006; Tripole et al., 2008; Van Damme et al., 2008; Xu et al., 2018). Para la región altoandina, sin embargo, se registran escasas investigaciones de bioacumulación en macroinvertebrados (Solá et al., 2004; Van Damme et al., 2008) y sobre la estructura de sus ensambles, lo cual es una brecha importante de conocimiento teniendo en cuenta las características bioclimáticas particulares de la región y la abundancia de yacimientos abandonados que contaminan con DAM de forma crónica, con efectos de mayor alcance y más pronunciados que aquellos derivados de accidentes o derrames puntuales característicos de países desarrollados (Smolders et al., 2003).

En la búsqueda del área óptima para el estudio del DAM en la provincia, surge como principal candidata la Mina Pan de Azúcar. Se encuentra en la región puneña,

departamento Rinconada, (22° 37' S; 66° 03' W), a 3700 m.s.n.m. El clima es continental andino semidesértico, con ocho meses de estación seca (invierno) y precipitaciones -entre 50 y 350 mm- concentradas en cuatro meses (verano) (Kirschbaum et al., 2012). La mina fue explotada hasta 1986 (Plaza Cazón et al., 2013) para obtener plomo, plata y zinc a través de un laboreo subterráneo, y como en otros casos, abandonada sin planes de cierre ni remediación, deviniendo en un pasivo. Se ubica dentro de la Cuenca de los Pozuelos, Reserva de la Biósfera UNESCO. Las aguas ácidas drenan desde los diques de colas y las colas norte hacia el río Peñas Blancas, que posteriormente se une al río Cincel. El Cincel, por su parte, también recibe contaminación en su brazo oeste a través de las colas sur, mientras que su brazo este permanece inafectado. Finalmente, ambos brazos se unen y el río pasa a ser el principal tributario de la Laguna de los Pozuelos (Nieva et al., 2016; Plaza Cazón et al., 2013), reconocida como Monumento Natural Nacional, Sitio Ramsar y sitio de importancia para las aves costeras migratorias. Los ríos Chico, Guayatayoc y Santa Catalina representan junto al Cincel, cuerpos de agua permanentes que drenan en la Laguna de los Pozuelos (Fig. 1). Entonces, el área de estudio es ideal: cuenta con la posibilidad de estudiar el efecto del DAM en condiciones prácticamente experimentales ya que el hecho de que el río Cincel se divida en dos ramas al pasar por el pasivo permite mantener muchas variables controladas y centrarse en el estudio de la acidez y el transporte de metales. Además, cuenta con varios ríos no impactados que pueden ampliar la comparación. La relevancia del estudio se ve incrementada por las importantes categorías de conservación tanto de la cuenca como de la laguna, y por la presencia de comunidades como Pan de Azúcar, Carahuasi, Cincel, Muñayoc y Ciénaga grande, donde sus pobladores están en relación permanente con el sistema fluvial.

Diversos autores estudiaron las particularidades geoquímicas del DAM generado por la Mina Pan de Azúcar (Kirschbaum et al., 2012; Murray et al., 2021; Murray et al., 2014; Murray et al., 2021; Murray et al., 2019; Nieva et al., 2016;

Plaza Cazón et al., 2013; Sancí et al., 2020). Otros informes físico-químicos, geológicos e históricos pueden encontrarse en el repositorio del Servicio Geológico Minero Argentino (Repositorio Segemar, 2022). Sin embargo, escasas investigaciones analizan el efecto del DAM sobre la diversidad biológica de la cuenca (Canavan et al., 2007; Plaza Cazón et al., 2013). Es evidente la necesidad de complementar los estudios fisicoquímicos de la Mina Pan de Azúcar con el análisis de las comunidades biológicas para lograr un abordaje holístico de los cuerpos de agua como sistemas complejos, con historia, dinamismo y evolución (Domínguez & Giorgi, 2020), visión necesaria en el contexto actual de cambios rápidos y frecuentes. En este sentido, los principales interrogantes giran en torno a los cambios en la estructura y función de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos provocados por el DAM, así como al grado de acumulación de metales pesados -relevante por su potencial transferencia a lo largo de la cadena trófica-.

Plan de trabajo

Se diseñó un proyecto de tesis doctoral que cuenta con el aval de la Secretaría de Minería e Hidrocarburos, del Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático y de Parques Nacionales (APN-Pozuelos), y el apoyo de la presidenta de la Comunidad de Pan de Azúcar, e involucra la participación coordinada de tres instituciones: Centro de Estudios Interdisciplinarios de Calidad de Agua de Ambientes de Altura (CEICAAL-FCA-UNJu); Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV-UNC-CONICET) y Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica (LAAN-Centro Atómico Bariloche). Se estableció que el principal objetivo será determinar el efecto de la acidez, presencia de metales y otros elementos potencialmente tóxicos sobre la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, en el área de influencia de la Mina Pan de Azúcar y evaluar la capacidad de bioacumulación de los metales en al menos una especie de macroinvertebrado. Para lograrlo, se plantea realizar dos campañas por año, representando dos períodos del ciclo hidrológico: estación seca (agosto a octubre)

y estación lluviosa (enero a marzo). Se determinarán sobre el Río Cincel, 5 sitios: S1: aguas arriba de la mina (no impactado); S2: brazo Este del río (condiciones naturales); S3: brazo Oeste (impactado); S4 (unión de ambos brazos, dilución); S5: entrada a la LP. Se considera un sitio en la Laguna de los Pozuelos (LP). Los sitios en el río Chico, Guayatayoc y Santa Catalina (condiciones no impactadas, ríos altamente heterogéneos) serán analizados próximos al drenaje en la laguna (Fig. 1). Para cada campaña, en cada sitio, se determinarán parámetros fisicoquímicos in situ, caudal del agua, granulometría y se tomarán distintas muestras: (1) Macroinvertebrados para cálculos estadísticos y de índices; (2) Agua para determinación de parámetros fisicoquímicos; (3) Muestras para determinación de metales pesados en agua (mediante ICP-OES), y en sedimentos y un macroinvertebrado indicador (mediante Análisis por Activación Neutrónica Instrumental).

Ectemnostega (Ectemnostegella) montana (Insecta: Hemiptera: Corixidae) es una buena candidata como bioacumuladora de metales pesados, por su hábito raspador y, en consecuencia, su mayor contacto con el sustrato; además es ubicuo y abundante en toda el área de muestreo.

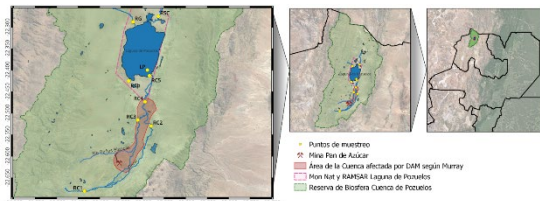


Fig. 1. Área de estudio

Campaña preliminar estiaje 2022

Los parámetros fisicoquímicos evidenciaron, en general, el mismo patrón: valores mínimos en el sitio prístino (no impactado) -S1-, que se mantienen bajos en el brazo no contaminado del río Cincel -S2-, se elevan drásticamente en el brazo afectado por drenaje ácido -S3- y se reducen en la dilución que resulta de la unión de ambos brazos -S4-. Todos los sitios se caracterizaron por su alcalinidad (pH= 8.4 – 9.8). Se colectaron 2456 individuos pertenecientes a 2 phylum: Arthropoda (92.6 - 100%) y Annelida (0 - 7.4%). El phylum Arthropoda fue común a todos los

sitios y dominante. La clase Insecta fue la mejor representada en todos los sitios (96 - 100%), mientras que Acari solo estuvo presente en S4 y Amphipoda en S3, y S4. Dentro de Insecta se registraron siete órdenes. El orden Ephemeroptera fue el más abundante en S1 (76.2%), mientras que en S2 y S3 Hemiptera estuvo mejor representado, con una especie dominante: *Ectemnostega (Ectemnostegella) montana* (>94.9%). En S4 los hemípteros continúan dominando, pero en menor medida (54.4%), seguidos por dípteros (28.6%) y coleópteros (12.3%) (Fig. 2). Los hemípteros fueron tolerantes a elevados registros de conductividad, dureza total, alcalinidad, bicarbonatos, sulfatos y Boro, característicos de S2 y S3. La mayor abundancia de efemerópteros coincide con los menores registros de turbiedad (4.2 NTU), Boro (0.32 mg/L) y sulfatos (29.2 mg/L), evidenciando sensibilidad a valores por encima de 13.4 NTU, 0.5 mg/L y 44 mg/L, respectivamente. En S3 los valores de turbiedad, Boro y sulfatos son máximos y no se registraron individuos del orden (Fig. 3).

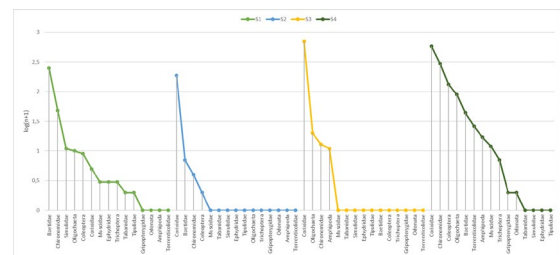


Fig 2. Curvas de rango-abundancia

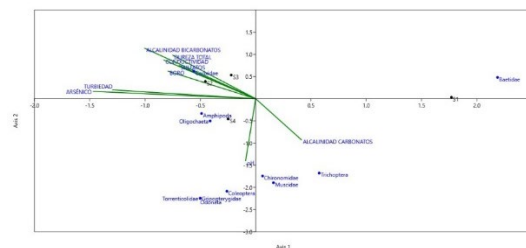


Fig. 3. Análisis de correspondencias canónicas

CONCLUSIONES

Se evidenció la importancia de abordar los efectos del drenaje ácido minero (DAM) en la región altoandina, específicamente en el área de estudio de la Mina Pan de Azúcar y el río Cincel en la provincia de Jujuy, Argentina. A pesar de que la temática es ampliamente estudiada a nivel global, existe

una brecha de conocimientos para la Puna argentina, una región única debido a su formación geológica, climática, su historia de actividad minera y su biodiversidad. La campaña de muestreo preliminar afirma que a través del análisis de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y su asociación con parámetros fisicoquímicos, es posible entender cómo la ausencia histórica de regulación ambiental en la minería ha llevado a la formación de pasivos mineros y la generación de DAM. Así, se propone un plan de trabajo para tesis doctoral que implica el estudio de los macroinvertebrados bentónicos, tanto a nivel comunitario como histológico para *Ectemnostega (Ectemnostegella) montana*, y su asociación a los niveles de metales pesados y otros parámetros ambientales, comparando zonas contaminadas por el DAM de la Mina Pan de Azúcar con zonas no afectadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baruch-Garduza, E., Castañeda-Chávez, M. D. R., Wakida-Kusunoki, A. T., Reynier-Valdés, D., & Navarrete-Rodríguez, G. (2022). Heavy metals in macroinvertebrates (*Panaeus*) in the Mexican coasts of the Gulf of Mexico: status, sources, and regulations. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 50(3), 331-342.
- Bilali, L. E., Rasmussen, P. E., Hall, G. E. M., & Fortin, D. (2002). Role of sediment composition in trace metal distribution in lake sediments. *J. Appl. Geochem.*, 17, 1171-1181.
- Chao, A., & Shen, T. J. (2003). Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environ. Ecol. Stat.*, 10(4), 429-443.
- Cid, N., Ibáñez, C., Palanques, A., & Prat, N. (2010). Patterns of metal bioaccumulation in two filter-feeding macroinvertebrates: exposure distribution, inter-species differences and variability across developmental stages. *Sci. Total Environ.*, 408(14), 2795-2806.
- De Paul, M., Villafañe, J., Jurado Flores, Varea L., & Castellón, M. (2021). Estructura de la comunidad y ensamble de macroinvertebrados en un arroyo de yungas contaminado por la actividad petrolera. *Revista Científica FCA-UNJu*, 14(2), 28-44.
- Domínguez, E., & Giorgi, A. (2020). Los indicadores biológicos como herramientas de gestión de la calidad del agua. In E. Domínguez, A. Giorgi, N. Gómez (Eds.), *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de la Argentina: bases para el análisis de la integridad ecológica* (pp. 57-72). CABA: Eudeba.
- Erasmus, J. H., Malherbe, W., Zimmermann, S., Lorenz, A. W., Nachev, M., Wepener, V., ... & Smit, N. J. (2020). Metal accumulation in riverine macroinvertebrates from a platinum mining region. *Sci. Total Environ.*
- Gómez, N., Domínguez, E., Rodríguez, Capítulo, A., & Fernández, H. (2020). Los indicadores biológicos. In E. Domínguez, A. Giorgi, N. Gómez (Eds.), *La bioindicación en el monitoreo y evaluación de los sistemas fluviales de la Argentina: bases para el análisis de la integridad ecológica* (pp. 57-72). CABA: Eudeba.
- Hare, L. (1992). Aquatic insects and trace metals: bioavailability, bioaccumulation, and toxicity. *Crit. Rev. Toxicol.*, 22(5-6), 327-369.
- Hongn, F., Montero-López, C., Guzmán, S., & Aramayo, A. (2018). Geología. In *La Puna argentina: naturaleza y cultura* (Vol. 24, Ser. Conservación de la Naturaleza, pp. 13-30). Fundación Miguel Lillo.
- Jamieson, H. (2011). Geochemistry and Mineralogy of Solid Mine Waste: Essential Knowledge for Predicting Environmental Impact. *Elements*, 7(6), 381-386.
- Kirschbaum, A., Murray, J., Arnosio, M., Tonda, R., & Cacciabue, L. (2012). Pasivos ambientales mineros en el noroeste de Argentina: aspectos mineralógicos, geoquímicos y consecuencias ambientales. *RMCG*, 29(1), 248-264.
- Manfrin, J., Schwantes, D., Celso Gonçalves Jr, A., da Paz Schiller, A., Zimmermann, J., de Oliveira, V., ... (2019). Evaluation of benthic macroinvertebrates as indicators of metal pollution in Brazilian rivers. *Int. J. River Basin Manag.*, 19(2).
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Omega.
- Murray, J., Goldberg, J. (2013). ¿Viviendo al límite? Organismos extremófilos en aguas ácidas de la Mina Pan de Azúcar, Jujuy. *Revista de Divulgación Científica del Instituto de Bio y Geociencias*, 3(1), 14-19.
- Murray, J., Kirschbaum, A., Dold, B., Guimaraes, E., Miner, E. (2014). Jarosite

- versus Soluble Iron-Sulfate Formation and Their Role in Acid Mine Drainage Formation at the Pan de Azúcar Mine Tailings (Zn-Pb-Ag), NW Argentina. *Minerals*, 4(2), 477-502.
- Murray, J., Nordstrom, D., Dold, B., Kirschbaum, A. (2021). Seasonal fluctuations and geochemical modeling of acid mine drainage in the semi-arid Puna region: The Pan de Azúcar Pb-Ag-Zn mine, Argentina. *J South Am Earth Sci*, 109.
- Murray, J., Nordstrom, D., Dold, B., Romero Orué, M., Kirschbaum, A. (2019). Origin and geochemistry of arsenic in surface and groundwaters of Los Pozuelos basin, Puna region, Central Andes, Argentina. *Sci. Total Environ.* 697.
- Nieva, N., Borgnino, L., Locati, F., García, M. (2016). Mineralogical control on arsenic release during sediment–water interaction in abandoned mine wastes from the Argentina Puna. *Sci. Total Environ.* 550, 1141-1151.
- Plaza Cazón, J., Benítez, L., Murray, J., Kirschbaum, A., Kirschbaum, P., Donati, E. (2013). Environmental Impact on Soil, Water and Plants from the Abandoned Pan de Azúcar Mine. *Adv Mat Res*, 825, 88-91.
- Plette, A., Nederlof, M., Temminghoff, E., Riemsdijk, W. (1999). Bioavailability of heavy metals in terrestrial and aquatic systems: a quantitative approach. *Environ. Toxicol. Chem.*, 18, 1882-1890.
- Ramos Ramos, O., Rötting, T., French, M., Sracek, O., Bundschuh, J., Quintanilla, J., ... (2014). Geochemical processes controlling mobilization of arsenic and trace elements in shallow aquifers and surface waters in the Antequera and Poopó mining regions, Bolivian Altiplano. *Journal of Hydrology*, 518, 421-433.
- Reid Rata, Y., Malizia, L., Brown, A. (2018). Áreas Protegidas de la Puna. In R. Grau, M. Babot, A. Izquierdo, & A. Grau (Eds.), *La Puna Argentina: naturaleza y cultura* (pp. 465-481). Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- Reis, G., Olayeri, A., Saba, A., Falebita, T., Alonge, F., Abdulkareem, T., ... (2022). Heavy Metals and their Effects on Macroinvertebrates Present in the Ojo River, Lagos, Nigeria. *Asian Journal of Environment & Ecology*, 22-29.
- Repositorio Segemar (2022). REPOSITORIO SEGEMAR. Retrieved from <https://repositorio.segemar.gov.ar/>.
- Sanci, R., Panarello, H., Gozalvez, M. (2020). Environmental isotopes as tracers of mining activities and natural processes: A case study of San Antonio de los Cobres River Basin, Puna Argentina. *Journal of Geochemical Exploration*, 213.
- Santoro, A., Blo, G., Mastrolitti, S., Fagioli, F. (2009). Bioaccumulation of Heavy Metals by Aquatic Macroinvertebrates Along the Basento River in the South of Italy. *Water, Air, and Soil Pollut.*, 201(1-4), 19-31.
- Schwantes, D., Gonçalves Junior, A., Manfrin, J., Campagnolo, M., Zimmermann, J., Conradi Junior, E., ... (2021). Distribution of heavy metals in sediments and their bioaccumulation on benthic macroinvertebrates in a tropical Brazilian watershed. *Ecological Engineering*, 163, 106194.
- Smolders, A. J. P., Lock, R. A. C., Van der Velde, G., Medina Hoyos, R. I., & Roelofs, J. G. M. (2003). Effects of mining activities on heavy metal concentrations in water, sediment, and macroinvertebrates in different reaches of the Pilcomayo River, South America. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 44, 314-323.
- Van Damme, P. A., Hamel, C., Ayala, A., & Bervoets, L. (2008). Macroinvertebrate community response to acid mine drainage in rivers of the High Andes (Bolivia). *Environ. Pollut.*, 156(3), 1061-1068.
- Xu, J., Chen, Y., Zheng, L., Liu, B., Liu, J., Wang, X. (2018). Assessment of Heavy Metal Pollution in the Sediment of the Main Tributaries of Dongting Lake, China. *Water*, 10(8), 1060.

EFFECTOS DE LA ACTIVIDAD PETROLERA Y RESTAURACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DE SELVAS SUBTROPICALES: ESTUDIO DE CASO EN EL PARQUE NACIONAL CALILEGUA

Carranza, Ana Valeria

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47. San Salvador de
Jujuy. Y4600DTA. Jujuy

anavcarranza@fca.unju.edu.ar

Resumen

Las Yungas en una de las áreas de mayor biodiversidad de Argentina. En el Este del Parque Nacional Calilegua, uno de los tres parques nacionales de Argentina que protegen esta provincia biogeográfica, existe desde 1969 una explotación petrolera (Yacimiento Caimancito). El área corresponde a Selva de Transición o Pedemontana, el distrito más afectado por la actividad antrópica. El objetivo del proyecto es determinar el impacto de la actividad petrolera en comunidades vegetales de selvas subtropicales y desarrollar metodologías para restaurar pasiva o activamente la vegetación natural en estas zonas usando como caso de estudio el Parque Nacional Calilegua.

Para ello se realizan censos fitosociológicos alrededor de pozos de petróleo o “sitios” activos e inactivos. En cada sitio se establecen 4 distancias a la perforación, donde se realizan censos en parcelas de faja. Cada sitio tiene un sitio de referencia, en una zona no alterada por la actividad antrópica. Se coleccionan ejemplares de plantas vasculares en estado vegetativo y reproductivo para identificación de las especies. Se analizará la diferencia en la vegetación en sitios activos e inactivos y entre las cuatro distancias, con sus respectivas áreas de referencia para las siguientes variables de respuesta: porcentaje de suelo expuesto, altura máxima de la vegetación, riqueza local de nativas y de no nativas, composición florística.

Posteriormente, sobre la base de las especies encontradas, se seleccionarán 3 especies nativas que crezcan en zonas con derrames (potenciales especies resistentes) y una especie nativa que crezca en zonas sin derrames (potencial especie sensible) y se realizará un ensayo de resistencia in situ mediante el traslado de pan de tierra con plantas de estas especies a zona con derrame. Se evaluará la capacidad de las plantas de resistir el derrame y de cubrir la superficie afectada por derrame durante un año.

Palabras clave: Yungas, petróleo, vegetación, restauración

Eje temático: Conocimiento e innovación

INTRODUCCIÓN

La industria del petróleo altera diversos componentes del ambiente. En la etapa de extracción y producción puede existir contaminación por derrames, manejos inadecuados o descuidos en los pozos, en las plantas de tratamiento y ductos (Bravo 2007). Los materiales derramados pueden ser: crudo, gases asociados, agua de formación o agua de producción (agua de desecho utilizada en las plantas de tratamiento, integrada por agua de formación con hidrocarburos (HC) y gases como SO₂ y SH₂ solubilizados durante el tratamiento y separación del petróleo). Una vez producido el derrame se inician una serie de procesos físico-químicos simultáneos, como evaporación y adsorción de las distintas fracciones de HC, que variarán en su velocidad y resultados según el tipo de petróleo, temperatura, humedad, textura del suelo y cantidad vertida. Todas estas modificaciones en el suelo pueden producir daño o muerte en las plantas, según la tolerancia de las especies.

Ante un derrame de petróleo, las plantas manifiestan daños iniciales como la muerte del follaje y tejidos debidos a la salinidad y a los HC del petróleo (Baker 1970) y a toxicidad por el azufre y exceso de manganeso producido durante la descomposición de los HC (TPHCWG 1998). Se ha reportado la disminución en el crecimiento debido a diversos efectos indirectos de los HC (Plice 1949, Powell 1997, Baker 1970). Todo esto varía según la tolerancia de las plantas y sus mecanismos de recuperación. Ante contaminación con HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos), algunas especies exhiben síntomas visuales de estrés (clorosis, amarillamiento), disminución del crecimiento, deformaciones y bioacumulación de HAP (Meudec *et al.* 2007) o necrosis y muerte (Powel 1997, Toledo 1988), mientras que otras permanecen relativamente exuberantes y vigorosas (Freedman 1989, Mills *et al.* 2003, Rivera-Cruz y Trujillo-Narcía 2004). La germinación puede inhibirse, o en algunas

especies aumenta con mayores concentraciones de petróleo, pero se reduce el crecimiento, biomasa y número de nódulos radicales (Powel 1997). La diversidad vegetal puede ser mayor en suelos contaminados pero la producción de biomasa se reduce hasta un 50% con respecto a los suelos con menos HC. En general, la comunidad vegetal responde a la contaminación con un cambio en la composición de especies (García-López *et al.* 2006).

La resistencia diferencial de las plantas a los hidrocarburos puede ser aprovechada para seleccionar bioindicadores de la calidad del suelo (Chaîneau *et al.* 1997, Schwab y Banks 1999, Peña-Castro *et al.* 2006), y para detectar especies susceptibles de ser usadas para fitorremediación.

En Sudamérica, los yacimientos terrestres de petróleo se encuentran sobre la ladera oriental de la Cordillera de Los Andes desde Venezuela a Argentina (NOA y Neuquén), en Guyanas y en la meseta patagónica de Chubut, Santa Cruz y parte de Tierra del Fuego (EIA 2015). El área oriental de los Andes coincide con el desarrollo de la provincia biogeográfica de Las Yungas (Cabrera y Willink 1980). Esta región es una de las de mayor biodiversidad del planeta (Kappelle y Brown 2001).

Las Yungas fueron sometidas a diversas presiones por el hombre: reemplazo por monocultivos, extracción de maderas de alto valor, pastoreo, incendios. Esto provocó la reducción de su superficie, el empobrecimiento de su diversidad y la invasión de especies introducidas. En relación a la exploración y producción petrolera, el área de las Yungas también sufrió su impacto a partir de la década de 1920. El distrito de la Selva de Transición o Pedemontana es el que ha sufrido un mayor impacto por las distintas actividades tanto en la superficie ocupada como en los valores de diversidad y estructura (Del Castillo *et al.* 2000, Ianni y Geneletti 2010).

No se encontraron en revisiones preliminares estudios publicados en revistas

científicas sobre el impacto de la actividad petrolera en el área de las Yungas, por lo que se desconoce la medida y forma en que influye en este ecosistema, estando sólo registrada en informes técnicos ambientales (Miranda y Restrepo 2005, Bravo 2007). La mayoría de los estudios sobre contaminación de ambientes terrestres con petróleo se han realizado en zonas costeras, sobre todo manglares (Ke *et al.* 2002, Youssef 2002, García-López *et al.* 2006, Olguín *et al.* 2007, Euliss *et al.* 2008) y sobre la base de experimentos de laboratorio, fundamentalmente en el área de Bioremediación (Kirk *et al.* 2005, Labud *et al.* 2007, Meudec *et al.* 2007). Los estudios sobre especies de plantas nativas susceptibles de ser usadas como bioindicadores o para la fitorremediación son escasos en Sudamérica, localizados en áreas amazónicas, paranaenses y páramos en Brasil, Venezuela y Ecuador (Merkl *et al.* 2004, 2005, Lopes *et al.* 2009, Maranhó *et al.* 2009, Bona *et al.* 2011 a,b, Inckot *et al.* 2011, Villacís *et al.* 2016).

En la zona Este del Parque Nacional Calilegua (PN Calilegua), uno de los tres parques nacionales de Argentina que protegen la provincia de las Yungas, existe desde 1969 una explotación petrolera. Si bien esta actividad dentro de las áreas protegidas está prohibida por la ley de Parques Nacionales, al crearse el parque en 1979 el yacimiento permaneció activo, pues se consideraba que la explotación estaba próxima a extinguirse. En 1992 fue privatizado, pasando hasta el presente por distintas administraciones. En diciembre de 2015 se promulgó la ley provincial n° 5889 que declara el cierre de la explotación en el parque, la cual se encuentra en reglamentación, permaneciendo el yacimiento activo. Este parque es el único con una superficie considerable de Selva de Transición.

La presencia de la explotación petrolera en el PN Calilegua conlleva a impactos por contaminación y por actividades de mantenimiento de los pozos, instalaciones y caminos (APN 2008). El 60% de los pozos

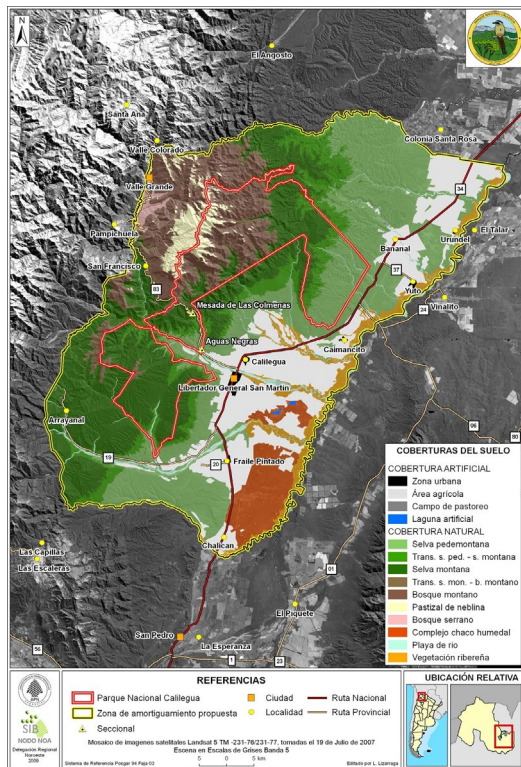
perforados no están en producción y fueron abandonados sin ningún tratamiento de sellado hace más de 30 años. Los pozos activos presentan periódicamente derrames accidentales o por mala práctica. Los impactos influyen tanto sobre el área protegida como aguas abajo de los arroyos que atraviesan la zona o nacen en ella, que proveen del agua a las poblaciones de Caimancito, Yuto, Bananal y desaguan en el Río San Francisco, afluente del Río Bermejo. Las actividades de mantenimiento, implican un constante movimiento de vehículos, maquinarias e ingreso de materiales, lo cual es una fuente de impacto fundamentalmente en relación al ingreso de especies introducidas (Lockwood *et al.* 2005, Brancatelli y Zalba 2018) que pueden ser actual o potencialmente invasoras. Las especies invasoras son consideradas como una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, cambios ambientales y pérdidas económicas (Pysek y Richardson 2010, Early *et al.* 2016). Particularmente en relación a áreas protegidas el manejo y control de especies introducidas es una tarea prioritaria de gestión (APN 2007).

El objetivo del proyecto es determinar el impacto de la actividad petrolera en comunidades vegetales de Selvas Subtropicales y desarrollar metodologías para restaurar pasiva o activamente la vegetación natural en estas zonas.

MATERIALES Y MÉTODOS

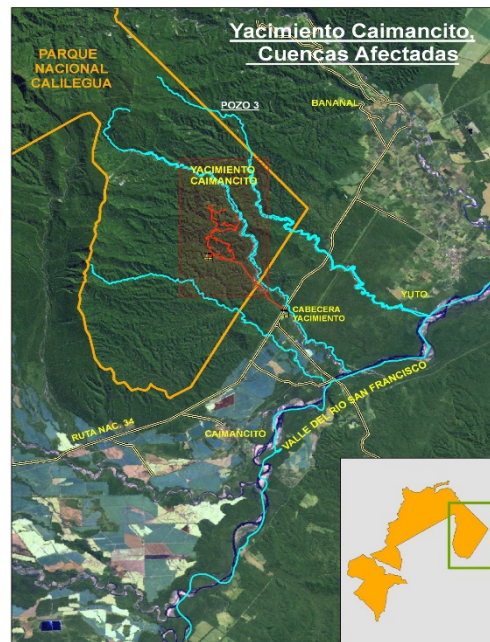
Área de estudio.

El estudio se realiza en el Yacimiento Caimancito, ubicado en el Sector Este del PN Calilegua, departamento Ledesma, provincia de Jujuy (23° 38' lat S, 64° 35' long O) (mapas 1 y 2). El yacimiento está actualmente bajo control de la empresa provincial Jujuy Hidrocarburos S.A.U., con una superficie de 5.000 ha. En este sector nacen cuatro arroyos que desaguan en el Río San Francisco: Yuto, Sauzalito, Zanjón Seco y Las Lajitas. La vegetación corresponde a Selva de Transición o Pedemontana (Lizárraga 2009).



Mapa 1: Parque Nacional Calilegua: ubicación y vegetación. (fuente: Lizárraga, 2009)

El número total de pozos perforados en el yacimiento es de 34, de los cuales 12 se encuentran en actividad. Todas las perforaciones fueron hechas por YPF, entre 1969 y 1972. Los pozos se encuentran dispersos en el terreno y los efluentes son transportados mediante caños de hierro a la planta de tratamiento (“Baterías”) ubicada aproximadamente en el centro del área, donde se separan los componentes. Los productos (petróleo y gas) son llevados mediante otros caños a la planta de almacenamiento ubicada fuera del parque (“Cabecera”), sobre la Ruta Nacional 34, desde donde son trasladados en camiones a destilerías en otras provincias. El agua de formación y de producción se inyecta en profundidad mediante un pozo de inyección.



Mapa 2: Yacimiento Caimancito dentro del PN Calilegua y arroyos afectados. (fuente: APN, informe “Actividad petrolera en el PN Calilegua”, 2008)

Metodología.

1- Revisión bibliográfica Se realiza una revisión sistemática de la literatura (Pickering y Byrne 2014, Pickering *et al.* 2015), en relación al estado de conocimiento de los impactos de la actividad petrolera y metodologías de restauración en Selvas Tropicales y Subtropicales. Sobre la base de la bibliografía obtenida se realizará un resumen a modo de capítulo introductorio y se señalarán de una forma cuantitativa las regiones y temas menos estudiados.

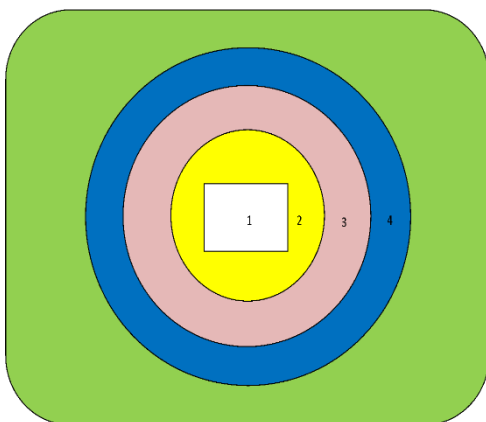
2- Recolección de datos sobre derrames y otros eventos generados por la actividad petrolera o por otra actividad humana: Se recabará información sobre derrames, localización de antiguos caminos, ocurrencia de incendios, etc. con que cuenta el Parque. Se sistematizará la información en planillas y mapas. Se solicitará a la empresa controladora la información del tipo y composición del petróleo que se extrae en el yacimiento.

3- Estudio observacional

3.a- Diseño del muestreo: Se evalúan dos situaciones o “tratamientos” (1) pozos con actividad de extracción petrolera hasta el presente (“sitios activos”), (2) pozos con influencia pasada de la actividad petrolera pero inactivos actualmente (“sitios inactivos”). Cada sitio tiene un sitio de referencia, con iguales condiciones de altitud y exposición pero a una distancia mayor a 200 m de los pozos o caminos y en situación en que la actividad petrolera no haya influenciado.

Cada tratamiento será replicado 9 veces (18 sitios en total). La selección de los sitios a muestrear será asistida por la información recabada en el punto 2. En cada sitio se establecen 4 distancias a la perforación central según esquema (fig. 1), donde se realizan dos parcelas en cada una: la distancia 1 cubre la plataforma cementada que rodea la perforación de los pozos. Las distancias 2 a 4 cubren los anillos concéntricos que rodean esta plataforma con un tamaño aproximado de 20 m de ancho cada anillo. Esta zonificación se realizó sobre la base de observaciones previas y dichos anillos corresponden a fisonomías distintas en las situaciones de los pozos activos e inactivos.

Figura 1: zonificación de cada pozo



En cada distancia se definen las unidades fisonómicas que la forman en función a: estratos presentes, altura y relación de cobertura de los mismos. Se consideran cuatro estratos de plantas vasculares: hierbas, arbustos, trepadoras y árboles. El muestreo se realiza en parcelas cuyo tamaño se establece siguiendo el método de la estimación del área mínima mediante la realización de la curva especie/área (Matteucci y Colma 1982). Se establece el tamaño de las parcelas para cada tipo fisonómico de vegetación y para cada estrato. En el caso de los árboles se discriminan tres estados: *-adultos*: individuos con DAP (diámetro a la altura del pecho) igual o mayor a 10 cm; *-latizales*: individuos con DAP entre 2 y 10 cm; *-brinzales* individuos de más de 30 cm de altura y menos de 2 cm de DAP.

Censos: En cada parcela se evalúa: pendiente, exposición, incidencia del sol, presencia de derrame observable a simple vista, tipo de suelo, altura máxima alcanzada por la vegetación (moda), proporción del suelo sin cobertura vegetal, hojarasca, y se realizará el censo florístico completo, registrando todas las especies de plantas vasculares encontradas y su cobertura. En el caso de las trepadoras se estima sólo la cobertura general del estrato, no discriminando por especie.

3.b- Colección, herborización y procesamiento de plantas vasculares encontradas.

Se coleccionan en cada viaje al Parque, independientemente de la realización de los censos, ejemplares de plantas vasculares que se encuentran en estado reproductivo, los que constituyen el material de referencia. Los ejemplares originales quedarán depositados en el Herbario JUA y los duplicados se canjearán con Instituciones Botánicas a las que está vinculado este Herbario. En los censos se coleccionan ejemplares o fragmentos de todas las especies encontradas, ya sea en estado reproductivo o vegetativo (ejemplares testigo).

4- Identificación de especies: se identifican los ejemplares coleccionados mediante metodología habitual y consulta de ejemplares de ubicación taxonómica dudosa a especialistas. Se identifican las especies encontradas en los censos mediante la comparación de los ejemplares testigos con el material de referencia.

5. Estudio experimental

Sobre la base de los censos realizados en el punto 3a en las distancias 1 y 2, se seleccionarán las tres especies nativas con mayor frecuencia y cobertura en zonas con derrames (potenciales especies resistentes) y una especie nativa con mayor frecuencia y cobertura en zonas sin derrames (potencial especie sensible).

Se seleccionarán cinco sitios activos donde se reporte que se producen derrames frecuentemente. Se delimitará en cada sitio un área para establecer el ensayo en una zona de derrame y otra área en zona sin derrame (zona control). Cada área se marcará con estacas de hierro para preservar de las actividades de mantenimiento y tránsito de los operarios de la empresa. En cada área se marcarán parcelas circulares de 30 cm de diámetro (superficie 706,5 cm²) y se producirán las siguientes situaciones: **a- parcela con especie nativa sensible:** se trasladará el pan de tierra de una zona sin derrame con 80 a 100 % de cobertura de la especie, **b- parcela con especies nativas resistentes:** se trasladará un pan de tierra de sitio con derrame antiguo que tenga 80 a 100 % de cobertura de especies nativas resistentes (una por cada especie), **c- control 1:** se sacará el pan de tierra y se colocará en el mismo lugar a fin de evaluar el disturbio provocado por la remoción y **d- control 2:** parcela marcada sin remoción. Estos dos controles se realizarán en parches donde domine claramente una sola especie y en lo posible alguna de las cuatro utilizadas para el ensayo. Se regará por una vez inmediatamente realizado el tratamiento.

En cada parcela y el área circundante en 1 anillo de 20 cm (total de superficie de 3846,5 cm², lo que corresponde a un aumento en la

superficie de 5,4 veces), se registrará semanalmente hasta que se establezca la mortalidad y luego mensualmente durante un año: cobertura en cm por especie, y altura por especie. El registro de cobertura se realizará mediante una grilla del tamaño del área a medir demarcada cada 1 cm².

RESULTADOS

El trabajo se encuentra en pleno desarrollo, habiendo realizado la revisión bibliográfica y comenzado el análisis de la información obtenida. También se realizaron censos de pozos activos y de algunos pozos inactivos. Se están identificando los ejemplares coleccionados, habiendo completado algunas familias como ser Fabáceas, Asteráceas, Solanáceas. En este aspecto se realizó la publicación de un trabajo sobre Fabáceas (Carranza *et al.* 2020) y presentación sobre Asteráceas en Jornadas de Botánica (Carranza *et al.* 2021)

REFERENCIAS

- APN (2007). Lineamientos Estratégicos para el Manejo de Especies Exóticas en la APN. Administración De Parques Nacionales. Buenos Aires, Argentina.
- APN (2008). Informe “Actividad petrolera en el PN Calilegua”. ADMINISTRACIÓN DE PARQUES NACIONALES. Calilegua, Jujuy, Argentina.
- Baker, J. (1970). The effects of oils on plants. *Environ. Pollut.*: 27–44.
- Bona, C.; Bardelli da Silva, M. Y.; Rezende, I. M. de; Oliveira Santos, G. de; Souza, L. A. de; Inckot, R. C. (2011, a). Efeito do solo contaminado com óleo diesel na estrutura da raiz e da folha de plântulas de *Sebastiania commersoniana* (Euphorbiaceae) e *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae). *Acta Bot. Bras.* 25: 277–285.
- Bona, C.; Rezende, I. M. de; Oliveira Santos, G. de; Souza, L. A. de (2011, b). Effect of soil contaminated by diesel oil on the germination of seeds and the growth of *Schinus terebinthifolius* Raddi

(Anacardiaceae) Seedlings. *Braz. arch. biol. technol.* 54: 1379–1387.

- Brancatelli, G.; Zalba, S. (2018). Vector analysis: a tool for preventing the introduction of invasive alien species into protected areas. *NC* 24: 43–63.

- Bravo, E. (2007). Impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad. *Acción Ecológica* 23.

- Cabrera, A. L.; Willink, A. (1980). Biogeografía de América Latina. 2. ed., corr. Washington, D. C.: Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (Monografía. Serie de biología, no. 13).

- Carranza, A. V., L. H. Armella & Á. E. Zenón. (2020). Fabaceae del distrito inferior de las Yungas (Selva Pedemontana) de la provincia de Jujuy (Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 55: 587-604.

- Carranza, A. V., San Martín, S., Armella, L. H., Rotman, A. D., Ahumada, O. H., Benitez, E., Torrejón, J., Zenón, A., Goyechea, F. Llanes, F. (2021). Asteraceae de la Selva de Transición de las Yungas de Jujuy en zona con actividad petrolera. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 56 (Supl.): 234.

- Chaîneau, C. H.; Morel, J. L.; Oudot, J. (1997). Phytotoxicity and Plant Uptake of Fuel Oil Hydrocarbons. *J. environ. qual.* 26: 1478–1483.

- Del Castillo, E. M.; Zapater, M. A.; Gil, M. N.; Tarnowski, C. G. (2000). Selva de Yungas del Noroeste Argentino (Jujuy, Salta, Tucumán): Recuperación ambiental y productiva. Lineamientos Silvícolas y Económicos para un Desarrollo Forestal Sustentable. INTA- Estación Experimental de Cultivos Tropicales. Yuto, Jujuy, Argentina.

- Early, R.; Bradley, B. A.; Dukes, J. S.; Lawler, J. J.; Olden, J. D.; Blumenthal, D. (2016). Global threats from invasive alien species in the twenty-first century and

national response capacities. *Nature communications* 7: 12485.

- EIA (2015). Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources. Argentina-Brasil-Northern South America, Other South America. edit. por U. S. Department of Energy. U. S. Energy Information Administration. Washington DC. www.eia.gov.

- Euliss, K.; Ho, C.-H.; Schwab, A. P.; Rock, S.; Banks, M. K. (2008). Greenhouse and field assessment of phytoremediation for petroleum contaminants in a riparian zone. *Bioresource technology* 99: 1961–1971.

- Freedman, B. (1989). Environmental Ecology. The Impacts of Pollution and Other Stresses on Ecosystem Structure and Function. San Diego: Academic Press.

- García-López, E.; Zavala-Cruz, J.; Palma-López, D. J. (2006). Caracterización de las comunidades vegetales en un área afectada por derrames de hidrocarburos. *TERRA Latinoamericana* 24: 17–26.

- Ianni, E.; Geneletti, D. (2010). Applying the ecosystem approach to select priority areas for forest landscape restoration in the Yungas, Northwestern Argentina. *Environmental management* 46: 748–760.

- Inckot, R. C.; Oliveira Santos, G. de; Souza, L.A. de; Bona, C. (2011). Germination and development of *Mimosa pilulifera* in petroleum-contaminated soil and bioremediated soil. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 206: 261–266.

- Kappelle, M.; Brown, A. D. (2001). Bosques nublados del neotrópico. 1. ed. FUA, Comité Holandés, Unión Mundial para la Naturaleza, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de la Biodiversidad.

- Ke, L.; Wong, Teresa W.Y; Wong, Y.S; Tam, Nora F.Y (2002). Fate of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contamination in a mangrove swamp in Hong Kong following an oil spill. *Marine Pollution*

Bulletin 45: 339–347.

- Kirk, J. L.; Kironomos, J.N.; Lee, H.; Trevors, J. T. (2005). The effects of perennial ryegrass and alfalfa on microbial abundance and diversity in petroleum contaminated soil. *Environmental pollution* 133: 455–465.
- Labud, V.; García, C.; Hernández, T. (2007). Effect of hydrocarbon pollution on the microbial properties of a sandy and a clay soil. *Chemosphere* 66: 1863–1871.
- Lizárraga, L. (2009). Cobertura de suelo de PN Calilegua y zonas aledañas. Salta, Argentina: SIB Nodo NOA. APN.
- Lockwood, J. L.; Cassey, P.; Blackburn, T. (2005). The role of propagule pressure in explaining species invasions. *Trends in ecology & evolution* 20: 223–228.
- Lopes, A.; Da Rosa-Osman, S. M.I.; Piedade, M. T. (2009). Effects of crude oil on survival, morphology, and anatomy of two aquatic macrophytes from the Amazon floodplains. *Hydrobiologia* 636: 295–305.
- Maranhão, L. T.; Dziejczak, M.; Muñoz, G. I. B.; Kuniyoshi, Y. S.; Galvão, F. (2009). Effects of the pollution by petroleum on the tracheids along the stem of *Podocarpus lambertii* Klotzsch ex Endl., Podocarpaceae. *Brazilian journal of biology* 69: 263–269.
- Matteucci, S. D.; Colma, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. 1 ed.: The General Secretariat of the Organization of American States (Biología, 23).
- Merkl, N.; Schultze-Kraft, R.; Infante, C. (2004). Phytoremediation in the Tropics—The Effect of Crude Oil on the Growth of Tropical Plants. *Bioremediation Journal* 8: 177–184.
- Merkl, N.; Schultze-Kraft, R.; Infante, C. (2005). Assessment Of Tropical Grasses And Legumes For Phytoremediation Of Petroleum-Contaminated Soils. *Water Air Soil Pollut* 165: 195–209.
- Meudec, A.; Poupart, N.; Dussauze, J.; Deslandes, E. (2007). Relationship between heavy fuel oil phytotoxicity and polycyclic aromatic hydrocarbon contamination in *Salicornia fragilis*. *The Science of the total environment* 381: 146–156.
- Mills, M. A.; Bonner, J. S.; McDonald, T. J.; Page, C. A.; Autenrieth, R. L. (2003). Intrinsic bioremediation of a petroleum-impacted wetland. *Marine Pollution Bulletin* 46: 887–899.
- Miranda, D.; Restrepo, R. (2005). Los derrames de petróleo en ecosistemas tropicales. Impactos, consecuencias y prevención. La experiencia de Colombia. International Oil Spill Conference Proceedings, may 2005.
- Olgún, E. J.; Hernandez, M. E.; Sanchez-Galván, G. (2007). Contaminación de manglares por hidrocarburos y estrategias de biorremediación, fitorremediación y restauración. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 23: 139–154.
- Peña-Castro, J. M.; Barrera-Figueroa, B. E.; Ruiz-Medrano, R. (2006). Bases moleculares de la fitorremediación de hidrocarburos totales del petróleo. *TERRA Latinoamericana* 24: 529–539.
- Pickering, C.; Byrne, J. (2014). The benefits of publishing systematic quantitative literature reviews for PhD candidates and other early-career researchers. *Higher Education Research & Development* 33: 534–548.
- Pickering, C.; Grignon, J.; Steven, R.; Guitart, D.; Byrne, J. (2015). Publishing not perishing: how research students transition from novice to knowledgeable using systematic quantitative literature reviews. *Studies in Higher Education* 40: 1756–1769.
- Plice, M. J. (1949). Some Effects of Crude Petroleum on Soil Fertility. *Soil Science Society of America Journal* 13: 413–416.
- Powell, R. (1997). The use of plants as "field" biomonitors. En: Wang W, Gorsuch J Wang W, Gorsuch J, Hughes J (eds.) *Plants for Environmental Studies*.

- Pyšek, P.; Richardson, D. M. (2010). Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 35: 25–55.
- Rivera-Cruz, M.C.; Trujillo-Narcía, A. (2004). Estudio de toxicidad vegetal en suelos con petróleo nuevo e intemperizado. *Interciencia* 29: 369-376
- Schwab, P.; Banks, K. (1999). Phytoremediation of Petroleum-Contaminated Soils. En: D. C. Adriano, J.-M. Bollag, W. T. Frankenberger y R. C. Sims (eds.): *Bioremediation of Contaminated Soils*. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America (Agronomy Monographs): 783–795.
- Toledo, A. (1988). *Energía, ambiente y desarrollo*. Centro de Ecodesarrollo-Medioambiente en Coatzacoalcos, Tomo 15. México DF.
- TPHCWG (1998). Development of fraction specific reference doses (RfDs) and reference concentrations (RfCs) for total petroleum hydrocarbons (TPH). Amherst Scientific Publishers. Amherst, MA (Total petroleum hydrocarbon criteria working group series 4).
- Villacís1, J.; Casanoves, F.; Hang, S.; Keesstra, S.; Armas, C. (2016). Selection of forest species for the rehabilitation of disturbed soils in oil fields in the Ecuadorian Amazon. *The Science of the total environment* 566-567: 761–770.
- Youssef, T. (2002). Physiological responses of *Avicennia marina* seedlings to the phytotoxic effects of the water-soluble fraction of light Arabian crude oil. *The Environmentalist* 22: 149–159.

ASOCIACIÓN ENTRE CALIDAD DE VIDA PERCIBIDA Y GRADIENTE ALTITUDINAL EN ECORREGIONES DE JUJUY, ARGENTINA, ALREDEDOR DEL SOLSTICIO INVERNAL 2022, DE APLICACIÓN EN ESTUDIOS CRONOBIOLOGICOS

GONZÁLEZ POMA, Emanuel C. ^{1,2}; HERNÁNDEZ, Nancy E. ^{1,2,3}

(1) Instituto de Estudios Celulares, Genéticos y Moleculares (ICeGeM-UNJu). Av. Bolivia 1269. S. S. de Jujuy.

(2) Facultad de Ciencias Agrarias-UNJu. Alberdi 47. S. S. de Jujuy.

(3) INECO-CONICET-UNJu. Gorriti 237. S. S. de Jujuy.

E-mail: emanuelcgonzalez@fca.unju.edu.ar , emanuelgonzalezpoma@icegem.unju.edu.ar

Resumen

La provincia de Jujuy tiene cuatro ecorregiones diferenciadas debido al gradiente altitudinal y topográfico, cuya cota tiene un rango aproximado de 400-6000 msnm, generando una variedad de ambientes a los que están expuestas las poblaciones humanas distribuidas en ella. **Objetivo:** Estudiar la asociación entre la variable altitudinal con la calidad de vida subjetiva, a tres de las poblaciones más representativas de las ecorregiones superiores en la estación invernal (2021-2022), hipotetizando que la altura influye en la percepción de bienestar de las personas. **Metodología:** se estudiaron 70 individuos de cronotipo neutro, generándose un perfil tetradimensional (salud física, salud mental, relaciones sociales y ambiente) y 2 ítems sobre la percepción de la calidad de vida y salud personal, mediante el cuestionario estandarizado WHOQOL-BREF (W-B) por mostrar poder psicométrico en investigaciones previas. **Análisis estadísticos:** correlación simple y regresión lineal. **Resultados:** El análisis estadístico, mostró una clara asociación entre las variables analizadas (asnm y promedio de los valores W-F, calidad de vida percibida), obteniéndose guarismos para el coeficiente de correlación lineal simple de Pearson=-0,977, y lo propio para el coeficiente de determinación (R^2)=0,955. La tendencia para el perfil tetradimensional obtenido a partir del resto de las variables estudiadas acompaña a estos resultados, ajustándose a lo esperado, **Conclusión:** existe una marcada asociación con el perfil altitudinal. Los datos de la estación verano próximo completarán este estudio cronobiológico.

Palabras clave: Cronobiología, Calidad de Vida, Ecorregiones, Ambiente, Provincia de Jujuy

Eje temático 5: Salud y Bienestar

INTRODUCCIÓN

La provincia de Jujuy, ubicada en el noroeste de Argentina, tiene ecorregiones diferenciadas. La denominación y clasificación de éstas varía según el autor y el objeto para lo cual se consideren. A los efectos del presente se tomarán, a gran escala, a cuatro de sus

ecorregiones más características: Puna, Quebrada, Yungas y Ramal. Éstas últimas suelen agruparse como “Valles”, debido a su topografía, y la transición entre las primeras (Quebrada y Puna) puede encontrarse como “Prepuna”, siendo importante destacar la biodiversidad de las ecorregiones por su

relación entre vegetación (biodiversidad en general) y clima, de influencia mutua, determinando los tipos de ambientes en los cuales se encuentran acentadas las poblaciones humanas, formando redes de interacción complejas.

En cuanto a los Valles de la provincia de Jujuy, entendemos a éstos a los constituidos principalmente por las ecorregiones de Chaco y Yungas.

La provincia de Jujuy cuenta con una porción de la ecorregión del Chaco, que forma parte del Gran Chaco. Es importante destacar que la ecorregión del Chaco en la provincia de Jujuy es solo una pequeña porción de esta vasta región que se extiende por varios países de América del Sur, como Argentina, Paraguay, Bolivia y Brasil. En cuanto a Jujuy, esta ecorregión abarca gran parte de la zona Este de la provincia, cuya clasificación, a su vez, deriva en Chaco Árido, Chaco Semiárido y Chaco Serrano, en aumento del gradiente altitudinal y cercanía a áreas accidentadas en términos topográficos, respectivamente, definiendo declives de humedad. A grandes rasgos, el Chaco jujeño es una región semiarida caracterizada por su vegetación de bosques xerófilos y sabanas, caracterizado por la presencia de elementos forestales como el quebracho blanco, el quebracho colorado y el algarrobo, entre otros. También se encuentran numerosas especies de cactáceas y arbustos espinosos. Esta ecorregión alberga una variada fauna, con una elevada riqueza específica en general. Sin embargo, la ecorregión del Chaco en Jujuy ha sido ampliamente afectada por la deforestación, la expansión de la frontera agrícola y la urbanización. Estas actividades humanas han generado importantes impactos ambientales y han puesto en peligro la biodiversidad de la región, modificando las condiciones climáticas en la zona.

En cuanto a la ecorregión de Yungas, en la provincia de Jujuy, esta se extiende por las sierras subandinas y las laderas orientales de estos montes.

La ecorregión de Yungas en Jujuy se caracteriza por ser una zona de transición entre la Selva Amazónica y los bosques secos de las zonas áridas. Esto resulta en una gran diversidad de especies vegetales y animales,

que se adaptan y modifican a los diferentes microclimas presentes en la región.

La vegetación de la ecorregión de Yungas en Jujuy es exuberante y cuenta con una gran variedad de árboles, lianas y epífitas, subclasificándose en Selva Pedemontana (“pié de monte”), Selva Montana, Bosque Montano y Pastizales de Altura, con una cota respectiva cuyo rango apriximado oscila entre los 500-3000 msnm. Ello resulta en causa y efecto de microclimas que definen a unas de las zonas más favorables para la Biodiversidad (conteniendo uno de los valores de Riquezas más altas del país), en cuyos ambientes también se ven distribuídas las poblaciones humanas.

La ecorregión de quebrada se caracteriza por su relieve montañoso con una serie de valles profundos conocidos como quebradas. Estas quebradas son resultado de la erosión causada por ríos y arroyos a lo largo de miles de años. El clima de esta ecorregión es árido y semiárido, con temperaturas altas durante el día y bajas durante la noche.

En la ecorregión de quebrada se encuentra la famosa Quebrada de Humahuaca, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Esta quebrada es conocida por sus paisajes pintorescos, sus pueblos coloniales y su rica historia cultural. Es un lugar de gran belleza natural y cultural, que atrae a turistas de todo el mundo. Ello determinó, conjuntamente con la declaración de la UNESACO, un marcado aumento en su demografía, impactando en cambios sobre el uso del suelo y, consecuentemente, el clima y ambiente general con el que interactúan los poblados.

La ecorregión conocida como la Puna es una región de altiplanos y de alta montaña que se encuentra en Argentina, pero también se extiende por partes de Bolivia y Chile, abarcando el punto tripartito en Jujuy. Además, esta ecorregión representa 2/3 partes de la superficie provincial. No obstante, es la zona menos poblada en términos absolutos, denotando unas de las densidades poblacionales más bajas del país, debido a las condiciones climáticas que presenta.

Esta ecorregión se caracteriza por su clima frío y seco, con temperaturas extremas que varían desde el calor en el día hasta el frío intenso durante la noche, siendo unas de las regiones

com mayor amplitud térmica del país. La altitud promedio de la Puna en la provincia de Jujuy es de alrededor de 3.500 metros sobre el nivel del mar.

La vegetación en la ecorregión de Puna está adaptada a las duras condiciones climáticas. Predominan las gramíneas, los arbustos y las plantas suculentas, como los cactus. En las zonas más altas, la vegetación es escasa y algunos sectores están cubiertos por extensos salares.

La fauna de la ecorregión de Puna es diversa y adaptada a los niveles bajos de oxígeno y las temperaturas extremas, lo que, en parte, debieron hacer también las poblaciones humanas, presentando poligloburia y aspectos culturales que se relacionan al modo de vida en ese tipo de ambiente.

Estas ecorregiones son debidas, en gran parte, al gradiente altitudinal y topográfico de la provincia, siendo que en una superficie relativamente pequeña se observa una cota con un rango altitudinal aproximado de 400-6000 msnm. Ello genera una variedad de ambientes a los que están expuestas las poblaciones humanas distribuidas en ella, resultando interesante estudiar la relación que guarda el ambiente en términos generales con la calidad de vida de las personas residentes, para lo cual se establece el siguiente como objetivo el estudiar la asociación entre la variable altitudinal con la calidad de vida subjetiva de las personas, distribuidas en tres de las poblaciones más representativas de las ecorregiones superiores en la estación invernal (2022), hipotetizando que la altura influye en la percepción de bienestar de las personas.

MATERIALES Y MÉTODOS

A los efectos de llevar adelante el objetivo planteado, se estudiaron 70 individuos (voluntarios) que habitaban diferentes puntos de la provincia de Jujuy, con núcleos en: San Pedro: Ecorregión del Ramal, aprox. 500 msnm; San Salvador de Jujuy: Ecorregión de Yungas, aprox. 1300 msnm (tomando a las Localidades de San Pedro y San Salvador de Jujuy como núcleo de Valles, dada su proximidad en cuanto a la cota); Maimará: Ecorregión de Quebrada, aprox. 2400 msnm y Humahuaca: Ecorregión Prepuna-Puna, aprox. 3000 msnm.



Figura 1. Imagen Satelital (Google Earth) de la provincia de Jujuy situando las zonas núcleo del estudio.

En dichas poblaciones se analizaron personas de ambos sexos comprendidas entre los 18 y 50 años de edad, a efectos de ser comparables fisiológica y socialmente. Asimismo, se consideró como criterio de inclusión a aquellas con cronotipo neutro, excluyendo a las personas con cronotipos alondras y búhos.

Para medir la calidad de vida percibida se utilizó el cuestionario estandarizado WHOQOL-BREF (W-B), por mostrar poder psicométrico en investigaciones previas, en la estación invernal 2022. El mismo incluye 26 preguntas: 2 preguntas generales sobre calidad de vida y satisfacción general, y 24 preguntas agrupadas en cuatro áreas: salud física, salud psicológica, relaciones sociales y ambiente físico.

Cuatro dimensiones: salud física, aspectos psicológicos, relaciones sociales y ambiente

SALUD FISICA Dolor Dependencia de medicinas Energía para la vida diaria Movilidad Sueños y descanso Actividad de la vida diaria Capacidad de trabajo
PSICOLOGICA Sentimientos positivos Espiritualidad, aprendizaje, memoria, concentración Imagen corporal Autoestima Sentimiento negativo
RELACIONES SOCIALES Relaciones personales Actividad sexual Apoyo social
AMBIENTE Libertad y seguridad Ambiente físicos Recursos económicos Oportunidad de información Ocio y descansos Hogar Atención sanitaria/ social Transporte

Figura 2. Aspectos considerados agrupados en las tetradimensiones del cuestionario W-B.

Cada esfera se evalúa de manera independiente. Puntuaciones mayores indican mejor calidad de vida.

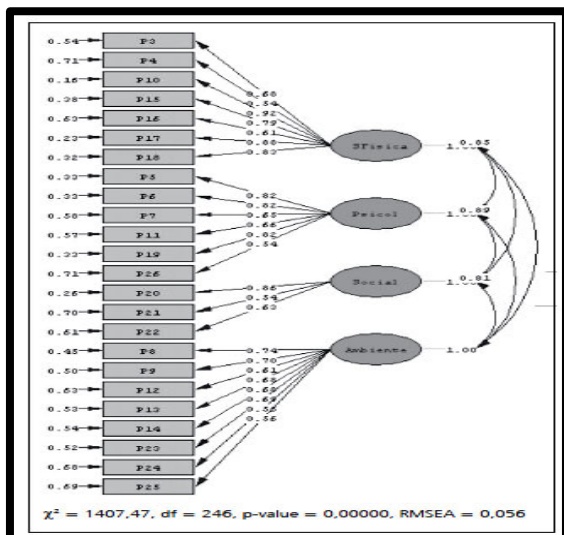


Figura 3. Valoración por esferas en las tetradimensiones del cuestionario W-B.

Las escalas de respuesta son de tipo Likert, con 5 opciones de contestación. La OMS acepta como valores saludables aquellos individuos

que se encuentran por encima del 60% del puntaje total.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La edad media de las personas estudiadas fue (sin decimales) de 27 años, con un Desvío Estándar de 8 años, y un Coeficiente de Variabilidad de 30,16%, lo que indica datos uniformes en cuando a esta variable, por lo que resultan ser comparables fisiológica y socialmente.

En cuanto al perfil altitudinal, este se mostró escalonado para las zonas núcleo estudiadas.

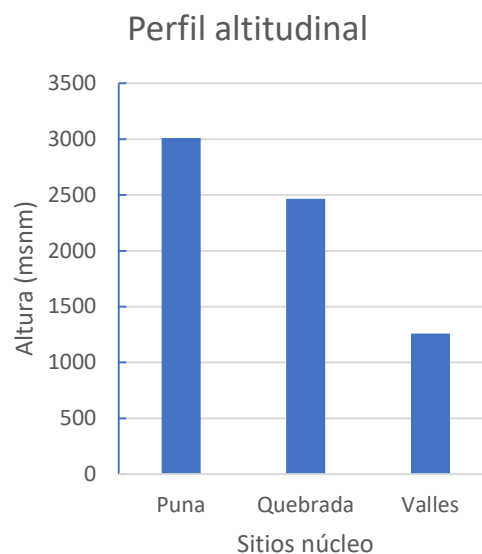


Figura 4. Perfil altitudinal de las zonas núcleo estudiadas.

De igual manera, se obtuvieron resultados similares para las medias de los valores W-B.

Valores Promedio W-B

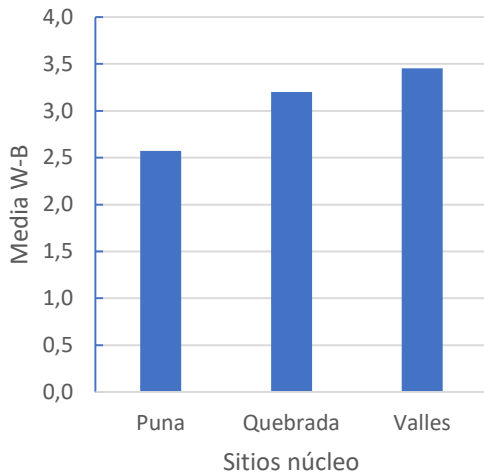


Figura 5. Valores medios obtenidos para el cuestionario W-B según los núcleos estudiados.

El análisis estadístico, mostró una clara asociación entre las variables analizadas (asnm y promedio de los valores W-F, calidad de vida percibida), obteniéndose guarismos para el coeficiente de correlación lineal simple de Pearson=-0,977, y lo propio para el coeficiente de determinación (R²)=0,955. La tendencia para el perfil tetradimensional obtenido a partir del resto de las variables estudiadas acompaña a estos resultados, ajustándose a un modelo lineal.

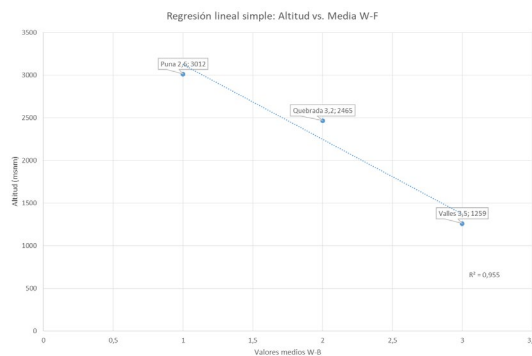


Figura 6. Regresión lineal simple asociando los valores medios obtenidos para el cuestionario W-B y la cota altitudinal para los núcleos estudiados.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de estudio se demostró que existe una marcada asociación entre las

medias de los valores W-B con el perfil altitudinal.

REFERENCIAS

Aceituno-Madera P, Buendía-Eisman A, Olmo FJ, Jiménez-Moleón JJ, Serrano-Ortega S. 2011. Melanoma, Altitud y Radiación UV. *ACTAS Dermo-Sifiliográficas* 102 (3): 199-205.

American Psychiatric Association. 1994. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (4th ed.). American Psychiatric Association, Washington, DC.

Atanacio Y, González Poma E, Beleizán F, Vaca C, Pantorrilla M, Larrán M, Hernández de Borsetti N. 2018. Evaluation of the wellbeing of people according to seasonal photoperiods in Jujuy Province. *BIOCELL* 42 (suppl. 2), A-90. 2018. ISSN 1667-5746 (online version).

Atanacio Y, González Poma E, Larrán M, Hernández de Borsetti N. 2020. Relation between solar radiation variables and psychometric states in the dwellers of the puna jujeña associated with chronobiological studies. *BIOCELL* 44 (suppl. 2), 2020. A-24. *BIOCELL* 44 (suppl. 2), 2020 ABSTRACTS. ISSN 0327- 9545 A 1 – A 80. ISSN 1667-5746 (online version).

[Bell-Pedersen D](#), [Cassone VM](#), [Earnest DJ](#), [Golden SS](#), [Hardin PE](#), [Thomas TL](#), et al. 2005. Circadian rhythms from multiple oscillators: lessons from diverse organisms. *Nat Rev Genet* 6:544-556.

[Borsetti NH](#), [Dean BJ](#), [Bain EJ](#), [Clanton JA](#), [Taylor RW](#), Gamse JT. 2011. Light and melatonin schedule neuronal differentiation in the habenular nuclei. *Dev Biol.* 358(1):251-61.

Boyce PR. 2011. Lemmings, light and health, revisited. *Leukos.* 8(2):83-92.

Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., et al. 2001. Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor. *Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405-6412.

Commission Internationale de l'Eclairage [CIE]. 2004. Ocular lighting effects on human physiology and behaviour. CIE Publication 158:2004 and Erratum 2009. Vienna (Austria): Central Bureau of the CIE.

Danilova N., Krupnik V., Sugden D. & Zhdanova I. 2004. Melatonin stimulates cell proliferation in zebrafish embryo and accelerates its development. *The FASEB*

- Journal express article* 10.1096/fj.03-0544fje. Published online February 6 2004.
- Di Laura D. (ed) 2011, *Lighting Handbook: Reference and Application*, 10th edn (New York: Illuminating Engineering Society of North America).
- Frisch H, Waldhauser F, Waldhor T, Mullner-Eidenbock A, Neupane P, Schweitzer K. 2004. Increase in 6-Hydroxymelatonin Excretion in Humans during Ascent to High Altitudes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89(9):4388–4390.
- G Tonello, N Hernández de Borsetti, H Borsetti, L Tereschuk and S López Singarán. 2018. Perceived well-being and light-reactive hormones: An exploratory study.
- Golombek, D (Compilador). 2002. Cronobiología humana. Ritmos y relojes biológicos en la salud y en la enfermedad. *Colección Biomedicina Universidad Nacional de Quilmes*. Universidad Nacional de Quilmes Ediciones.
- Gonzalez Poma E, Atanacio Y, Beleizán F, Pantorrilla M, Larrán M, Hernández de Borsetti N. 2018. Difference between calculated and real photoperiod and its importance in chronobiology. *BIOCELL* 42 (suppl. 2), A-91. 2018. ISSN 1667-5746 (online version).
- Gonzalez Poma E, Beleizán F, Atanacio Y, Larrán M, Hernández de Borsetti N. 2018. Determination of light intensity as an alternative to the Heliophania register in chronobiological studies. *BIOCELL* 42 (suppl. 2), A-92. 2018. ISSN 1667-5746 (online version)
- Hayes D. 2010. Cancer protection related to solar ultraviolet radiation, altitude and vitamin D. *Medical Hypotheses* 75:378-382.
- Hernández de Borsetti, Benjamin J. Dean, Emily J. Bain, Joshua A. Clanton, Robert W. Taylor, and Joshua T. Gamse. 2011. “Light schedules neurogenesis in the zebrafish epithalamus via melatonin signaling”. *Journal of Developmental Biology*, Oct 1;358(1):251-61. Epub Aug 5.
- Hernández NE, Saab O de, Abdala LR, Castillo, MC de. 2005. “Antimicrobial activity of “Satreja boliviana”. *International Journal of Molecular Advance in Science*. 1, 25-28.
- Hernández NE, Tereschuk ML, Abdala LR,. 2000. “Antimicrobial activity of flavonoids in medical plants from Tafi del Valle (Tucumán, Argentina)”. *J. of Ethnopharmacology*. (73):317-322.
- Horne JA and Östberg O. 1976. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology* 4, 97-100.
- Kaneko M*, Hernández de Borsetti NE*, Cahill GM. 2006. “Diversity of zebrafish peripheral oscillators revealed by luciferase reporting”. *PNAS*. U S A. Sep 26; 103(39):14614-9. (*Co-autor: igual participación).
- Kaneko M., Hernández de Borsetti N.E., and Cahill G.M. 2005. Diversity of zibrafish peripheral oscillators revealed by luciferase reporting. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006 Sep 26;103(39):14614-9. Epub 2006 Sep 14
- Kaur C, Srinivassan KN, Ling EA. 2002. Plasma melatonin, pinealocyte morphology, and surface receptors/antigen expression on macrophages/microglia in the pineal gland following a high-altitude exposure. *J Neuroscience Res* 67 (4): 533-43.
- Larrán M, López Núñez C, López Núñez A, Hugo Borsetti, Tonello G2, Beleizán F, Hernández de Borsetti, N. 2018. Photoperiod variations and lighting in the province of Jujuy and its influence on human wellbeing. *BIOCELL* 39 (suppl. 5), A-150. 2015. ISSN 1667-5746 (online version)
- Larran MT, Carta de Aptitud Ambiental de la Provincia de Jujuy. Cap. 3. Clima. 2013. Segunda Edición. Ed. EdiUnJu.
- Lighting Res. Technol. The Society of Light and Lighting. 2017; 0: 1-22. Dic. 2017
- [Phillips L](#), [Appleton RE](#). 2004. Systematic review of melatonin treatment in children with neurodevelopmental disabilities and sleep impairment. *Dev Med Child Neurol*. 46(11):771-5.
- Piacentini R, Cede A, Barcena H. 2003. Extreme solar total and UV irradiances due to cloud effect measured near the summer solstice at the high-altitude desertic plateau Puna of Atacama (Argentina). *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 65: 727–731.
- Rawashdeh O, Hernández de Borsetti NE, Roman GW, & Cahill GM. 2007. Melatonin suppresses nighttime memory formation in zebrafish. *SCIENCE* 318, 1144-1146.
- Rawashdeh O, Hernández de Borsetti NE, Roman GW, & Cahill GM. 2007. “Melatonin suppresses nighttime memory formation in zebrafish”. *SCIENCE* 318, 1144-1146.
- Reader, MM; Guanuco, A; Baffa-Trasci, N; Andrade AJ; Ríos JJ; Hernández de Borsetti,

- N; Alfaro, E; Borsetti, H. M. 2014. Link between the biological clock and diabetes: preliminary studies in Jujuy province. A10, BIOCELL 38 (Suppl. 1). ISSN 0327 - 9545.
- Roberts, JE., Wiechmann, AF, & Hu, DN. 2000. Melatonin receptors in human uveal melanocytes and melanoma cells. *Journal of Pineal Research*, 28 (3), 165-171.
- [Ross C](#), [Davies P](#), [Whitehouse W](#). 2002. Melatonin treatment for sleep disorders in children with neurodevelopmental disorders: an observational study. *Dev Med Child Neurol*. 44(5):339-44
- Shu-Yu Wu, Nancy Hernández de Borsetti, Emily J. Bain, Christopher R Bulow, Joshua Gamse. 2014. “Mediator subunit 12 coordinates intrinsic and extrinsic control of epithalamic development”. *Journal of Developmental Biology*. Jan 1;385(1):13-22. Epub Oct 30.
- Smithsonian Institute. Meteorological tables. Smithsonian miscellaneous collections; v.114.. 1951
- Snell DL, Siegert RJ, Surgenor LJ, Dunn JA, Hooper GJ. Evaluating quality of life outcomes following joint replacement: psychometric evaluation of a short form of the WHOQOL-Bref.
- Tonello, G., 2001. “Lighting, Mood and Seasonal Fatigue in Northern Argentina. Comparison to Countries Close to and Further from the Equator”. *Doctoral thesis*. Editorial Studentlitteratur, Lund, 2001. ISBN 91-628-4900-X.
- Tonello, G.; Hernandez De Borsetti, N; Borsetti, H; Tereschuk MI; López Zigarán, S. 2018. Efectos Psicobiologicos De La Luz: Melatonina Cortisol Percepcion De Bienestar. Investigacion en Salud. San Miguel de Tucuman: Ministerio de Salud. Gobierno de Tucuman. vol.2 n°1. p36 - 37. issn 2591-5908.

REGULARES/CURSANTES: LA PROBLEMÁTICA EN EL BAJO COCIENTE EN ESTUDIANTES QUE CURSARON LA ASIGNATURA GENÉTICA (PERIODO 2012-2022) EN LA FCA-UNJu

GONZÁLEZ POMA, Emanuel C.; BORSETTI, Hugo M.; RIVERA FUNES, María del C.,
BIANCO SADIR, Graciela E.

Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47. S. S. de Jujuy.

E-mail: emanuelcgonzalez@fca.unju.edu.ar

Resumen

La UNJu se estructura en facultades. La Facultad de Ciencias Agrarias (UNJu) tiene una oferta académica de diez carreras, siendo Ingeniería Agronómica (IA) y la Licenciatura en Ciencias Biológicas (LCB) las de mayor matrícula. Estas carreras tienen, en los ciclos básicos del currículo, a la asignatura Genética, cuyo dictado queda a cargo de la Cátedra homónima, por lo cual cursan en simultáneo, permitiendo su comparación en cuanto a los resultados de cursadas. Se evidencia un cociente relativamente bajo de estudiantes que logran regularizar la asignatura sobre el total de inscriptos a la misma, por lo cual se establece como objeto estudiar esta dinámica y las posibles etiologías. Metodología: se analizaron los resultados de cursado de la asignatura de 676 estudiantes, distribuidos en 22 cursos, correspondientes a 11 años de cursado (periodo 2012-2022) para las carreras IA y LCB. Resultados: Los datos permitieron describir las variables consideradas. Los ANAVA informaron que los varores relativos no mostraron diferencias entre carreras y entre cursos, salvo para el caso de los periodos 2020 y 2021. Se encontraron variaciones que reflejan los resultados de cursada entre la primera y la segunda evaluación parcial de la asignatura. Conclusión: entre las instancias evaluativas, el 1er. examen parcial de la asignatura resultó con los valores más bajos. Dentro de éste, la temática referente a Herencia Mendeliana arrojó resultados inferiores en las calificaciones, por lo que se vuelve objeto de ser investigado un trabajo sucesivo al presente. Se encontraron diferencias de significancia estadística en cuanto a los resultados generales obtenidos por curso (año de cursada), siendo las medias generales más bajas reportadas las correspondientes al periodo 2021-2022, lo que corresponde al periodo de confinamiento social obligatorio impuesto por la Pandemia CoViD-19, obligando a improvisar estrategias didácticas y evaluativas (de emergencia) bajo modalidad virtual, con resultados desfavorables para el estudiantado.

Palabras clave: Docencia Superior, Genética, Licenciatura en Ciencias Biológicas, Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Jujuy

Eje temático 2: Desafíos Sociales y Educación

INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Jujuy (UNJu) es una universidad pública argentina con centro en San Salvador de Jujuy, provincia de Jujuy. Fundada en 1973, cuenta con cuatro facultades y cinco institutos, donde cursan sus carreras alrededor de 37000 estudiantes.

El presente se centra en la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), dado que es donde se ejecuta, cuya declaración Institucional persigue lo siguiente: “La Facultad de Ciencias Agrarias de la UNJu tiene como misión formar recursos humanos para el desempeño profesional, acorde a las exigencias y necesidades de la

sociedad, asumiendo valores científicos, técnicos, éticos y humanos.

Ofrecer propuestas curriculares actualizadas contemplando objetivos, contenidos y metodologías de enseñanza con la flexibilidad necesaria para adecuarse a las profundas y vertiginosas transformaciones que se operan en la complejidad de un mundo globalizado.”

Actualmente cuenta con una oferta académica constituida por 5 carreras de pre-grado y otras 5 carreras de grado. De todas ellas, las carreras con mayor matrícula histórica son:

- Ingeniería Agronómica (IA)
- Licenciatura en Cs. Biológicas (LCB)

Ambas carreras cuentan con la asignatura Genética, cuyo análisis es objeto del presente, siendo que:

- IA: la asignatura se ubica en el 3er. año del Plan de Estudios de la carrera, con una carga horaria de 80 Hs.
- LCB: la asignatura se ubica en el 2do. año del Plan de Estudios de la carrera, con una carga horaria de 120 Hs.

De ello se deduce que pudieran existir diferencias compensadas, dado que, si bien IA se ubica en un curso mayor (3er. Año, Cód. 20) respecto a la LCB (2do. Año, Cód. 14), la carga horaria de la primera (Total: 80 Hs., semanal: 5 Hs. 20') es inferior a la segunda (Total: 120 Hs., semanal 8 Hs.), lo que no solo permite, sino que a su vez exige, diferenciar contenidos entre carreras.

Al mismo tiempo, las asignaturas correlativas difieren para IA en relación a la LCB, siendo los planes de estudios vigentes en relación a la asignatura Genética (se muestra el contexto respecto a la materia de interés):

Asimismo, los perfiles de egresados de IA y LCB difieren, al mismo tiempo que los alcances y las actividades reservadas a los títulos respectivos, pero, a su vez, debe resaltarse que estas carreras tienen muchos puntos en común, siendo que comparten cerca del 80 % de los contenidos de la asignatura en cuanto a lo que respecta a las actividades

Teórico-Prácticas (TP), diferenciándose la LCB de IA en que la primera posee Trabajos Prácticos de Laboratorios (TPL).

Dada la concurrencia de contenidos aludida, y considerando el hecho de que la Cátedra tiene designado a la totalidad de su personal con cargos correspondientes a la carrera de IA, dictando por extensión de funciones la asignatura homónima para la LCB, es que el desarrollo de los cursos regulares y evaluaciones de la materia se dan en simultáneo para ambas carreras.

Entre la LCB e IA se tiene, en promedio, una matrícula anual aproximada de 70 estudiantes para los cursos regulares de la asignatura, la cual es de régimen cuatrimestral y se dicta en el segundo cuatrimestre. La asignatura se aprueba mediante examen final (mayormente oral, siendo que sólo cuando el número de inscriptos para rendir en una mesa sea lo suficientemente alto amerita un examen escrito), previa regularización mediante cursado. La asignatura no cuenta con régimen por promoción, ya que la visión de la Cátedra es integrar los contenidos de la asignatura, exigiendo una correcta comprensión de los contenidos mínimos establecidos por la CONEAU, lo cual sólo puede evaluarse mediante un examen final, ya que las pruebas parciales particionan al programa analítico (que es el de examen) en sus distintos tópicos, acorde a una estrategia de enseñanza que va desde lo general a lo específico. El tribunal de examen de la materia contiene a docentes (tanto de IA como de LCB) que forman parte de las asignaturas de la cual Genética es correlativa, coordinando contenidos y procesos evaluativos con éstos.

Si se hace foco en los resultados de cursada (regularización de la asignatura), históricamente se nota un porcentaje relativamente bajo de estudiantes que regularizan la asignatura en función de los que cursan la misma, de donde se desprenden interrogantes sobre las causas de ello, por lo que se transforma en una problemática que concierne ser investigada, tomando carácter de objetivo general de la presente, buscando

relevar en los instrumentos de evaluación (parciales) cuáles podrían ser las causas que generaron el bajo cociente de estudiantes que regularizaron la asignatura Genética (FCA-UNJu) para el periodo 2012-2022.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de cumplimentar el objetivo propuesto en el presente, se analizaron los archivos disponibles (instrumentos evaluativos) de la Cátedra de Genética de la FCA-UNJu, cuya integración hace a los resultados de cursadas para el curso regular de la asignatura homónima para las carreras de IA y LCB (FCA-UNJu), comprendiendo para ello al periodo 2012-2022.

Se relevó información que permitió categorizar las variables, en relación a los temas de la asignatura que resultan con las calificaciones más bajas, número y tipo de parciales y resultados de los mismos y año de cursada, con el fin de categorizar a las variables cuantitativas construidas, a partir de los resultados (notas numéricas) obtenidos y determinación de frecuencias relativas y absolutas para el caso en cuestión, considerando las frecuencias absolutas y relativas de estudiantes que aprobaron el primer y segundo parcial de la asignatura por curso (año de cursado), y, para la LCB, sumado el de laboratorios por curso.

Asimismo, se analizaron cuáles fueron los temas con las calificaciones más bajas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los datos analizados, para cada curso en cuestión, se construyeron los valores categorizados que se muestran en la tabla 1.

Año	Carrera	Inscritos	IA 1er. Parcial	IA 2do. Parcial	FR (%) 1er. Parcial	FR (%) 2do. Parcial	IA P. T. Alumnos	FA P. T. Laboratorio	FR (%) P. T. Alumnos	FR (%) P. T. Laboratorio	Regulares FA	FR (%) Regulares
2012	IA	35	25	28	71,4	80,0	25		71,4		25	71,4
2012	LCB	25	19	21	76,0	84,0	19	23	76,0	92,0	19	76,0
2013	IA	33	24	29	72,7	87,9	23		69,7		23	69,7
2013	LCB	24	18	20	75,0	83,3	18	22	75,0	91,7	18	75,0
2014	IA	36	27	29	75,0	80,6	25		69,4		25	69,4
2014	LCB	27	21	24	77,8	88,9	20	25	74,1	92,6	21	77,8
2015	IA	34	25	22	73,5	64,7	24		70,6		24	70,6
2015	LCB	28	21	25	75,0	89,3	20	25	71,4	89,3	21	75,0
2016	IA	37	26	31	70,3	83,8	25		67,6		25	67,6
2016	LCB	29	22	25	75,9	86,2	20	25	69,0	86,2	22	75,9
2017	IA	34	24	28	70,6	82,4	22		64,7		22	64,7
2017	LCB	33	23	27	69,7	81,8	22	30	66,7	90,9	23	69,7
2018	IA	30	25	26	83,3	86,7	24		80,0		24	80,0
2018	LCB	29	22	27	75,9	93,1	21	27	72,4	93,1	22	75,9
2019	IA	34	25	28	73,5	82,4	23		67,6		23	67,6
2019	LCB	27	19	24	70,4	88,9	19	25	70,4	92,6	19	70,4
2020	IA	35	12	15	34,3	42,9	11		31,4		11	31,4
2020	LCB	27	16	18	59,3	66,7	16	26	59,3	96,3	16	59,3
2021	IA	36	11	12	30,6	33,3	11		30,6		11	30,6
2021	LCB	29	17	17	58,6	58,6	17	22	58,6	75,9	17	58,6
2022	IA	29	21	25	72,4	86,2	20		69,0		20	69,0
2022	LCB	25	19	23	76,0	92,0	19	23	76,0	92,0	19	76,0

Tabla 1.

Sobre el análisis particular de cada variable, se obtuvo lo siguiente:

En cuanto a los inscriptos a la asignatura, se computaron 676 estudiantes distribuidos en 22 cursos (11 años de cursado para 2 carreras -IA y LCB-), con un promedio de 30 estudiantes por curso (± 4) con poca variabilidad relativa (13%), siendo el curso que menos estudiantes tuvo de 24 alumnos (LCB 2013) y el más numeroso de 37 alumnos (IA 2016).

Para determinar si existieron diferencias con significancia estadística entre el número de inscriptos promedios por año de cursada, se realizó un Análisis de la Varianza (ANAVA), resultando que el mismo no arrojó diferencias entre las medias agrupadas por año de cursada para un nivel de significancia de $\alpha=0,05$ (5%), por lo cual puede afirmarse que el número de inscriptos promedio por año de cursada fue estadísticamente invariable, afirmando la representatividad de los periodos analizados.

No obstante, se analizó la posibilidad de que varíe el número de inscriptos promedio por carrera considerada (LCB vs IA), arrojando diferencias altamente significativas (ANAVA, $\alpha \ll 0,01$), para lo cual se realizó un Test de Comparación de medias (Fisher), dando como resultado que la carrera de IA registra un mayor número de inscriptos que la LCB, siendo estadísticamente significativo, cuya representación se presenta en gráfico 1.

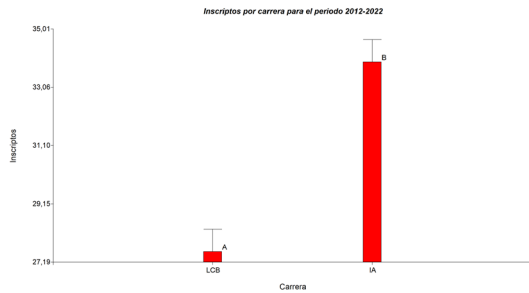


Gráfico 1.

Del total de 676 inscriptos para ambas carreras, 462 estudiantes aprobaron el primer examen parcial de la misma, siendo, en términos relativos, un 68%.

En términos absolutos, un promedio de 21 estudiantes aprobó esta instancia por curso (± 4 estudiantes), cuya serie es relativamente poco variable (20%). Los valores extremos permiten construir el rango, siendo que ambos guarismos corresponden a la carrera de IA, asumiendo el valor de 11 estudiantes (IA 2021) y un máximo de 27 estudiantes (IA 2014). Cabe destacar que el valor mínimo corresponde al curso realizado mediante modalidad virtual, dado el confinamiento social obligatorio debido a la Pandemia CoViD-19.

Si se analiza el comportamiento de esta variable en función del año de cursado, con el fin de establecer si existen variaciones de las medias en cuanto a esta categorización, corresponde realizar un ANAVA, a partir del cual se obtuvo que las medias con los valores más bajos corresponden a los cursos 2020 y 2021 (modalidad virtual, por Pandemia CoViD-19), diferenciándose estadísticamente de los otros cursos de la asignatura, siendo más cercanos a los periodos 2022 y 2013 (estos últimos no muestran diferencias significativas respecto a los demás cursos).

Reiterando lo mencionado, en general el porcentaje de estudiantes que aprobaron el primer parcial no llega al 69% ($\pm 13\%$), con una variabilidad media del 19% (coeficiente de variabilidad), cuyo rango lo construyen los valores mínimos de 30% de aprobados (IA 2021, periodo de Pandemia), siendo el máximo correspondiente al 83% de aprobados (IA 2018).

Siguiendo idéntico criterio para las frecuencias absolutas, se realizan el ANAVA y Test de Comparación de Medias correspondiente, siendo que arrojó nuevamente diferencias en las medias con significancia estadística, siendo que los cursos 2020 y 2021 (modalidad virtual, por Pandemia CoViD-19), arrojaron los valores más bajos. Ello puede interpretarse gráficamente, como se muestra en el gráfico 2.

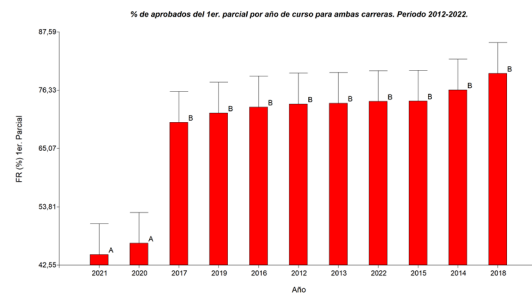


Gráfico 2.

Ahora bien, si se quiere realizar el análisis diferenciándose por carrera (IA vs LCB), corresponde hacerlo con las frecuencias relativas, puesto que se demostró que la matrícula de IA es mayor a la de la LCB. A partir de ello se obtuvo que no existen diferencias de significancia estadística en cuanto a los porcentajes de estudiantes que aprobaron el primer parcial de la asignatura.

Del total de 676 inscriptos para ambas carreras, 524 estudiantes aprobaron el segundo examen parcial de la misma, siendo, en términos relativos, un 78%.

En términos absolutos, un promedio aproximado de 24 estudiantes aprobó esta instancia por curso (± 5 estudiantes), cuya serie es relativamente poco variable (20%). Los valores extremos permiten construir el rango, siendo que ambos guarismos corresponden a la carrera de IA, asumiendo el valor de 12 estudiantes (IA 2021) y un máximo de 31 estudiantes (IA 2016). Cabe destacar que el valor mínimo corresponde al curso realizado mediante modalidad virtual, dado el confinamiento social obligatorio debido a la Pandemia CoViD-19. Al analizar el comportamiento de esta variable en función del año de cursado, se obtuvo que las medias con los valores más bajos corresponden a los cursos 2020 y 2021 (modalidad virtual, por Pandemia

CoViD-19), diferenciándose estadísticamente el primero de los otros cursos de la asignatura, siendo similar a lo sucedido con respecto al primer parcial de la asignatura.

Dado que se muestran análisis sobre valores absolutos, y dado que no existen diferencias significativas entre años de cursada, se analizan los valores relativos expresados en unidades porcentuales, para la variable considerada, obteniéndose que el porcentaje de estudiantes que aprobaron el primer parcial ronda el 79% ($\pm 14\%$), con una variabilidad media del 20% (coeficiente de variabilidad), cuyo rango lo construyen los valores mínimos de 33% de aprobados (IA 2021, periodo de Pandemia), siendo el máximo correspondiente al 93% de aprobados (LCB 2018).

Siguiendo idéntico criterio para las frecuencias absolutas, se realizan el ANAVA y Test de Comparación de Medias correspondiente, siendo que los cursos 2020 y 2021 (modalidad virtual, por Pandemia CoViD-19), arrojaron los valores más bajos ($\alpha=0,05$). Ello puede interpretarse gráficamente, como se muestra en el gráfico 3.

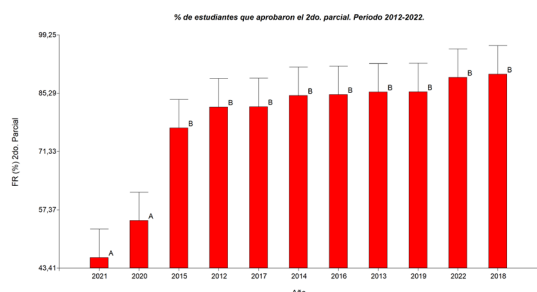


Gráfico 3.

Ahora bien, si se quiere realizar el análisis diferenciándose por carrera (IA vs LCB), corresponde hacerlo con las frecuencias relativas, puesto que la matrícula de IA es mayor a la de la LCB. A partir de ello se obtuvo que no existen diferencias de significancia estadística en cuanto a los porcentajes de estudiantes que aprobaron el primer parcial de la asignatura.

Para el caso de estudiantes que aprobaron los parciales de temas prácticos áulicos (1ro. y 2do.) y de laboratorios por curso, para la primera variable, se tiene que del total estudiado (676 estudiantes) 444 alumnos

aprobaron ambos parciales áulicos (1ro. y 2do. parcial), estimando una frecuencia relativa de 66%, lo que deja 1/3 del estudiantado en calidad de “libre” por estas evaluaciones. En términos absolutos, un promedio aproximado de 20 estudiantes aprobó estas instancias por curso (± 4 estudiantes), cuya serie es relativamente poco variable (20%). Los valores extremos permiten construir el rango, siendo que ambos guarismos corresponden a la carrera de IA, asumiendo el valor de 11 estudiantes (IA 2020) y un máximo de 25 estudiantes (IA 2012). Cabe destacar que el valor mínimo corresponde al curso realizado mediante modalidad virtual, dado el confinamiento social obligatorio debido a la Pandemia CoViD-19. El comportamiento de esta variable en función del año de cursado, con el fin de establecer si existen variaciones de las medias en cuanto a esta categorización, arrojó que las medias con los valores más bajos corresponden a los cursos 2020 y 2021 (modalidad virtual, por Pandemia CoViD-19), diferenciándose estadísticamente el primero de los otros cursos de la asignatura, siendo similar a lo sucedido con respecto a las variables precedentes. Si se analizan los valores relativos dados en unidades porcentuales, para la variable considerada, en general, el porcentaje de estudiantes que aprobaron ambas instancias parciales áulicas es de un 66%, como fuera mencionado, ($\pm 12\%$), con una variabilidad media del 18% (coeficiente de variabilidad), cuyo rango lo construyen los valores mínimos de 30% de aprobados (IA 2021, periodo de Pandemia), siendo el máximo correspondiente al 80% de aprobados (IA 2018). Se realizó el ANAVA y Test de Comparación de Medias correspondiente, arrojando nuevamente diferencias en las medias con significancia estadística, siendo que los cursos 2020 y 2021 (modalidad virtual, por Pandemia CoViD-19), arrojaron los valores más bajos. Ello puede interpretarse gráficamente, como se muestra en el gráfico 4.

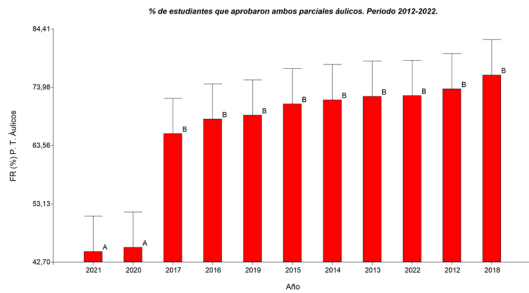


Gráfico 4.

Para realizar el análisis diferenciándose por carrera (IA vs LCB), que corresponde hacerlo con las frecuencias relativas puesto que la matrícula de IA es mayor a la de la LCB, lo que resultó en que no se obtuvieron diferencias de significancia estadística en cuanto a los porcentajes de estudiantes que aprobaron ambos parciales áulicos de la asignatura.

Para el caso de estudiantes que aprobaron los parciales de temas de laboratorios por curso, y dado que en promedio un 90% ($\pm 5\%$) de los estudiantes aprobaron esta instancia evaluativa, con una variabilidad muy baja (5%), y un rango que oscila entre 76% y 96%, es que no se la considera deba ser estudiada, toda vez que el objeto principal del presente es diagnosticar las causas del bajo cociente de regulares.

En cuanto a los estudiantes que regularizaron la asignatura por curso, y conforme a lo mencionado, en general el porcentaje de estudiantes que regularizaron la asignatura es de un 67%, ($\pm 13\%$), con una variabilidad media del 19% (coeficiente de variabilidad), cuyo rango es amplio y lo construyen los valores mínimos de 30% de aprobados (IA 2021, periodo de Pandemia), siendo el máximo correspondiente al 80% de aprobados (IA 2018).

Siguiendo idéntico criterio para las variables precedentes analizadas, se realiza el ANAVA y Test de Comparación de Medias correspondiente, en donde nuevamente aparecen diferencias en las medias con significancia estadística, siendo que los cursos 2020 y 2021 (modalidad virtual, por Pandemia CoViD-19), arrojaron los valores más bajos. Ello puede interpretarse gráficamente, como se muestra en el gráfico 5.

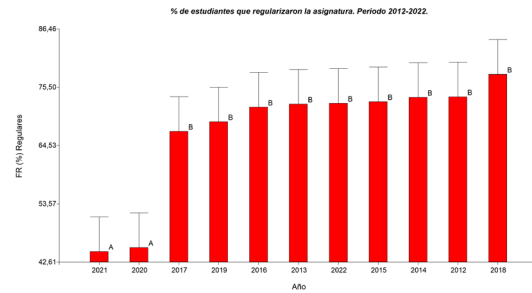


Gráfico 5.

Comparación de los valores relativos de estudiantes que aprobaron el 1er. y el 2do. parcial de la asignatura: para ambas carreras y todos los cursos considerados, el valor relativo aproximado de estudiantes que aprobaron el primer parcial de la asignatura fue del 69%, mientras que el correspondiente para el segundo parcial fue del 78%. De ello puede observarse que, dentro de las instancias evaluativas, el 1er. parcial de la asignatura es el que resulta con los valores más bajos de estudiantes aprobados. Por ello, y siguiendo el orden de lo propuesto, se estimó a grandes rasgos la temática específica que pudiera ser la causa de ello.

Haciendo un análisis general, se detectó que la temática que resultó con las calificaciones más bajas fue la relacionada a Herencia Mendeliana, cuyo diagnóstico específico de las causantes excede al presente trabajo, por lo cual se convierte en objeto de ser analizado en una propuesta correlativa.

CONCLUSIONES

A partir del análisis realizado, puede concluirse que, para las instancias evaluativas, el 1er. examen parcial de la asignatura resulta con los valores más bajos de estudiantes que aprueban dicha instancia. Dentro de este, la temática referente a Herencia Mendeliana arrojó resultados inferiores en las calificaciones, por lo que se vuelve objeto de ser investigado un trabajo sucesivo al presente.

Es importante destacar que no se encontraron diferencias de significancia estadística en cuanto a los resultados relativos de las evaluaciones parciales por carrera, lo cual descarta implicancias relacionadas al currículum correlativo.

No obstante, se encontraron diferencias de significancia estadística en cuanto a los resultados generales obtenidos por curso (año de cursada), siendo las medias generales más bajas reportadas las correspondientes al periodo 2021-2022, lo que corresponde al periodo de confinamiento social obligatorio impuesto por la Pandemia CoViD-19, obligando a improvisar un dictado y evaluación de emergencia bajo modalidad virtual, con resultados desfavorables para el estudiantado.

REFERENCIAS

1. Universidad Nacional de Jujuy. Estatuto de la Universidad Nacional de Jujuy. Consultado el 2 de mayo de 2023. <https://www.boletinoficial.gob.ar/pdf/linkQR/ZncxVDJoclc1Z1UrdTVReEh2ZkU0dz09>.
2. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Pestaña Institucional. Consultado el 2 de mayo de 2023. <https://www.fca.unju.edu.ar/institucional/>. Última entrada: 2-5-2023.
3. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Plan de Estudios vigente. Ingeniería Agronómica. Consultado el 2 de mayo de 2023. https://www.fca.unju.edu.ar/media/carrera/PL_AN_DE_ESTUDIOS_DE_IA_2004_-_V_03-08-2022.pdf.
4. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy. Plan de Estudios vigente. Licenciatura en Ciencias Biológicas. Consultado el 2 de mayo de 2023. https://www.fca.unju.edu.ar/media/carrera/LC_B_2014_-_V_04-08-2022.pdf.
5. Monetti, E. M. (2020). La investigación didáctica: sus supuestos epistemológicos. *Entramados: educación y sociedad*, 7(7), 226-241.
6. Monetti, E. M. (2015). La didáctica de las cátedras universitarias: estilos de enseñanza y planificación. *Noveduc*.
7. Argüello, S. B., & de los Ángeles Garay, A. (2020). Pensando-haciendo-reflexionando. La experiencia artística como mediación rizomática en la formación docente universitaria. *Encuentro Educativo. Revista de investigación del Instituto de Ciencias de la Educación*, 1(1), 267-294.
8. Beltran, A. L. (2003). La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa (Vol. 179). Grao.

PRIMER REGISTRO DEL GÉNERO *XANTHORIA* EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA

Guerra, C. A. I. ^{1*}; Giulianotti, C. G. ^{1,2} y Romeo, R. Á. ^{1,2}

¹ Centro de Investigaciones y Estudios en Diversidad Vegetal (Cie. Di.Ve.) - ² Cátedra Diversidad Biológica II - Universidad Nacional de Jujuy (FCA-UNJu) – Alberdi 47 – CP 4600

* Autor de correspondencia: claudiaguerra@fca.unju.edu.ar

Los líquenes constituyen una asociación simbiótica mutualista entre un hongo o micobionte aporta el agua y los minerales y un alga o fotobionte aporta la energía obtenida de la fotosíntesis y de cuya interacción se origina un talo estable, con estructura y fisiología específicas. Son capaces de colonizar una amplia gama de sustratos, como rocas, suelos o cortezas. Se encuentran ampliamente distribuidos en todo el mundo y pueden sobrevivir a una variedad de condiciones ambientales adversas. Se estima que la flora mundial de líquenes incluye alrededor de 18.500 especies que habitan prácticamente todos los ecosistemas terrestres, desde la tundra ártica hasta los climas desérticos y desde las tierras bajas hasta las montañas más altas. El objetivo de este trabajo fue reportar la presencia del género *Xanthoria* en la Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy. El muestreo se realizó siguiendo la metodología de rutina para líquenes en distintos sustratos. Se encontró que el género *Xanthoria* tiene una amplia distribución en el área de estudio, registrándose en cinco sitios: Hornocal, Pucará de Humahuaca, Juella, Posta de Hornillos y Tumbaya. Este trabajo constituye el primer registro de la biota líquénica en el área de estudio.

Palabras claves: Líquenes, distribución, foliáceo, cosmopolita, ecosistemas

Eje temático: Conocimiento e innovación

INTRODUCCIÓN

La provincia de Jujuy cuenta con una variedad de paisajes que van desde zonas áridas y semiáridas hasta húmedas y selváticas; zonas de transición y núcleos de urbanización a lo que se suma el gradiente altitudinal que determinan la elevada diversidad florística y faunística de la provincia (Brown et al., 2006; Cabrera, 1994).

Los trabajos sobre ecología de líquenes y su distribución son escasos en esta área de estudio. Este es el primer aporte al conocimiento de la biota líquénica en la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. Los líquenes son organismos pioneros, encontrándose en diversos ecosistemas, juegan un rol importante, son esenciales en la formación de los suelos y la colonización de los suelos desnudos. Tienen capacidad de resistencia a condiciones ambientales adversas y son considerados bioindicadores de calidad ambiental. La distribución y el crecimiento de los líquenes está condicionada por diferentes factores ambientales, como ser la variación de gradientes altitudinales. (Pérez-Quintero & Watteijne, 2009).

Muchos líquenes dependen de condiciones como la temperatura, la humedad o la presencia de competidores para establecerse, por lo que suelen encontrarse en zonas que le resultan más benignas. Otros se han adaptado a condiciones que pueden considerarse como desfavorables para la mayoría de organismos. (Purvis, 2000).

Considerados como los primeros colonizadores de hábitats terrestres con una distribución cosmopolita en regiones árticas, tropicales, desérticas y desde llanuras hasta las máximas altitudes, se encuentran casi en cualquier sustrato (Firdous et al., 2017; Coutiño & Montañez, 2000) y son capaces de colonizar un amplio rango de superficies desde naturales hasta aquellas construidas por el hombre como plásticos, goma, metales y vidrios (Thomas & Nash, 2008). Los líquenes, desde el punto de vista ecológico, son importantes porque constituyen eslabones fundamentales en una sucesión vegetal. Varios estudios se han realizado para determinar los factores que afectan su crecimiento y distribución. Existen estudios referidos a la distribución de líquenes a lo largo de gradientes altitudinales (Costas, 2018; Rodríguez et al., 2017b; Bässler et al., 2016;

Baniya et al., 2010; Pérez-Quintero & Watteijne, 2009; Körner, 2007; Parmesan, 2006; entre otros) pero no se han encontrado estudios específicos en esta temática para la Quebrada de Humahuaca en la provincia de Jujuy, Argentina.

La Quebrada de Humahuaca es un valle seco, extenso y profundo desarrollado en dirección meridional, con fuerte pendiente (Figura 1). Se extiende por los Departamentos de Tumbaya, Tilcara y Humahuaca, abarcando las localidades de Volcán, Tumbaya, Purmamarca, Hornillos, Maimará, Tilcara, Humahuaca, Hipólito Irigoyen y Tres Cruces. Fue declarada Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO, en la categoría de Paisaje Cultural en el año 2003 (Malizia et al., 2010). Las especies del Género *Xanthoria* se caracterizan por crecer en condiciones de fuerte insolación y poca humedad ambiental. Presentan un llamativo color naranja amarillento (o naranja verdoso en zonas de sombra) y apotecios de

color naranja. Tiene una amplia distribución mundial. (Calatayud, V., 2011). El objetivo de este trabajo consiste en reportar la presencia del Género *Xanthoria* en la Quebrada de Humahuaca.

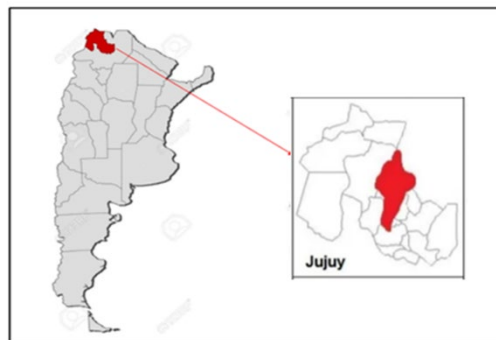


Fig. 1. Ubicación de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina

MATERIALES Y MÉTODOS

En el marco de un proyecto de Tesis doctoral cuyo objetivo general es determinar la composición y distribución de la flora líquénica en distintas altitudes de la Quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy se colectaron ejemplares de este género. La Quebrada de Humahuaca se ubica fitogeográficamente entre la provincia Prepuneña y la Provincia Puneña. En Argentina la Provincia fitogeográfica Prepuneña está caracterizada por la altura y la disposición y orientación de los cordones montañosos (Cabrera, 1994), distribuyéndose en laderas, conos de deyección y quebradas. Los suelos son inmaduros, pedregosos, arenosos sueltos y muy permeables (Figuras 2 y 3)



Fig. 2. Posta de Hornillos, Jujuy, Argentina

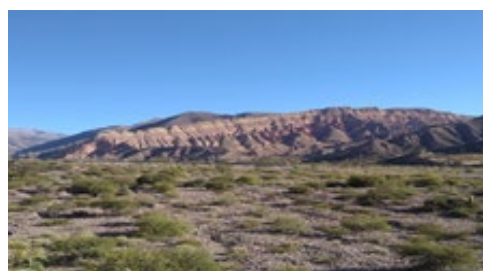


Fig. 3. Juella, Jujuy, Argentina

La Provincia Puneña se extiende entre los 3400 y 4500 msnm limitando en su piso inferior con la provincia Prepuneña o pisos elevados de la Provincia de las Yungas y en el piso superior con la provincia Altoandina. Presenta altiplanicies, cerros y quebradas, sus suelos son inmaduros pobres en materia orgánica, arenosos o pedregosos (Cabrera, 1994). (Figura 4)



Fig. 4. Hornocal, Jujuy, Argentina

El relevamiento se llevó a cabo desde marzo 2019 a junio 2022. Se seleccionaron cinco puntos de muestreos con la finalidad de abarcar un ambiente con mayor diversidad. (Tabla 1 y Fig. 5). Para cada uno de estos puntos de muestreo se trazaron transectas de 30 m, considerando puntos de muestreo cada 5m y a ambos lados de la misma en cada punto se tomaron las muestras. Se utilizó una plantilla de acetato de 20 cm de ancho y 50 cm de alto. Los líquenes fueron observados en una primera aproximación con la ayuda de una lupa de campo (Kinnunen et al., 2003), tomando muestras de distintos sustratos como roca,

suelo, cortezas de árboles y arbustos según el lugar, siguiendo la metodología de rutina.



Fig. 5 - Mapa con los sitios de muestreos

N° sitio	de	Nombre	Altitud (msnm)	Tipos de vegetación	
1		Tumbaya	2099	estepas cardonales	arbustivas,
2	Posta de	Hornillos	2300	estepas cardonales	arbustivas,
3		Juella	2700	estepas herbáceas	
4		Humahuaca	3022	estepas herbáceas, vegas	
5		Hornocal	4350	estepas	

Tabla 1 – Sitios de muestreo de líquenes en la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina

En el laboratorio del Centro de Investigaciones y Estudios en Diversidad Vegetal (Cie. Di.Ve.) perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy, se realizó el acondicionamiento del material recolectado. Para la determinación de las muestras se tomaron en consideración características macroscópicas, como tipo de talo, Tamaño y color. Fueron observadas con una lupa estereoscópica binocular y la consulta de bibliografía especializada (Barrero, E & Pérez – Ortega, S., 2003). Los datos obtenidos de los muestreos como sitio de



Fig. 6. *Xanthoria* sp

sp

recolección, fecha, coordenadas, altitud, morfotipo fueron registrados en la base de datos generada para tal fin. El registro fotográfico "in situ" a campo y "ex situ" en laboratorio y gabinete.

RESULTADOS

Se registró un total de 54 morfotipos: 36 crustáceos, 15 foliáceos y 3 fruticulosos. En todos los sitios muestreados se reportó la presencia del Género *Xanthoria* a lo largo de un gradiente altitudinal (Fig. 6 y 7 – Tabla 2).



Fig. 7. *Xanthoria*

Ubicación taxonómica			
Reino:	Fungi	Orden:	Teloschistales
Phyllum/División:	Ascomycota	Familia:	Teloschistaceae
Clase:	Lecanoromycetes	Género:	<i>Xanthoria</i>

Tabla 2. Ubicación taxonómica del género *Xanthoria* sp

CONCLUSIONES

Este es el primer aporte al conocimiento de la biota líquénica en la Quebrada de Humahuaca a lo largo de un gradiente altitudinal en esta región, el cual brindará información relevante que permitirá conocer la distribución de las especies en el área de estudio y los principales factores ambientales que la determinan, representando una línea de investigación de base para futuros estudios.

REFERENCIAS

- Baniya, C.B., Solhøy, T., Gauslaa, Y. & Palmer, M. W. (2010). The elevation gradient of lichen species richness in Nepal. *The Lichenologist* 42(1): 83–96.
- Bässler, C., Cadotte, M. W., Beudert, B., Heibl, C., Blaschke, M., Bradtka, J. H., Langbehn, T., Werth, S. & Müller, J. (2016). Contrasting patterns of lichen functional diversity and species richness across an elevation gradient. *Ecography* 39: 689–698.
- Brown, A.; Martínez Ortiz, U.; Acerbi, M. & Corcuera, J. (Eds.). (2006). *La Situación*

- Ambiental Argentina 2005. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. 1-587.
- Barrero, E & Pérez – Ortega, S. (2003). Clave para la identificación de los géneros de líquenes. 9.2. Clave sintética según los tipos de talo. Serie C. Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio e Infraestructuras del Principado de Asturias y KRK ediciones. Pág. 151.
- Cabrera, A. (1994). Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. 1ª. Reimpresión. Ed. Acme S.A.C.I. Buenos Aires. 1-85.
- Calatayud, V; Corrales, J. M. & Hernández, S. (2011). Guía de los líquenes del Parque Nacional de Monfragüe. Ed. Cáceres: Universidad de Extremadura. España.
- Costas, S. M. (2018). Diversidad y Composición de las comunidades de líquenes en un gradiente altitudinal en la Sierra de Famatina (La Rioja). Tesina.
- Coutiño, B. & Montañéz, A. L. (2000). Los Líquenes. Ciencia, 59: 64 - 65.
- Firdous, S.S., Khan, S., Dar, M. E. U. I., Shaheen, H., Habib, T. & Ullah, T. S. (2017). Diversity and Distribution of Lichens in Different Ecological Zones of Western Himalayas Pakistan. Bangladesh J Bot. 46 (2): 805-811.
- Kinnunen H., Holopainen T. & Kärenlampi L. (2003). Sources of error in epiphytic lichen variables mapped as bioindicators: needs to modify the Finnish standard. Ecol. Indic. 3, 1–11.
- Körner, C. (2007). The use of altitude in ecological research. Trends in ecology & evolution, 22 (11), 569-574.
- Malizia, L, Reid, Y. & Molina, C. (2010). Guía de Áreas Protegidas. Provincia de Jujuy. Ediciones del Subtrópico, Tucumán.
- Parmesan, C. (2006). Ecological and evolutionary responses to recent climate change—Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 37: 637–660.
- Pérez-Quintero, A. L. & Watterijne, B. (2009). Estructura de una comunidad de líquenes y morfología del género *Sticta* (Stictaceae) en un gradiente altitudinal. Acta Biológica Colombiana 14:157–170.

CONCEPCIONES SOBRE APRENDIZAJE Y DISCAPACIDAD EN DOCENTES DEL PRIMER CICLO DE UNA ESCUELA PRIMARIA, SAN PEDRO DE JUJUY (2022)

Guzmán, Vilma Roxana; Cortez, Gilda Yanina

Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy. Otero N°262. San Salvador de Jujuy. 4600. Jujuy

eajujuy@gmail.com

Resumen

La experiencia de investigación que tomamos como referencia para esta ponencia, se enmarca en el trabajo final del posgrado universitario Especialización en educación inclusiva de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (FHyCS-UNJu). El objeto de estudio son las concepciones sobre aprendizaje y discapacidad en docentes del primer ciclo de una escuela primaria de la localidad de San Pedro de Jujuy, desde se orientó la identificación y el análisis de las concepciones que se construyen sobre aprendizaje, la caracterización de las relaciones existentes entre estas concepciones y las dimensiones que inciden en los procesos de aprendizaje en niños/as con discapacidad y, las reflexiones que adquieren dichas prácticas en vinculación con la atención a las diferencias y el abordaje desde un marco de la educación inclusiva en una institución de educación primaria en particular.

El estudio se desarrolló desde un paradigma interpretativo con una perspectiva cualitativa. Optamos por un diseño metodológico exploratorio-descriptivo dada la naturaleza de los objetivos de investigación, con la intención de generar conocimiento contextualizado. Las estrategias de recolección constituyen una mixtura entre la observación directa y el desarrollo de entrevista semi estructurada con la finalidad de obtener datos cualitativos. La finalidad de las mismas fue la comprensión de los individuos que participaron de esta investigación. El marco teórico desde donde se analizaron los resultados se vincula con el modelo social de la discapacidad que presenta una mirada que coloca el énfasis en que las personas con discapacidad pueden contribuir a la sociedad en iguales circunstancias que las demás, pero siempre desde la valoración a la inclusión, derecho y el respeto a lo diverso, desde donde se propicia la disminución de barreras y la inclusión social. Desde esta perspectiva, la discapacidad se interpela como una construcción social y no una deficiencia.

Palabras clave: ESCUELA-DOCENCIA-APRENDIZAJE-DISCAPACIDAD-EDUCACIÓN INCLUSIVA

Eje temático: Eje temático 2: Desafíos sociales y Educación

INTRODUCCIÓN

La propuesta de investigación sostiene como interés central el estudio de las concepciones que construyen los docentes sobre el aprendizaje de los alumnos/as con discapacidad que trabajan en la Escuela Primaria N° 457 "Papa Francisco", ubicada en

un sector periférico de la ciudad de San Pedro de Jujuy.

La escuela como organización está inmersa en un contexto de cambio acelerado (Yuni, 2006). En tanto instituciones sociales se evidencian diversidades de índole biológico, cultural, social. Para el caso del indicado establecimiento escolar la población es heterogénea, acudiendo

así una gran proporción de alumnos/as que provienen de distintos barrios y localidades aledañas a la ciudad, marcados por condiciones socioeconómicas y culturales desfavorables. La institución se caracteriza por presentar un elevado número de alumnos/as en condiciones de repitentes, ya sea provenientes de otras escuelas donde no se le permite mantenerse en esta situación o perteneciente a la misma escuela. Así también, alumnos/as con gran número de inasistencias y niños/as con discapacidad.

En el marco de la educación inclusiva y desde la comprensión de las necesidades del aprendizaje que atraviesa el sistema educativo, destacamos las problemáticas presentes para garantizar una educación de calidad para todos los niños/as. En tal sentido, el Plan Nacional que abarca la educación obligatoria definida por la Ley 26.206, y sus modalidades indica que se debe garantizar la integración de los/as alumnos/as con discapacidades en todos los niveles y modalidades según las posibilidades de cada persona (Ley 26.206, art.42).

Como señala Yuni (2019), el significativo educación inclusiva se introdujo en varios marcos normativos nacionales como un principio de las políticas educativas. La escuela inclusiva “(...) presenta un marco favorable para asegurar la igualdad de oportunidades y la plena participación, contribuye a una educación más personalizada, fomentan la colaboración entre todos los miembros de la comunidad escolar y constituyen un paso esencial para avanzar hacia sociedades más inclusivas y democráticas” (Vaughan, 2000: 5). En la actualidad la discapacidad es un componente cotidiano en las instituciones educativas. Vaughan (2000) refiere que la discapacidad se conforma como barrera si son abordadas desde prácticas discriminatorias, asociadas a la deficiencia o enfermedad.

Desde este lugar, consideramos importante indagar acerca de las concepciones que tienen los/as docentes del nivel primario sobre el aprendizaje de los/as alumnos/as, desde qué perspectiva se posiciona el/la docente con respecto a lo que enseña. Es decir, conocer lo que el/la docente percibe de esa realidad y del impacto que causa tanto en los procesos de aprendizaje de los/as alumnos/as, como a lo largo de las trayectorias escolares.

A partir de la delimitación del problema, formulamos las siguientes preguntas de Investigación: ¿Qué concepciones construyen los/as docentes que trabajan en el primer ciclo del nivel primario en la Escuela primaria N°457 de la localidad de San Pedro de Jujuy, sobre el aprendizaje vinculados a la discapacidad? ¿Qué relación existe entre las concepciones sobre aprendizaje y discapacidad, y las dimensiones que inciden para éstos/as, en los procesos de aprendizaje de los/as niños/as con discapacidad? ¿Qué reflexiones adquieren dichas prácticas, en vinculación con la atención a las diferencias y el abordaje desde un marco de la educación inclusiva, en esta institución en particular? De estos interrogantes, planteamos como objetivo general del trabajo analizar las concepciones que construyen sobre el aprendizaje de los alumnos/as con discapacidad, los/as docentes que trabajan en el primer ciclo del nivel primario en la Escuela primaria N°457 de la localidad de San Pedro de Jujuy.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de referencia se desarrolló desde un paradigma interpretativo con una perspectiva cualitativa (Yuni y Urbano, 2005). Utilizamos como técnica de recolección de datos entrevistas semiestructuradas a los/as docentes con una antigüedad mayor a 5 años, que desempeñan su función en las áreas de lengua, matemáticas y ciencias, del primer ciclo del nivel primario. El interés se centra en el significado de las experiencias y valores humanos, en el punto de vista interno e individual de las personas y el ambiente natural en que ocurre el fenómeno de estudio.

Optamos por un diseño metodológico exploratorio-descriptivo desde la consideración de los objetivos de investigación, con la intención de generar conocimiento contextualizado. Las estrategias de recolección constituyen una mixtura entre la observación directa y el desarrollo de entrevista semi estructurada con la finalidad de obtener datos cualitativos respecto a las categorías centrales de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde el análisis de los datos obtenidos se ha logrado identificar las concepciones docentes sobre discapacidad y aprendizaje y las prácticas,

vinculadas con perspectivas orientadas a la integración educativa. Se avanzó sobre la discusión en torno a las bases del modelo inclusivo para una Escuela inclusiva (Galán Peñalba, 2012) como concepción pedagógica y política superadora de la noción de escuela integradora (Pérez de Lara, 1998) y, el enfoque de derechos humanos en discapacidad, con la finalidad de aportar a minimizar las barreras de limitan las posibilidades de aprendizaje en niños y niñas con discapacidad (Giné Climent, 2010). Afianzamos nuestra convicción de la necesidad de fortalecer la participación de diferentes actores institucionales y sociales para un abordaje desde la diversidad (Gimeno Sacristán, 2000; De Valle de Rendo y Vega, 2006).

Para el avance del trabajo de campo tomamos como referencia las preguntas de investigación planteadas inicialmente, de las cuales se derivaron categorías y dimensiones de análisis. En principio, ninguno de los discursos identifica como parte de la tarea docente cotidiana, el abordaje con estudiantes con discapacidad. Por el contrario, entienden que le corresponde esta tarea al profesor de educación especial. Esto es, que no se plantea una asociación directa entre el rol docente de grado y el abordaje de casos específicos como estos.

En sus discursos se destaca el acompañamiento pedagógico en la planificación docente y la adecuación de contenidos para la enseñanza en el nivel primario en situaciones de discapacidad; que incluya la valoración de los aprendizajes, prácticas educativas y modalidades de evaluación. Otro elemento que destacan es la consolidación de un abordaje institucional global que viabilice las iniciativas individuales hacia un marco de educación inclusiva en todas las dimensiones institucionales, pedagógicas, organizativas y socioeducativas.

El sostén o apoyo familiar es un aspecto destacado por parte de las entrevistadas, al analizar las posibles dimensiones que inciden sobre el abordaje educativo en niños/as que presentan alguna discapacidad. Las docentes adjudican una responsabilidad directa a las familias, incluso en conseguir el apoyo escolar con sus hijos, desligando de la responsabilidad directa y mayor desde el Estado. Indican que actualmente no existe un compromiso familiar

adecuado, que termina incidiendo en las posibilidades de aprendizaje y continuidad/conclusión de las trayectorias educativas.

Indican las entrevistadas que un obstáculo de sumo valor para el afianzamiento de prácticas docentes para la atención de las diferencias es la formación docente. Sobre sus trayectorias de formación, para unas pocas depende de cada docente el compromiso por capacitarse, para el resto, lo establecen como demanda, al reconocer el desconocimiento para abordar casos de niños y niñas con discapacidad. En consideración de la formación de base, se identifica que durante su formación de base no han sido formadas en el marco de educación inclusiva, educación especial o atención a los estudiantes con discapacidad. Respecto a la formación continua, la unidad de análisis se caracteriza por ser docentes titulares, que en su mayoría, no han realizado capacitaciones específicas sobre la temática de discapacidad. Salvo en una entrevista, que se refiera a la autoformación a través de la información a la que se accede por medio de los canales de internet. Esto quiere decir, que no han asistido a instancias formales de capacitación. Existe un reconocimiento de la necesidad de formación, que sólo en algunas entrevistadas se conforma como demanda explicitada.

Para las entrevistadas, podría identificarse como dimensiones que inciden en el aprendizaje de niños/as con discapacidad, concepciones sobre discapacidad donde se acentúa la imposibilidad-incapacidad-limitación, que cobran fuerza con algunos tabúes y prejuicios en torno al logro del aprendizaje escolarizado. El término discapacidad en el aprendizaje de los/as niños/as del primer ciclo. Desde la palabra de las docentes se lograron definir como posibles generadores de dificultades al entorno familiar, las condiciones socioeconómicas, las normativas educativas y las condiciones individuales de los estudiantes.

CONCLUSIONES

Como parte de esta experiencia de indagación, hemos establecido algunas consideraciones vinculadas a la importancia del conocimiento de las concepciones y prácticas docentes respecto al aprendizaje y la discapacidad. El compromiso

de plasmar esta información contextual y particular de la institución de referencia, en planes de acción y estrategias institucionales que involucren a los distintos actores socio educativos para un abordaje integral y multiactoral. De este modo, atender a las necesidades pedagógico didácticas y de formación de los equipos docentes y directivos, las demandas de familias involucradas, los derechos de los niños y niñas a recibir una educación de calidad y, el deber del estado de garantizar un marco de inclusión sostenida en la cotidianidad escolar.

Por último, mencionaremos una serie de puntos a atender en la pretensión de conformar propuestas de atención a las problemáticas identificadas y, que nos interpelan como educadoras:

- Promover la co-responsabilidad y participación de toda la comunidad educativa en la construcción/consolidación de estrategias institucionales y áulicas, para el abordaje de la diversidad.
- Propiciar la consolidación de redes de apoyo institucionales y locales que trabajen coordinadamente para la conformación de una escuela inclusiva.
- Identificar y trabajar sobre la eliminación de barreras docentes e institucionales, en niños/as con discapacidad.
- Fomentar el trabajo colaborativo para la conformación de estrategias docentes para el desarrollo de aulas inclusivas.
- Abordar procesos educativos que resalten la importancia de la conformación de una estrategia institucional para avanzar en la resignificación de una escuela inclusiva. Es necesario un trabajo integral, procesual y que convoque a los diferentes actores protagonistas de la institución y su contexto
- Aportar a la creación y consolidación de una red interinstitucional de trabajo para la inclusión.

- Afianzar un acompañamiento sostenido a la concreción de los acuerdos y proyecciones planteadas por el colectivo docente, institucional y social.
- Alentar perspectivas de abordajes situadas, la revisión de marcos normativos y marcos teórico-conceptuales desde donde pensar la discapacidad en el ámbito educativo local. Que redunden así, en la definición de propuestas, proyectos y políticas vinculadas a la educación inclusiva en la jurisdicción.
- Integración de una mirada integral sobre a) intersectorial, desde la articulación entre instituciones/organismos locales identificados, que puedan aportar desde sus profesionales y recursos, a la propuesta; b) promoción de una Escuela inclusiva, con aras de orientar el trabajo hacia el derecho a una educación de calidad y el acompañamiento a las trayectorias escolares del grupo de estudiantes.

REFERENCIAS

- Devalle de Rendo, A. Vega, V. (2006) Capítulo 1 La huella de la Escuela abierta a la diversidad. En: Una escuela en y para la diversidad: el entramado de la diversidad. 1ª ed. Buenos Aires: Aique Grupo editor.
- Galán Peñalva, F. (2012) Diversidad y Educación: diagnóstico y propuesta de organización para la construcción de una escuela inclusiva. Un estudio de casos en la provincia de Jujuy-Argentina. Tesis de Doctorado. Universidad de Barcelona, Cap. 3. Archivo.
- Gimeno Sacristán, J. (2000) La construcción del discurso acerca de la diversidad y sus prácticas. En Alcudia, R. y otros, Atención a la diversidad. Barcelona: Graó.
- Giné, C. (2010) La educación inclusiva. De la exclusión a la plena participación de todo el alumnado. Barcelona: Cuadernos de Educación. Archivo.
- Ley N° 26.206 (2006) Ley de Educación Nacional.

Pérez de Lara, N. (1998) Diversidad de procesos en la historia de la educación especial: Las historias y sus interrogantes. En: La capacidad de ser sujeto: más allá de las técnicas en Educación Especial. Cap. 1.

Tony Booth y Mel Ainscow (2000) ÍNDICE DE INCLUSIÓN Desarrollando el aprendizaje y la participación en las escuelas.

Yuni, J., Urbano, C. (2005) La etnografía educativa. Buenos Aires: Brujas.

Yuni, J. (2019) Inclusión/es en la escuela secundaria. Itinerarios de lo posible. Catamarca: Encuentro.

LOS SENTIDOS OTORGADOS POR LOS ESTUDIANTES A LA PROPUESTA EDUCATIVA DE UN CENTRO DE EDUCACION INTEGRADA PARA JOVENES Y ADULTOS IDEAR DE SAN SALVADOR DE JUJUY

Méndez, Marina Angélica

Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy. Otero N° 262

San Salvador de Jujuy, Jujuy

prof.marinamendez@gmail.com

Resumen

El presente trabajo se propone comunicar los avances del proyecto de investigación titulado "Los sentidos otorgados por los estudiantes a la propuesta educativa de un centro de Educación Integrada para Jóvenes y Adultos IDEAR de San Salvador de Jujuy", en el marco del cursado del Trabajo Final de la carrera de Posgrado Especialización en Investigación Educativa, de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Jujuy.

Se sistematizan y analizan los datos recogidos en el trabajo de campo durante los años 2.021, 2.022 y 2.023 en el cual se entrevistaron a ocho egresados, presentando dificultades en el encuentro con otros egresados, por cuestiones laborales, o encontrarse en otras provincias u otros países, ya que la institución no existe en la actualidad.

Palabras claves: educación, jóvenes, adultos, inclusión, autodidacta.

Eje Temático: Desafíos sociales y educación.

INTRODUCCION

La escuela que conocemos se organizó como un medio para distribuir conocimientos y producir una cultura común que garantizara la inclusión en una sociedad integrada. Sin embargo, la difícil crisis económica, política y social, profundizó la desigualdad social y educativa.

El problema de las desiguales condiciones de acceso, permanencia y egreso de los estudiantes, incluyendo los logros educativos diferenciales que alcanzan los mismos, es parte de nuestra realidad cotidiana. En este sentido una Asociación Civil "Manuel Belgrano", consciente de la cantidad de jóvenes y adultos que fueron y son excluidos del sistema formal de educación, propuso una alternativa a través de un proyecto para que los jóvenes y adultos puedan completar sus estudios y/o adquirir una formación ocupacional o laboral que les permita insertarse en el mundo del trabajo con mayores posibilidades de éxito.

Dicho proyecto fue sustentado en los principios que emanan de la Ley Federal de Educación N° 24.195/93, la Ley General de Educación de la Provincia de Jujuy N° 4.731/93 y en la Resolución N° 2.240-G/04.

Elaborado en el año 2.003 por un grupo de docentes de nivel medio contando con el asesoramiento de una letrada, tomando los datos emitidos por el Departamento de Estadísticas de la Secretaria de Educación indicando que el 43 % de la población entre 15 y 80 años quedaba fuera del sistema educativo formal. Y teniendo en cuenta que los procesos de aprendizaje no solamente se dan dentro de la Educación Formal, sino que se producen también en todos los ámbitos donde la persona se desenvuelve (hogar, trabajo, organizaciones sociales, etc.), así surgió el proyecto para dar una oportunidad educativa a ese porcentaje de jóvenes y adultos.

La institución mencionada fue puesta en funcionamiento en el año 2.005 en la ciudad de San Salvador de Jujuy, luego clausurada en el año 2.013, por disposición del Ministerio de Educación de la Provincia de Jujuy, trayendo como consecuencia variados reclamos y movilizaciones de los estudiantes y familiares.

Cabe destacar que el presente proyecto de investigación tuvo sus primeros esbozos en el año 2.011, siendo suspendido en el tiempo por cuestiones personales y laborales. En la actualidad el mismo fue retomado a fin de

culminar la Especialización manteniendo el mismo interés de la investigación y así también recuperar la historia de la institución y el nivel.

El motivo que me lleva a investigar este tema surge de entrevistas efectuadas en esa época en donde los estudiantes manifestaban: "Es lo mejor que nos podía pasar, asistir al Idear". "No sabía que había una escuela así". "Al profé no les interesa mucho las carpetas sino te hacen hablar y te hacen pensar en tus estudios". "Tiene todo lo que necesitamos, tenemos amigos, tenemos más tiempo, pero también nos enseñan". Así se observa que en esta relación no están ajenos los sentidos positivos que aparecen en el pensamiento de los estudiantes acerca de la institución.

Se coincide con Dussel (2.008) cuando plantea que se produce un desfasaje entre lo institucional y curricular, por un lado: y las formas de relación, de autoridad y horizontales de expectativas por otro lado, lo que genera más problemas y le da más complejidad a la escuela media actual. El problema a investigar surge de considerar ese desfasaje existente entre la cultura originaria de la escuela (conjunto de declaraciones formales, símbolos, ideales, actitudes y valores compartidos) y la cultura de los estudiantes (historias, ideales y valores personales de los estudiantes) tratando de comprender que les sucede a estos últimos como protagonistas de la escena educativa de su paso por la escuela secundaria.

El Objetivo General: Comprender los sentidos otorgados por los estudiantes, a la propuesta educativa de un Centro de Educación Integrada para Jóvenes y Adultos de la ciudad de San Salvador de Jujuy.

Objetivos Específicos: Contextualizar histórica y políticamente la institución del CEIJA de San Salvador de Jujuy. y Caracterizar a los estudiantes del CEIJA.

MATERIALES Y METODOS

En la actualidad la institución no existe, sin embargo, tengo contacto con sujetos que asistían a ella, por ello los busque y aplique las entrevistas.

Es digno destacar que los/las informantes cuentan con un papel central en la investigación, ya que ellos son la fuente confiable de la información genuina, profunda y sistemática de lo que ocurría en

esa institución. De las ocho entrevistas aplicadas, son relevantes los datos recogidos, para contrastar y sistematizar la información.

Otro aspecto que considero muy importante destacar la elaboración de las preguntas, las organice como una entrevista semiestructurada, ello me permitió repreguntar para lograr la mayor cantidad de información. Así también tome en cuenta impresiones, sentimientos e intuiciones y en general lo que llamamos subjetividad social, lo que me permitirá ir armando el mapa social y su sectorización, esto es lo que lograre a través de la reflexibilidad de campo, ensayar nuevas preguntas y nuevos contactos como lo exprese precedentemente. Con respecto a los datos recogidos y tomando lo que dice Sandra M. Llosa, en una experiencia investigativa con María Teresa Sirvent (2.014), frente a los problemas que afectan a la educación argentina en general, que resulta un sistema educativo segmentado y excluyente, se torna esencial una participación social que pugne por más y mejor educación, incidiendo en la toma de decisiones en lo que hace a las políticas educativas. En las últimas décadas demandas educativas aparecen desestructuradas e inorgánicas. Y entre ellos lleva a la exclusión observándose cada vez más abandono escolar en las escuelas secundarias.

RESULTADOS Y DISCUSION

Es muy importante que como adultos se pueda reflexionar compartir e intercambiar opiniones y perspectivas sobre los problemas comunes de las instituciones de Jóvenes y adultos, porque solo a partir de un trabajo conjunto entre los diferentes actores sociales se podrá avanzar hacia una sociedad más justa para todos.

Teniendo en cuenta que la educación constituye un derecho fundamental, ya que a partir del acceso a ella se pueden conocer, comprender y defender los derechos de todas y cada una de las personas. Quienes tienen mayores niveles de educación y mejores conocimientos, tienen más posibilidades de defender sus derechos, de tener una vida digna y de mejor calidad.

Hace muchos años, Emile Durkheim (Durkheim, Emile (1.858-1.917), 1893), planteo' que "la educación tenía una función

socializadora muy importante a través de la cual las generaciones adultas transmitían a las generaciones nuevas las habilidades y aptitudes necesarias para la vida social. En tal sentido hablaba de una socialización primaria, para referirse a aquella que se daba en el seno de la vida familiar durante los primeros años de vida del niño, y una socialización secundaria para aludir a aquella que se daba cuando el niño salía del entorno familiar para participar de otras experiencias formativas como la educación escolar.”

Si bien en la actualidad este planteo sigue teniendo vigencia, las condiciones sociales son muy diferentes, la familia y la escuela eran lugares de autoridad reconocidos socialmente. Hoy tanto niños como jóvenes se encuentran expuestos a procesos en los que el tiempo los bombardea con nuevos productos, y su presencia es tan masiva que se ha logrado instalar, también, nuevos valores, nuevas prácticas y maneras de relacionarnos.

También es importante tener en cuenta la reflexión de Torres, María Teresa, “toda comunidad humana tiene problemas y necesidades, pero también saberes, capacidades y recursos que a menudo no son valorados, ni siquiera reconocidos como tales”. Y de ahí la importancia de generar los espacios de diálogo e intercambio en los cuales se pueda aportar conocimientos y experiencias, para que de esta manera podamos asumir en forma colectiva un compromiso con el cuidado de los niños y jóvenes”, hechos que aprovecharon los integrantes de un gremio docente de nivel medio para generar nuevas respuestas a nuevas problemáticas creando a través de un proyecto esta institución de Jóvenes y adultos.

Una de las categorías identificadas en el trabajo empírico son las razones de elección de la institución y las características del cursado, los estudiantes expresan “. Fue porque no había terminado el secundario en Buenos Aires, comencé a trabajar a los 16 años, vine a Jujuy a visitar a mi familia y ellos insistieron para que culmine la secundaria ahí y lo hice en dos años”, “Por rumores, había un colegio que se podía terminar rápido la secundaria, fue así de

boca en boca”.” Terminar rápido el secundario”.

En este caso la secundaria de 5 años se cursaba en 3 años, los alumnos en su mayoría ingresaban para culminar a partir del tercer año, dependía del nivel de interés de cada uno, podría decirse de su autogestión del aprendizaje. Esta mayor libertad requiere del estudiante ser organizado, administrar sus tiempos, ser responsable. La falta de estas características personales constituye un fuerte obstáculo para las posibilidades de progresar en sus estudios.

Seguramente, habrá cosas que valdrá la pena recuperar de otros tiempos y otras que será necesario modificar, pero lo cierto es que no hay recetas y las respuestas tenemos que buscarlas y construirlas entre todos.

Tomando el ambiente estudiantil de la institución investigada, ellos relatan que vivían “una fiesta constante, libertad, sin control, desterrados de otras instituciones, rechazados, perdidos por la droga, formación de grupos, diferentes clases sociales”. Como destaca D: W: Winnicot “Hacen falta adultos si se quiere que los adolescentes tengan vida y vivacidad (...) Es saludable recordar que la actual inquietud estudiantil y su expresión manifiesta puede ser, en parte producto de la actitud que nos enorgullecemos de haber adoptado respecto del cuidado de bebés y niños. Que los jóvenes modifiquen la sociedad y enseñen a los adultos a ver el mundo en forma renovada; pero donde existe el desafío de un joven en crecimiento, que haya un adulto para encararlo.”

CONCLUSIONES

Con respecto a los diálogos realizados es importante la oportunidad que tuvieron los alumnos para concluir la escuela secundaria. Así también la mayoría destacó que la propuesta pedagógica era débil, debido a que les costó ponerse en las mismas condiciones que los otros alumnos tenían al ingresar a instituciones de educación superior.

También es importante la toma de decisiones de cada uno de ellos al formar los grupos, porque el grupo constituye la transición necesaria en el mundo externo para lograr la individualización adulta como en la cuestión de los límites al decidir no drogarse

a pesar de haber probado y sobre todo la responsabilidad en los estudios.

Considerando el contexto áulico, social político y económico descrito por los estudiantes, presenta diferencias marcadas con otras poblaciones etarias poniendo en

evidencia la ausencia en igualdad de oportunidades, la justicia social, la falta de calidad educativa y vacíos en las políticas para dar solución a la Educación de Jóvenes y Adultos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Ander Egg, E. y Velle P. (1.997). Guía para preparar monografías y otros textos expositivos-Lumen Humanistas. Buenos Aires. Argentina.

Achili, E. L. (2.002) -Notas sobre el proceso de construcción de un Proyecto de Investigación"-

Achili, E. L. Investigar en Antropología Social. Cap. 3. Laborde Editor.

Camilo Recio, Mirian (01-04-22) Hacia la conferencia Internacional de Educación de Adultos CONFITEA.

Cifuentes Gil, R. M. (2.011) Diseño de Proyectos de Investigación cualitativa. Noveduc Libros. Buenos Aires. Argentina.

De Rendo, A. Vega, V. (2.016), Una escuela en y para la diversidad. Argentina, Aique grupo editores.

Duchatzky, S. Farron, G. Aguirre E. (2.010), Escuelas en escenas. Una experiencia de pensamiento colectivo. Buenos Aires. Editorial Paidós.

Galeano Moren, M. E., (2.007) Estrategias de investigación social cualitativa. El Giro de la mesa. Editorial La carreta. Medellín.

Gentili, P. (2.008) Segunda edición Investigación participativa, desafíos y contradicciones. Buenos Aires Miño y Dávila editores.

Gibbs, G., El análisis de datos cualitativos en Investigación cualitativa. Ediciones Morata.

Gubert, R. La Etnográfica", Método, campo y reflexividad Enciclopedia

Latinoamericana de sociocultural y comunicación. Grupo Editorial Norma. Bs. As. Argentina.

Lavanchy, D. (2.014) Desarrollo y Estado actual de la Educación de Adultos en el Norte Argentino. Purmamarka Ediciones.

Lavanchy, D. (2.015) Educación de Adultos. Purmamarka Ediciones. San Salvador de Jujuy. Argentina.

Lorenzatti, M. del C. Bowman M.A. (2.019) Educación de jóvenes y adultos. Contribuciones de la investigación para pensar la práctica educativa, Uniro editora.

Muller, M. (1997): "Orientar para un mundo en transformación", Jóvenes y adultos entre la educación y el trabajo. Bs.As. Argentina. Editorial Bonum.

Rodríguez Gómez, G. Metodología de la investigación cualitativa. Ediciones Aljibe.

Romero, C. (2.012) La escuela secundaria, entre el grito y el silencio. Las voces de los actores. Compilación. Buenos Aires. Novedades Educativas.

Sirvent, M. T. (2.006). El proceso de la investigación" Universidad Nacional de Buenos Aires. Facultad de Filosofía y Letras. Departamento de Ciencias de la Educación Investigación y Estadística Educacional I- Buenos Aires- Argentina.

ORIGEN Y DESARROLLO DE LA TELEVISION POR CABLE EN SAN PEDRO DE JUJUY. ESTRATEGIA DE INSTALACION Y PRIMEROS PRODUCTOS AUDIOVISUALES

Quinteros Maximiliano Federico

Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy, Universidad Católica de Santiago del Estero Departamento Académico San Salvador. Calle Ernestina Acosta 253. Barrio Zarzoso. San Pedro de Jujuy. Código Postal 4600 Provincia Jujuy

Email: mquinteros@fhycs.unju.edu.ar

RESUMEN

La historia de los medios de Comunicación, particularmente de la televisión, será abarcada en este trabajo. En él se realizará un recorrido por los inicios de la televisión de vínculo físico en la ciudad de San Pedro de Jujuy desde sus inicios hasta los primeros cinco años de funcionamiento (1986-1991)

Se plantean como objetivos en este recorrido, describir el origen y desarrollo de los primeros cinco años de funcionalidad de la televisión por cable o de vínculo físico en la ciudad. Además, detallar el proceso legal, administrativo, económico y tecnológico por el cual la televisión por cable se instala teniendo en cuenta su contexto social.

También se buscará reconocer las estrategias del proceso de fundación y puesta en función de la televisión por cable. Además, teniendo en cuenta las políticas públicas de comunicación, reconstruir la historia de los primeros productos televisivos locales realizados en la ciudad de San Pedro y describir, utilizando fuentes orales, memorias históricas de residentes de la ciudad en esos años de formación de la televisión de uso físico en San Pedro de Jujuy.

Para poder llevar adelante este trabajo, se propone el enfoque micro histórico que aborda el problema de cómo acceder al conocimiento del pasado mediante diversos indicios, signos y síntomas. Es un procedimiento que toma lo particular como punto de partida y procede a identificar su significado a la luz de su contexto específico.

Palabras Claves: Comunicación, Historia.

Eje temático: Tecnologías y ciencias de la producción

INTRODUCCION

En este trabajo se analiza el surgimiento y el desarrollo de la televisión por cable en la ciudad de San Pedro de Jujuy, y cómo este medio de comunicación se relacionó con los cambios políticos, sociales y tecnológicos que se produjeron entre 1986 y los primeros años de su funcionamiento.

Se parte de la premisa de que los distintos medios de comunicación son componentes esenciales de la sociedad, que han estado presentes desde sus orígenes en diversas formas, desde las primeras pinturas rupestres hasta los dispositivos móviles que usamos hoy en día.

Se propone una mirada que reconozca a estos medios de comunicación como parte de la cultura y la sociedad, y que permita entender el desarrollo de la tecnología y sus usos en el entorno de las personas.

Se retoma la línea de investigación planteada por Alejandra García Vargas, Marcelo Brunet y Cesar Arrueta en su artículo "Tramas y Complicidades en Jujuy Una Mirada Desde La Década Del 90", donde los autores buscan profundizar en el análisis de las particularidades locales de la investigación sobre medios de comunicación, frente a las tendencias dominantes que se han centrado en los aspectos mediáticos nacionales e internacionales, sin dar mayor relevancia a

las escalas provinciales. Este es uno de los objetivos que se persigue en la presente investigación.

Asimismo, se recuerda la presentación realizada en Jujuy, del Centro de Investigación en Comunicación “Luis Ramiro Beltrán Salmón”, de la Universidad católica de Santiago del Estero, Departamento académico San Salvador, que planteaba hace unos años la necesidad de estudiar y analizar la comunicación desde el desarrollo local, logrando este grupo de trabajo, la realización de varias investigaciones y la edición de libros sobre el campo mediático y de la comunicación jujeña.

¿Por qué me interesa estudiar la televisión?

La introducción de la televisión por cable en San Pedro de Jujuy deja una relación de fidelidad por parte de la sociedad hacia los contenidos locales. A diferencia de los programas nacionales, el público prefería sintonizar los noticieros, desfiles, corsos y programas de televisión locales, ya que éstos mostraron más de lo que sucedía en la comunidad. Esta preferencia refleja un sentido de identidad local y una conexión más estrecha con los acontecimientos y la cultura de San Pedro.

La televisión, según la definición de Pauloni (2013), es una fusión de los términos griegos "tele", que significa distancia, y otro de origen latino, que se refiere a la visión. Por lo tanto, la televisión implica una forma de ver a distancia, gracias a la tecnología y la transmisión de señales. Sin embargo, la televisión no se limita únicamente al televidente y al aparato tecnológico en sí mismo, sino que implica un conjunto de elementos que pueden ser analizados desde diversas perspectivas.

En este caso particular, resulta interesante observar la utopía tecnológica que llevó a un grupo de personas del sector económico privado a embarcarse en una empresa de televisión por cable en San Pedro de Jujuy.

Esta iniciativa carecía de antecedentes locales y tenía poca presencia a nivel regional. La apuesta por esta nueva empresa implica un deseo de aprovechar las posibilidades que brinda la tecnología para conectar a la comunidad y ofrecer contenidos locales de calidad.

En resumen, la relación de fidelidad de la sociedad de San Pedro de Jujuy con la televisión por cable local refleja un sentido de identidad y conexión con la comunidad. La televisión, como medio de comunicación, va más allá del televidente y el aparato tecnológico, involucrando múltiples aspectos que pueden ser objeto de análisis. La introducción de la televisión por cable en esta localidad fue un ejemplo de una utopía tecnológica, donde un grupo de personas se aventuró en un proyecto innovador para satisfacer las necesidades y preferencias de la comunidad.

La ciudad donde se realizó el estudio.

La ciudad de San Pedro de Jujuy, perteneciente al Departamento San Pedro, se encuentra a 60 kilómetros de la capital provincial, San Salvador de Jujuy. Es la segunda ciudad más poblada de la provincia, después de San Salvador de Jujuy. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de 2022, la ciudad tiene una población de 71666 habitantes, lo que representa un aumento del 9,77% en comparación con el censo anterior de 2001, que reportó una población de 53.039.

La ciudad está situada en el valle del río San Francisco de Jujuy, a 15 kilómetros de la confluencia de los ríos Grande y Lavayen, que luego forman el río San Francisco. Sirve como el centro administrativo del Departamento de San Pedro.

La región tiene un clima tropical de montaña que favorece el cultivo de caña de azúcar, tabaco, sorgo, maíz, frutas, hortalizas y otros cultivos. La ganadería, incluyendo bovinos, porcinos y caprinos, también juega un papel importante en la economía local.

En la actualidad, el Intendente de San Pedro de Jujuy es Julio César Bravo, miembro del partido Unión Cívica Radical (Juntos por el Cambio), quien cumple su segundo mandato.

MATERIALES Y METODOS

En este apartado, pretendo ofrecer algunas precisiones sobre las estrategias, metodología, métodos y técnicas que considero más adecuados para abordar el tema y las características del diseño de esta investigación.

Mi objetivo es describir los mecanismos de articulación entre el Estado, el mercado y los sistemas de medios de comunicación que dieron origen y desarrollo a los canales de vínculo físico a principios de la década de 1980, especialmente en la ciudad de San Pedro de Jujuy.

El enfoque microhistórico se ocupa del problema de cómo acceder al conocimiento del pasado a través de diversos indicios, signos o síntomas. Consiste en tomar lo particular como punto de partida y proceder a identificar su significado a la luz de su contexto (Burke, 2005: 135).

Este trabajo se propone analizar el surgimiento y el desarrollo de la televisión, desde una perspectiva histórica y cultural. Para ello, se utiliza un enfoque microhistórico que se inspira en la historiografía italiana y que busca una reducción de la escala de observación para obtener información sobre cómo los hombres y mujeres, insertos en un determinado contexto espacial y temporal, vivieron sus condiciones de vida, es decir, se trata de rastrear las características y la dinámica de las experiencias vitales de determinados actores históricos relacionados con la temática.

Herramientas

El objetivo de este estudio es presentar los resultados de una investigación cualitativa sobre la historia de la televisión de vínculo físico en San Pedro de Jujuy: dos señales de

cable y todo el contexto que ello implica. Para ello, se utilizaron diversas técnicas de recolección y análisis de datos, tales como:

- Observación documental en oficinas públicas y privadas, donde se consultaron fuentes legales y culturales sobre la situación de los medios en el contexto local.
- Entrevistas individuales a actores claves, que participaron en el desarrollo histórico de los medios, tanto desde el ámbito institucional como desde el público.
- Memorias de recepción, que consisten en relatos de los espectadores y oyentes sobre sus experiencias y recuerdos con los medios o sus contenidos.
- Entrevistas cualitativas de significado a los fundadores y gestores de la señal de cable, para comprender sus motivaciones, desafíos y logros en el proceso de creación del medio.
- Ordenar y clasificación de los periódicos, revistas de carácter general y especializadas de hemeroteca.
- Fuentes documentales complementarias, como recortes de prensa, fotografías, carteles y otros materiales que aportan información contextual y testimonial sobre la trayectoria de los medios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La intención del presente trabajo fue aportar elementos descriptivos para comprender los mecanismos de inserción de los medios de comunicación en una ciudad del interior del país destacando aspectos legales, culturales y de desarrollo para el lugar.

Sobre la televisión por cable o de vínculo físico se destaca la ausencia del estado en la implementación de políticas públicas en el inicio del sistema en la ciudad. Siendo esta una gran diferencia con la televisión abierta la cual nació y creció bajo órdenes de las regulaciones estatales.

Reparar los orígenes del ecosistema de medios es una tarea compleja en la actualidad, aunque se localizó actores y

material importante se puede haber caído en algún riesgo de omisión principalmente por el faltante de información que se destacó durante gran parte del trabajo.

Se buscó por sobre todo dar un panorama de la incubación de la estructura de la televisión por cable en la ciudad. Desde el primer cableado hasta los productos locales se observa un camino del recorrido en San Pedro de un proceso de estructuras mediáticas.

Particularmente, la televisión de San Pedro de Jujuy surge a partir de lo que Santiago Marino denomina periodo de expansión de oferta entre los años 1986 a 1989 (Marino, 2018: 290). Fueron estos años donde estas empresas privadas lograron instalarse definitivamente para permanecer en la venta del servicio.

Hay una serie de factores o elementos endógenos (jóvenes motivados por la realización del emprendimiento, capacidad productiva, cuadros técnicos capaces que desarrollaron un trabajo de instalación desde el inicio, agentes culturales, sociales con voluntad para generar productos televisivos locales y factores exógenos y también la situación política coyuntural, la dinámica política de los agentes, y un gobierno que permitió el crecimiento)

Teniendo en cuenta las causas de las políticas aplicadas a la televisión por cable en esa época se puede sostener que el sistema fue neoliberal sin intervención ni regulación del estado con beneficio al sector privado comercial originando los siguientes efectos perdurables en el tiempo:

- La red de normas definidas para estas empresas durante el proceso analizado (falta de legislación principalmente) benefició a la posibilidad de desarrollo de este sector privado en la ciudad (fundamentalmente empresas familiares) generando una estructura de propiedad fuerte que ya está cercana a cumplir 40 años de vigencia, sin contar con apoyo económico estatal o de capital extranjero lo que favoreció a los empresarios en la posibilidad de desarrollar

ofertas de contenidos a partir de intereses locales.

- La línea desarrollada por el estado en la televisión por cable es una clara posición neoliberal que subsiste hasta la actualidad.

- Es claro un modelo de concentración de la propiedad en la ciudad de San Pedro, sin diversificación de contenidos ni de producción siendo esto relacionado a los actores privados comprendiendo así el lugar central que ocuparon desde sus inicios hasta la actualidad estas empresas en la ciudad.

Se reafirma que las apuestas por estas nuevas empresas implicaron un deseo de aprovechar las posibilidades que brindó la tecnología para conectar a la comunidad y ofrecer contenidos locales de calidad

También aclaro que la introducción de la televisión por cable en esta localidad fue un ejemplo de una utopía tecnológica, donde un grupo de personas se aventuró en un proyecto innovador para satisfacer las necesidades y preferencias de la comunidad

Al examinar la relación con el sistema de medios y las tecnologías domésticas que existían en ese tiempo es notable como el servicio de televisión por cable fue incorporado rápidamente por la sociedad en su conjunto con la señal de cable local como punto de encuentro para todos los integrantes de la comunidad.

Así se incorporaron nuevos actores a la novel experiencia mediática generando técnicos que se formaron en base a copiar modelos de otras ciudades o aprendiendo de una forma autodidáctica las técnicas para desarrollar programas, spots publicitarios, programaciones y esto originó también nuevas lógicas mediáticas en las primeras audiencias televisivas que hubo en la ciudad.

Esto transformó a la televisión por cable en el ambiente local en un medio masivo de amplio alcance al que todos querían acceder y que se instaló en la sociedad como un actor social destacado al que se observaba con atención modificando en la ciudad la

circulación de los miembros del hogar sampedreño en cuanto a sus actividades y en especial en cuanto a su agenda mediática.

Además, desde la periferia de la provincia la instalación de este tipo de servicio es visto como un adelanto para la sociedad siendo esto una nueva etapa de modernización para esta parte de la provincia.

De esta forma, se marca un territorio con las particularidades propias de la ciudad, aunque al mismo tiempo se emitían programas de enlatados que llegaban de la provincia de Córdoba o de Buenos Aires.

Sobre las políticas públicas que permitieron la instalación de la televisión de vínculo físico destacó nuevamente lo sostenido por Santiago Marino “Solo necesitaban un permiso municipal (estos permisos no tenían costos económicos, eran desarrollados por el intendente de turno y en la mayoría de los casos respondían a influencias locales o conocidos que otorgaban el permiso o se financiaban con el pago de los abonados y la publicidad” (Marino. 2018 P: 43)

Más allá de este surgimiento, la expansión de la televisión por cable es un fenómeno que escapó al control del Estado y que se basó en la lógica comercial de los operadores de cable, que aprovecharon el vacío legal para permanecer en el tiempo brindando el servicio y transformándose en actores sociales importantes con el paso del tiempo.

A futuro quedará poder generar mecanismos para continuar con el rescate del material audio visual de las producciones locales de las cuales lamentablemente hay muy poco registro localizado y guardado para que en el tiempo no se pierda la línea histórica de aquellos que iniciaron este camino ya con más de cuatro décadas de existencia continua.

En lo personal queda pendiente seguir ampliando esta línea de recopilación histórica para todos los distribuidores de cable de la provincia dada la existencia de más de 40 operadores en la provincia según

un conteo desarrollado durante este año 2023.

Esperando haber contribuido a futuras y más complejas indagaciones que amplíen lo expuesto y que se puedan seguir complejizando estas líneas de trabajo cerrando aquí un capítulo inicial de una historiografía que rescato trabajos anteriores para poder seguir ampliando la base de futuros análisis.

Como se sostuvo con anterioridad la investigación es un proceso, esta tarea implica un movimiento constante en el cual las configuraciones mediáticas van a seguir cambiando con nuevas políticas de comunicación, nuevo emprendedores o desarrollos tecnológicos.

REFERENCIAS

Burke, Peter. (2005) Reflexiones sobre los medios de comunicación de masas en la Europa moderna. Manuscris: revista d'història moderna, [en línea], Núm. 23, p. 21-29, <https://raco.cat/index.php/Manuscris/article/view/39757> [Consulta: 4-12-2021].

Marino, Santiago (2018) Políticas de comunicación del sector audiovisual: modelos divergentes, resultados equivalentes: la televisión por cable y el cine en la Argentina 1989-2007. - 1a ed. - Bernal: Universidad Nacional de Quilmes. Libro digital, PDF

Martín, Rocío Belén Comunidades, estudios y experiencias sobre contextos y comunidades de aprendizaje / Rocío Belén Martín; María Cristina Rinaudo; Paola Verónica Paoloni. - 1a ed. - Villa María: Eduvim, 2019. 208 p.; 21 x 15 cm. - (Cuadernos de investigación) ISBN 978-987-699-559-7 1. Educación. 2. Psicología. 3. infancia. I. Rinaudo, María Cristina II. Paoloni, Paola Verónica III. Título CDD 370.15

Picco, Ernesto (2022). Sistemas mediáticos sub-nacionales. Un estudio comparativo en las provincias del noroeste argentino durante

el período democrático (1983-2020). Tesis de doctorado. UNLP.

García Vargas, Alejandra, Arrueta, César y Brunet, Marcelo (2009): "Medios masivos: tramas y complicidades en Jujuy. Una mirada desde la década del 90". En Lagos, Marcelo (director). Jujuy bajo el signo neoliberal. Política sociedad y cultura en la década del noventa. San Salvador de Jujuy, EDIUNJu.

LAS ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE DE LA PRONUNCIACIÓN DE LA LENGUA INGLESA DESDE UNA METODOLOGÍA MIXTA CON DISEÑO SECUENCIAL EXPLICATIVO

Rodriguez, María Fernanda

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Jujuy. Alvear N° 843, San Salvador de Jujuy, Jujuy

mfrodriguez@face.unju.edu.ar

Resumen

El presente artículo describe la metodología de investigación que se utilizó para el estudio de las estrategias de adquisición de pronunciación de la lengua inglesa. El mismo se enmarca en una tesis de doctorado en educación con línea de investigación en didáctica de la lengua extranjera inglés. El mismo se llevó a cabo en un instituto de enseñanza superior de la provincia de Jujuy. El objetivo del estudio es conocer las estrategias a las que recurren los estudiantes para lograr, de acuerdo con el enfoque comunicativo, una pronunciación inteligible. Se abordó, desde una metodología mixta, y se optó por un diseño secuencial explicativo. La intención del artículo es presentar la metodología utilizada para el estudio, los instrumentos de recolección de datos, que luego de su análisis, permitieron conocer qué hacen los alumnos del profesorado de inglés para adquirir la pronunciación, teniendo en cuenta varios factores que influyen en este proceso.

Palabras clave: pronunciación, estrategias, adquisición, fonética, fonología

Eje temático: EJE 2: Desafíos sociales y Educación

INTRODUCCIÓN:

El tema del presente trabajo de investigación está referido a la Pronunciación. Se trata de un caso de estudio sobre el análisis de las estrategias para adquirir la pronunciación de la lengua inglesa utilizadas por los futuros educadores de inglés en un Instituto de Enseñanza Superior, institución de nivel terciario situada en la ciudad de San Salvador de Jujuy.

La pronunciación desempeña un papel esencial en la comunicación, tanto en la comprensión auditiva, la expresión y la interacción oral. Muchos lingüistas y académicos destacados coinciden en que la pronunciación de una lengua extranjera, en este caso el inglés, es el primer problema al que se enfrentan los estudiantes, en especial al inicio del profesorado (inglés), porque deben ser capaces de reconocer los sonidos del idioma y producirlos lo más inteligible posible, ya que ellos, como futuros formadores, serán el modelo de pronunciación de sus alumnos (Saito, 2015). Según James (2010), una pronunciación aceptable se puede entender basándose en los siguientes niveles básicos. Un primer nivel

sucede cuando lo que el hablante expresa no es comprensible, por no utilizar los sonidos o acentuación correctos para emitir el mensaje.

Cantero (2002) piensa que la enseñanza de la pronunciación tiene que apoyarse en la enseñanza de estrategias que permiten formular y entender un discurso oral genuino y espontáneo, adecuado en su conjunto. Según este autor, la competencia comunicativa, consistirá en conseguir una competencia estratégica que permita al alumno construir una nueva pronunciación en la lengua meta, adecuada al contexto y al interlocutor. Los enfoques metodológicos más actuales sobre la enseñanza de la pronunciación ponen énfasis en la competencia fónica más que en el aspecto fonológico de la lengua, por considerarlo un medio para negociar el significado discursivo en contextos interpersonales y socioculturales. James (*op.cit.*) cree que la pronunciación aceptable de un hablante es fácilmente inteligible, y con este objetivo, el profesor puede trabajar mejorar la confianza en la pronunciación de sus alumnos.

Existe bastante material sobre cómo enseñar Fonética y Fonología, pero no sobre la forma en que los alumnos aprenden y adquieren la pronunciación. Formar a los alumnos en el uso de estrategias de aprendizaje, posibilita aprender de manera consciente y más efectiva. Al enseñar las estrategias, el docente lo hace demostrando cómo utilizarlas a través de un modelo, y se relaciona con las actividades que el profesor plantea en el aula, los métodos de enseñanza y recursos a los que recurre, y con la modalidad de discurso que usa para interactuar con sus alumnos.

El interés por estudiar esta temática surge a partir haber observado la diferencia en la capacidad de los alumnos del profesorado en percibir y emitir sonidos de la lengua extranjera con mayor o menor precisión. Aquellos que tienen una capacidad discriminatoria de sonidos menor, deben esforzarse aún más para superar sus dificultades. Esto puede deberse a distintos factores, que influyen relacionados con las características propias del alumno, su edad, personalidad, motivación, aspectos cognitivos (memoria, atención, etc.) como así también el contexto social y las condiciones de aprendizaje (Saito, *op. cit.*). Otro factor muy importante es la aptitud lingüística, la que consiste en el conjunto de habilidades y capacidades que hace posible el proceso por parte del aprendiz. El interés por mejorar la pronunciación, sin lugar a duda, juega un papel fundamental para el progreso de los alumnos del profesorado de inglés, por lo que la actitud y la motivación son otros factores que influyen en la adquisición de la pronunciación. Esta requiere que ellos, continuamente, intenten diferentes modos de resolver sus dificultades en el proceso de aprendizaje, que en este caso tienen que ver no solo con la articulación de los sonidos sino con la entonación, acento, ritmo y pausas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del trabajo, fue necesario hacer un recorrido por las teorías de adquisición de la lengua y del lugar que ocupó la Fonética y Fonología en los distintos métodos de enseñanza. Asimismo, posicionarse en una definición de estrategia de aprendizaje, entre las tantas que existen y en este caso se optó por la de Oxford, que las considera como “acciones específicas que realiza el alumno para hacer el aprendizaje le resulte más rápido, fácil, agradable,

autodirigido, efectivo y transferible a nuevas situaciones” (Oxford, 1990 p.8).

Teniendo en cuenta el problema y objetivos planteados en este trabajo, se considera que a metodología mixta es la más apropiada, con un diseño de corte secuencial explicativo, en el que los datos cuantitativos se recopilan y analizan en primera instancia, y en una segunda instancia los datos cualitativos recogidos ayudan a explicar los datos numéricos. En este caso se combina estadística descriptiva con un estudio de caso.

El propósito general y la premisa central de los estudios de métodos mixtos es que el uso de enfoques cuantitativos y cualitativos en la combinación proporciona una mejor comprensión de los problemas de investigación y fenómenos complejos que cualquiera de los dos enfoques por sí solo (Creswell y Plano Clark, 2011).

La razón fundamental para combinar datos cuantitativos y cualitativos en un estudio se deriva del hecho de que ni los métodos cuantitativos ni cualitativos son suficientes, por sí mismos, para capturar las tendencias y los detalles de una situación. Alternativamente, un método puede mediar dentro de otro método para proporcionar información sobre diferentes niveles o unidades de análisis.

En este estudio, por un lado, los métodos cuantitativos, permiten recabar datos que brinda la estadística descriptiva. Los datos numéricos obtenidos de los instrumentos de recolección de datos utilizados conducen a conclusiones basadas en la información estructurada y estadística, además de probar o refutar la hipótesis planteada en este estudio. Los métodos cuantitativos por su parte, permiten definir, clasificar y caracterizar el objeto de estudio, las estrategias de adquisición de la pronunciación. Por otro lado, el método cualitativo de estudio de caso permite reconocer, a través de las distintas categorías de análisis de los datos, las formas y modos en que los alumnos adquieren la pronunciación de la lengua inglesa, y poder identificar las estrategias que emplean.

Las técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos de recogida de información cualitativa son las entrevistas, la observación y registro de campo, además de cuestionarios e inventarios de estrategias. A

través de la entrevista en situación de comunicación informal y, usando la técnica de estudio *focus group*, se conoce la opinión de los alumnos del profesorado de inglés acerca de su proceso de adquisición de la pronunciación. Además, se utilizan las Escalas de Estrategias de Aprendizaje ACRA (*Adquisición, Codificación, Recuperación y Apoyo*), de Román y Gallego (2008); el inventario de estrategias S.I.L.L. (*Strategy Inventory Language Learning*), (Oxford, op.cit.) y un cuestionario de Estrategias de Aprendizaje de Pronunciación (adaptado de Catka, 2011 en Rokoszewska, 2012, pp.410-413).

Al tratarse de instrumentos de escala sumativa Likert con diferentes alternativas de respuestas, se aplica el coeficiente Alfa de Cronbach para ser validados.

Escalas ACRA

Las Escalas de estrategias de aprendizaje, denominadas ACRA, es un acrónimo formado partir de las letras iniciales del tipo de estrategias que las conforman, tal se mencionó anteriormente, Adquisición, Codificación, Recuperación y Apoyo. Como se mencionó anteriormente, estas escalas fueron propuestas por Román y Gallego (*op. cit.*). Estos autores recomiendan cuatro escalas independientes que evalúan el uso de estrategias de aprendizaje por parte de los estudiantes. Se aplicaron de forma individual a los alumnos del profesorado de inglés. Estas son: a) la escala de adquisición de información, b) la escala de codificación de la información, c) la escala de recuperación de la información y por último d) escala de estrategias de apoyo al procesamiento. La primera escala (Adquisición) contiene siete estrategias, la segunda escala (Codificación) consta de trece estrategias, la tercera escala (Recuperación) tiene cuatro estrategias y la última escala (Apoyo) posee nueve estrategias. Para estos autores, las estrategias son definidas como secuencias integradas de procedimientos o actividades mentales que se activan con el propósito de facilitar la adquisición, el almacenamiento y utilización de la información.

Inventario de Estrategias de Aprendizaje (SILL)

Otro cuestionario que se utilizó en este trabajo para conocer las estrategias de

adquisición de la pronunciación de la lengua inglesa fue el desarrollado por Rebecca Oxford (1990) conocido como el Inventario de Estrategias para el Aprendizaje de Idiomas (SILL), por su sigla en inglés *Strategy Inventory for Language Learning*

El inventario de estrategias que propone Oxford se diferencia de otras propuestas de autores anteriores al SILL, por ser un inventario más detallado, claro y sistemático para identificar las estrategias. Está escrito en un vocabulario simple, y abarca las cuatro habilidades lingüísticas (leer, escribir, hablar, escuchar).

La autora clasifica a las estrategias en dos tipos: directas e indirectas, las cuales se subdividen en un total de seis grupos.

Según la definición de Oxford (*op. cit.*), las estrategias de aprendizaje de idiomas que involucran directamente al idioma de destino se denominan estrategias directas. Estas estrategias incluyen estrategias de memoria, cognitivas y de compensación. Todas estas estrategias directas implican el procesamiento mental de la lengua. Por otro lado, las estrategias indirectas son estrategias metacognitivas, afectivas y sociales y brindan apoyo indirecto para el aprendizaje de idiomas mediante el enfoque, la planificación, la evaluación, la búsqueda de oportunidades, el control de la ansiedad, el aumento de la cooperación y la empatía, y otros medios (Oxford, *op. cit.*). Estas estrategias están interrelacionadas entre sí.

Cuestionario de estrategias de aprendizaje de Pronunciación (Adaptado de Calka, 2011, pp. 149-168, en Rokoszewska, K. 2012, 410-413)

El cuestionario de estrategias de pronunciación es una adaptación del cuestionario SILL de Rebecca Oxford. Los alumnos indican marcando la frecuencia con la que realiza las acciones para aprender la pronunciación que menciona el cuestionario. Tienen que elegir entre: 1) nunca o casi nunca; 2) normalmente no; 3) algunas veces; 4) normalmente sí y 5) siempre o casi siempre. Su análisis también coincide con el SILL, y este cuestionario también se validó por medio del coeficiente Alfa de Cronbach.

Análisis de datos

Los datos que se obtienen de los inventarios de estrategias de aprendizaje se analizan desde la metodología cuantitativa descriptiva.

Su objetivo es proporcionar información sobre una variable relevante, puntualmente en este caso, las estrategias de adquisición de la pronunciación. Se recurre al software SPSS (IBM Corp., 2020) para el análisis de datos estadísticos.

Esta comunicación no informa los resultados cualitativos del estudio, sin embargo, es oportuno mencionar que, para su análisis, se utilizó principalmente, la codificación, categorización y reducción de datos. El análisis se hace en proceso y se confrontan con la teoría, con los datos obtenidos para lograr, en sucesivas aproximaciones al objeto, nuevos conocimientos que ayuden a comprenderlo.

Las escalas ACRA son las que permiten evaluar de forma cuantitativa y cualitativa diversas estrategias de aprendizaje que utilizan los estudiantes en el aprendizaje de la pronunciación de la lengua inglesa a través de las diferentes fases, como la de adquisición, codificación, recuperación y apoyo de la información (Nisbet y Schucksmith, 1987).

El SILL, una medida estandarizada con versiones para hablantes de inglés que aprenden otra lengua permitirá conocer la frecuencia de uso de las estrategias de aprendizaje, con los siguientes indicadores: 5 (siempre o casi siempre), 4 (generalmente), 3 (algunas veces), 2 (casi nunca) y 1 (nunca). El inventario adaptado para estrategias de pronunciación de Calka, en Rokoszewska (op.cit.) permitirá conocer en forma más específica que hacen los alumnos para adquirir la pronunciación. Al igual que el SILL tiene los siguientes indicadores: 1. nunca o casi nunca, 2. normalmente No, 3. algunas veces 4. normalmente Si y 5. Siempre. Este inventario incluye la opción de que el alumno explique si utiliza alguna forma o modo de adquirir la pronunciación.

Los análisis de datos cuantificados pueden servir para fines de validez concurrente de los datos cuantitativos, así como para confirmar o expandir los análisis de estos últimos. Sin embargo, los análisis serán descriptivos de la principal variable del estudio, las estrategias de adquisición de la pronunciación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este artículo solo se comparte un resumen del análisis y sistematización de los datos recolectados con los distintos instrumentos

utilizados. De allí es que se pudo conocer que en general, que los alumnos emplean estrategias para adquirir la pronunciación. En el gráfico 1 se puede observar que el 68% hace un uso alto y un 32% un uso moderado.

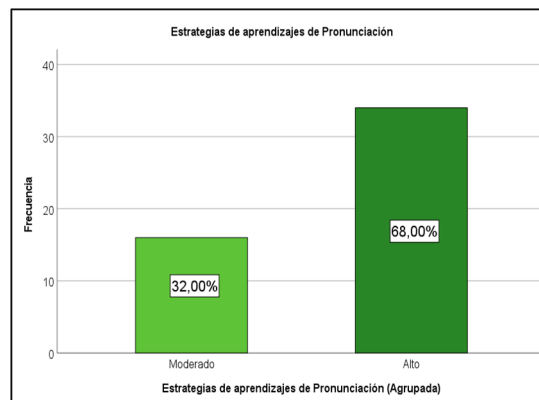


Gráfico 1

Entre las estrategias a las que más recurren se pueden mencionar:

Estrategias de memoria: memorizan la pronunciación asociándola con imágenes; memorizan la pronunciación de una palabra; utilizan símbolos fonéticos del Alfabeto Fonético Internacional; agrupan palabras que suenan similares; visualizan la transcripción; repiten las palabras muchas veces; se graban y escuchan.

Estrategias metacognitivas: leen simultáneamente con audios, generalmente *podcasts* con transcripción siguiendo la lectura; repiten frente al espejo, imitan movimientos de los articuladores; leen en voz alta; buscan en el diccionario la pronunciación de las palabras; aplican reglas de pronunciación; presta atención a los errores cometidos.

Estrategias Compensatorias: si no saben cómo pronunciar una palabra, tratan de utilizar otra o bien hacer una descripción de esta.

Estrategias metacognitivas: prestan atención a la pronunciación cuando escuchan a un hablante nativo o a sus docentes; reconocen los problemas de pronunciación y tratan de mejorarlos, evalúan su propio aprendizaje, recurren a distintos recursos (videos,

canciones, páginas web con variados ejercicios, apps).

Estrategias afectivas: tratan de incentivarse a hablar inglés aun cuando les resulta difícil; tratan de relajarse cuando sienten miedo de leer en voz alta o cuando tienen que hablar en clase; piden ayuda a un profesor particular cuando sienten que realmente lo necesitan.

Estrategias sociales: estudian entre compañeros ayudándose a mejorar la pronunciación; tratan de buscar oportunidades de poder practicar con hablantes nativos.

Este trabajo ofrece información al docente de fonética y fonología para que conozca e incentive a los alumnos a utilizar las estrategias de adquisición de la pronunciación del inglés, promoviendo su uso en el aula y fuera de esta, para elevar el nivel académico y de proficiencia de los estudiantes, ya que comúnmente no se evidencia que la enseñanza de estrategias esté contemplada en los programas y planes de clases de Fonética y Fonología.

Para concluir se puede decir que para la adquisición de la pronunciación es posible ayudar a los estudiantes a tener éxito en el aprendizaje del idioma y a lograr autonomía en su aprendizaje. Por este motivo, el estudio brinda a los alumnos una variedad de estrategias de aprendizaje y habilidades de adquisición de la pronunciación del inglés, que les permite aprender significativamente, en vinculación con las diferentes materias específicas de la carrera, ya que la pronunciación debe ser atendida no solamente en Fonética y Fonología sino por todas las demás asignaturas.

El estudio aporta datos valiosos al tema de investigación, especialmente en la provincia de Jujuy, en donde no hay antecedentes de otras investigaciones sobre esta temática y constituye un tema de vacancia. Además, invita a la reflexión sobre el proceso de aprendizaje-enseñanza de la pronunciación y que los profesores de inglés puedan ayudar a sus alumnos a lograr una pronunciación inteligible y a lograr autonomía en su aprendizaje.

REFERENCIAS

Calka, A. (2011). Pronunciation Learning Strategies Identification and Classification. En Pawlak, M., 2011, et.al.) (eds.) Speaking and Instructed Foreign Language Acquisition. (pp.149-168). Multilingual Matters.

Creswell, J. W., y Plano Clark, V. L. (2011). Designing and conducting mixed methods research. (2nd ed.). Sage.

James, R. B. (2010). Teaching Pronunciation Gets a Bad R.A.P: A Framework for Teaching Pronunciation. Hankuk University of Foreign Studies.

Oxford, R. (1990). Language Learning Strategies: What Every Teacher Should Know. New York: Newbury House Publishers.

Saito, K. (2015). Variables affecting the effects of recasts on L2 pronunciation development. *Language Teaching Research*, 19(3), 276-300. <https://doi.org/10.1177/1362168814541753>

Román J.M. y Gallego S. (2008). ACRA Escalas de Estrategias de Aprendizaje (4ª edición). Publicaciones de Psicología Aplicada. Serie menor núm. 229 TEA Ediciones, S.A. Madrid.

Teddie, C y Tashakkori, A. (2009). Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioural sciences, Sage.

UTILIZACIÓN DE PALATINOSA Y ERITRITOL COMO ENDULZANTES DE YOGUR CAPRINO. ATRIBUTOS SENSORIALES

Soruco, J. ^(1,2), Maldonado, S. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratorio Ingeniería para el Desarrollo de la Agroindustria Regional (IDeAR), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy, Ítalo Palanca 10, 4600, Jujuy, Argentina.

⁽²⁾ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

e-mail: smaldonado@unju.edu.ar

Resumen

El interés en productos lácteos de cabra ha incrementado debido a sus distintivas propiedades nutricionales y a que representa un potencial de sustitución en la dieta, de lácteos de origen bovino. Entre los productos lácteos fermentados se encuentra el yogur, que a nivel de procesamiento industrial implica habitualmente la adición de sacarosa como principal endulzante. En este estudio se analizó el perfil sensorial de un yogur de leche de cabra desarrollado en el laboratorio, con palatinosa y eritritol como sustitutos de sacarosa, utilizando el método de análisis CATA (check-all-that-apply). Se evaluaron cinco muestras de yogures de leche de cabra descremado (0,3% lípidos), estandarizado (15% de sólidos lácteos) y con proporciones equidistantes de palatinosa y eritritol (100/0-75/25-50/50-25/75-0/100%) en reemplazo de 7 g/100g de sacarosa en el producto (formulación control). El análisis utilizado incluyó: aceptabilidad, intención de compra, prueba de Q de Cochran y análisis de correspondencia. Los resultados mostraron que las muestras con mayor grado de aceptación e intención de compra fueron las formuladas con mezclas 50/50 y 25/50 % de palatinosa/eritritol. En la prueba de Q de Cochran 16 atributos fueron significativos en la frecuencia de menciones de los consumidores. Las mezclas de endulzantes llevaron a obtener muestras descritas como productos brillosos, cremosos, con aroma a yogur, color natural, firme/consistente, de color blanco y sabor suave a cabra. Cuando se usó 100% palatinosa los evaluadores describieron al producto como ácido, espeso y poco dulce, mientras que cuando se utilizó 100% de eritritol los caracterizaron como fluidos y con separación de fases. Las muestras con 50/50 % y 25/75% (palatinosa/eritritol) presentaron percepciones más cercanas a la muestra control. La formulación que presentó mejores características sensoriales y nivel de aceptación e intención de compra satisfactorias fue la formulada con 50% de palatinosa y 50% de eritritol.

Palabras claves: cabra, yogur, isomaltulosa, eritritol, CATA.

Eje Temático: Tecnología y ciencia de la producción

INTRODUCCIÓN

El yogur es uno de los productos lácteos fermentados más antiguos, obtenido por coagulación y fermentación bajo la acción de bacterias iniciadoras *Lactobacillus delbrueckii. Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (Aryana et al., 2017). Actualmente el yogur de leche de cabra está creciendo en popularidad a nivel mundial por sus beneficios para la salud, debido a sus características probióticas y porque además puede ser usado por personas alérgicas a la leche de vaca, como sustituto al homólogo de origen bovino (Pal et al., 2017).

Entre los ingredientes que comúnmente se usan para contribuir al sabor dulce de los yogures se encuentra principalmente la sacarosa. La creciente demanda de alimentos saludables, bajos en azúcar y calorías, ha llevado a la industria alimentaria a buscar tecnologías para reducir la sacarosa o reemplazarla con edulcorantes alternativos (McCain et al., 2018; Erickson & Carr, 2020; Pereira et al., 2022).

Además de la sacarosa, varios azúcares simples, polisacáridos y azúcares de alcoholes se comercializan como edulcorantes bajos en calorías, con beneficios adicionales para la salud.

La isomaltulosa, también conocida como “palatinosa”, es un disacárido formado por

monómeros de glucosa y fructosa. Es de color blanco, de baja higroscopicidad. Su dulzura es aproximadamente 50% de la de sacarosa y aporta 2 kcal/g, que implica el 50% del aporte de la anterior. Sokołowska et al. (2022) destacaron su bajo índice glucémico y sus propiedades no cariogénicas. Kawai et al. (1989) informaron que la dosis diaria segura es de 1g/kg de peso corporal.

Por su parte, el eritritol es un alcohol monosacárido, que está presente en forma natural en algunos/muchos vegetales y se produce industrialmente por fermentación de glucosa a través de levaduras. Es de color blanco, no higroscópico, con dulzor de aproximadamente 60-70% de sacarosa y tiene un poder calórico muy bajo de solo 0,2 Kcal/g (Ibrahim, 2021). Tiene propiedades no cariogénicas y anti-hiperglucémicas, lo que lo convierte en una alternativa para personas con diabetes o aquellos comprometidos con la reducción de carbohidratos en su metabolismo (de Cock et al., 2016). Wölnerhanssen et al. (2020) recomiendan una dosis máxima diaria de 0,6 a 0,8 g/kg de peso corporal.

Una etapa importante en el desarrollo de nuevos productos es la evaluación sensorial, ya que permite medir la aceptación de los consumidores y la percepción de su calidad. La aceptación dependerá del grado de satisfacción de las necesidades y expectativas de los consumidores, por lo que los resultados de este tipo de estudios son muy útiles tanto para definir las posibilidades de inserción del producto formulado en el mercado, como para mejorarlo y optimizarlo (Bayarri et al., 2011). Si bien las características de la palatinosa y el eritritol reflejan su potencial como sustitutos de sacarosa en yogures, existe limitada información del efecto de su incorporación en productos de leche bovina (Guggisberg & Schreier, 2011; Costa et al., 2019) y ninguna de su utilización en yogur de leche de cabra. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la utilización de palatinosa y eritritol como sustitutos de sacarosa en la aceptabilidad sensorial de yogures de leche de cabra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de yogures con edulcorantes.

La leche de cabra proveniente de la Quebrada de Humahuaca-Jujuy-Argentina fue filtrada,

pasteurizada y descremada hasta un 0,3%, mediante una descremadora eléctrica marca COMEK. Para la elaboración se utilizaron las etapas del proceso descritas por Cruz et al., (2021). Luego se ajustaron los sólidos lácteos a un 15% con el agregado de leche de cabra en polvo, obtenida por secado por atomización en el laboratorio. Para ello se usó un equipo marca Spray Process Modelo DR-0,3 y el mismo lote de leche. Se aplicaron las condiciones de proceso previas estandarizadas por este mismo grupo de investigación. Como endulzantes se usaron productos comerciales: isomaltulosa marca Palatinose™ y eritritol de Futaste Pharmaceutical Co. Ltd. (China). Se agregaron 5 proporciones equidistantes de mezclas palatinosa/eritritol, (M1)100/0, (M2) 75/25, (M3) 50/50, (M4) 25/75, (M5) 0/100%, en reemplazo de 7 g/100g de sacarosa (M6) en el producto (formulación control).

La mezcla láctea se pasteurizó a escala laboratorio a 90°C durante 5 minutos y se enfrió luego a 43°C. Se incorporó cultivo comercial liofilizado compuesto de cepas de *Lactobacillus del brueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* (YF-L811 Yo-Flex Chr. Hansen). Se llenaron envases individuales plásticos y se incubó en estufa a 43°C, hasta alcanzar un pH 4,5. Las muestras se almacenaron a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 horas, previo a su evaluación.

Análisis sensorial.

Se convocó a 50 consumidores (n=50), seleccionados en forma aleatoria entre estudiantes, profesores y trabajadores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, Argentina, en función del interés en participar de manera voluntaria y de su habitualidad en el consumo de yogures. Sus edades oscilaron entre 18 y 63 años y el 54% de los participantes fueron mujeres. Las pruebas se realizaron en cabinas sensoriales, bajo iluminación artificial y a temperatura ambiente (20-22°C). Las muestras se presentaron a temperatura de 8°C, en vasos plásticos cerrados, rotulados con tres dígitos seleccionados aleatoriamente. Todos los envases contenían 15 gramos de cada una de las 6 formulaciones ensayadas. El panel realizó las pruebas de aceptación, intención de compra y el cuestionario check-all-that-apply (CATA).

Se solicitó a los evaluadores que expresaran su nivel de agrado respecto a cada muestra, utilizando una escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde los límites fueron “me gusta extremadamente” (9) y “me disgusta extremadamente” (1). También se les proporcionó una pregunta para que manifestaran su intención de compra, utilizando una escala de dos puntos: ciertamente no compraría y ciertamente compraría, en base a Stone et al. (2020).

Se aplicó el método CATA para describir las características de las 6 formulaciones, utilizando 28 atributos y/o descriptores desarrollados en estudios previos para muestras de yogur (Brown & Chambers, 2015; Janiaski et al., 2016; Pereira et al., 2021). Los términos se adaptaron a los yogures de leche de cabra y fueron los siguientes: cremoso, brillante, aroma intenso a cabra, dulce ideal, color natural, ácido, aroma a yogur, sabor extraño, aroma a fermentación, grueso, firme, separación de fases, sabor a cocido, superficie granulosa, sabor suave a cabra, poco dulce, fluido, suave, sabor a yogur, color amarillo, sabor fuerte a cabra, sabor metálico, demasiado firme, espeso, color blanco, muy dulce, demasiado débil, delicioso. El orden de la lista de atributos también se aleatorizó entre los participantes y, por lo tanto, cada consumidor recibió el cuestionario CATA con los términos en diferente orden.

Análisis estadístico.

Los datos obtenidos en la prueba de aceptación se sometieron a análisis estadístico multivariado (ANOVA). Las diferencias entre las muestras se determinaron mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Los datos de intención de compra se analizaron utilizando el histograma de puntuaciones. Los resultados del análisis CATA fueron interpretados empleando el programa XLSTAT 2018, a través de la prueba Q de Cochran, para identificar diferencias entre las muestras para cada uno de los descriptores y un análisis de correspondencia, para obtener una representación bidimensional de las muestras y la relación entre muestras y descriptores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Tabla 1 se muestra la aceptabilidad de las 6 muestras estudiadas. Las formulaciones M3 y M4 no presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) con

respecto a la formulación control (M6). Las muestras M1, M2 y M5 alcanzaron valores estadísticamente iguales de aceptación entre ellas y menores al control.

Tabla 1. Aceptabilidad de las formulaciones con mezclas de palatinosa y eritritol

Formulación	Aceptabilidad
M1	4,6±1,7 ^a
M2	4,9±1,5 ^{ab}
M3	5,2±1,9 ^{abc}
M4	5,7±1,6 ^{bc}
M5	4,4±1,5 ^a
M6	6,1±1,8 ^c

Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias significativas de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Según puede observarse en la Tabla 1, las muestras formuladas con 100% de palatinosa (M1) o con 100% de eritritol (M2) recibieron los promedios más bajos de grado de aceptación. Sin embargo, la incorporación de mezclas de ambos endulzantes contribuyó a mejorar los resultados. Jang et al. (2021) encontraron que mezclar edulcorantes sólidos similares a la sacarosa (tagatosa, alulosa, eritritol) con edulcorantes intensos (sucralosa, rebaudiósidos) mejoraba la calidad organoléptica, ya que la combinación proporciona un efecto sinérgico de dulzura y minimiza notas como el amargor y la astringencia.

Los resultados de aceptación tienen correlación con las puntuaciones de intención de compra (Figura 1). Los evaluadores manifestaron menor intención de compra para las muestras con 100% de palatinosa y 100% de eritritol (M1 y M5).

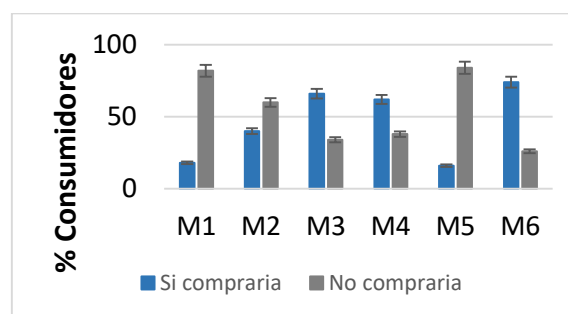


Figura 1. Distribución de frecuencia de puntuaciones de la intención de compra de las formulaciones.

Todas las muestras desarrolladas con sustitutos de sacarosa alcanzaron menor intención de compra que el control M6 (100% sacarosa). Los valores de intención de compra más altos fueron para las formulaciones con mezclas de edulcorantes M3 y M4.

Algunos autores analizaron el grado de aceptación y la intención de compra en productos en los que se substituyó la sacarosa por otros edulcorantes. En este sentido, Periche et al. (2014) trabajaron con mezclas de isomaltulosa/fructosa en caramelos gominola, Rubio-Araez et al. (2018) usaron mezclas de isomaltulosa/tagatosa en gelatina de sandía. En ambos casos no obtuvieron diferencias significativas en la aceptación global e intención de compra, en relación a la formulación control (con sacarosa). Las diferencias detectadas en este estudio se atribuyen al uso de leche de cabra, que introduce un factor adicional de diferenciación, respecto al producto tradicional, al que la mayoría de los consumidores no están habituado.

De los 28 atributos sensoriales, 16 mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$ para la prueba Q de Cochran) en la frecuencia de menciones por los consumidores en las preguntas CATA. Esto indica que la metodología aplicada permitió revelar diferencias entre los estímulos sensoriales provocados por los yogures, en concordancia con el estudio realizado por Ares et al. (2014).

Los términos significativos resultaron: cremoso, brillante, ácido, dulce ideal, color natural, aroma a yogur, firme/consistente, separación de fases, sabor suave a cabra, poco dulce, fluido, sabor a yogur, espeso, color blanco, demasiado débil y delicioso.

En la Figura 2 se presenta el gráfico de correspondencia para las 5 formulaciones con palatinosa/eritritol y para la muestra control, elaborado a partir de datos significativos de frecuencia de menciones. La formulación con 100% de sacarosa (M6) se encuentra en los valores negativos de la primera y segunda dimensión, caracterizada por: dulce ideal, sabor a yogur y delicioso, mostrando la preferencia y costumbre de los consumidores. Se observa además que las muestras formuladas con un solo tipo de endulzante se separan de las obtenidas con sus mezclas.

Con 100% de eritritol (M5) se obtiene un producto que se localiza en valores positivos de la primera y segunda dimensión, descrito como ácido, espeso y poco dulce. Con 100% de palatinosa (M1), la muestra se posiciona en valores positivos de la primera dimensión y negativos de la segunda y queda descrita como fluida y con separación de fases. Estas muestras (M1 y M5) fueron las que menos gustaron a los evaluadores.

Las formulaciones desarrolladas con mezclas de palatinosa/eritritol (M2, M3 y M4) se ubicaron en los valores negativos de la primera dimensión, y quedaron descritas principalmente como productos brillosos, cremosos, con aroma a yogur, color natural, firme/consistente, de color blanco y sabor suave a cabra.

Según estos resultados las formulaciones de yogur que más se acercaron a la muestra control M6 fueron aquellas a las que se adicionó palatinosa/eritritol en proporción 50/50 y 25/75 (M3 y M4), verificándose la misma tendencia que en las pruebas de aceptabilidad e intención de compra.

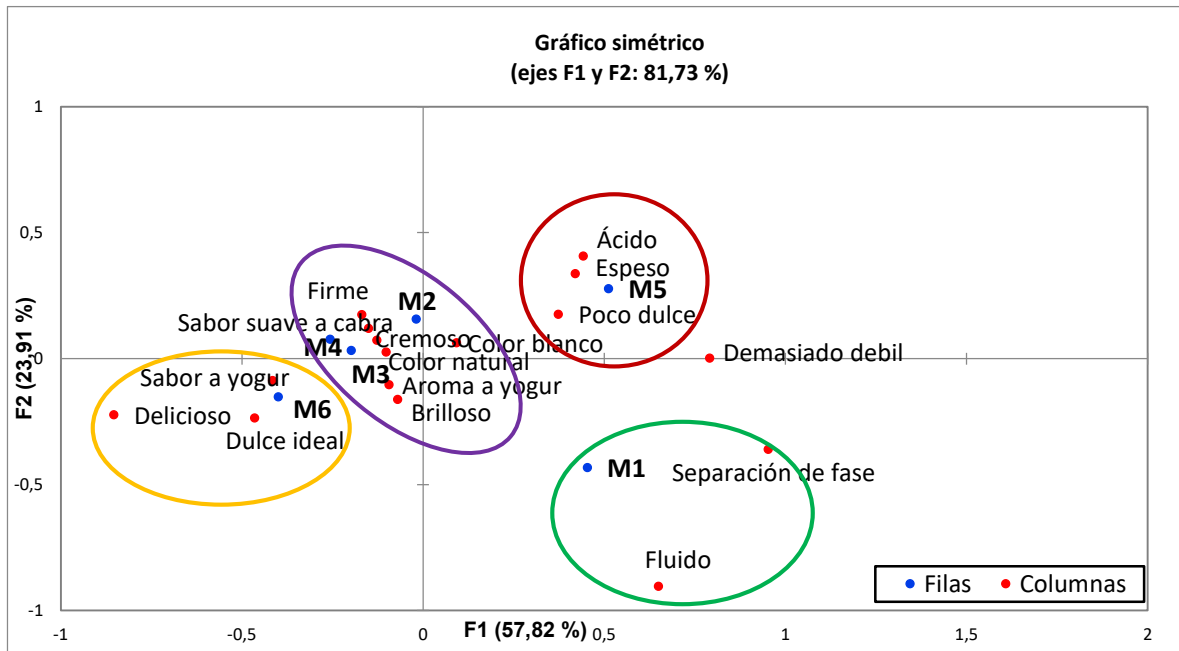


Figura 2. Representación de las formulaciones de yogur y los atributos en primera y segunda dimensiones del análisis de correspondencia de los recuentos CATA

CONCLUSIONES

La mezcla de palatinosa y eritritol en diferentes proporciones permitió obtener yogures con mayor aceptabilidad e intención de compra que aquellos formulados con 100% de uno u otro sustituto.

Las muestras con 50/50 % y 25/75% de palatinosa/eritritol alcanzaron percepciones de los consumidores más cercanas a la muestra control en el análisis CATA.

Usando una mezcla con 50% de palatinosa y 50% de eritritol, como sustituto de sacarosa, se logró un producto con características sensoriales mejores al resto de las formulaciones y con nivel de aceptación e intención de compra, satisfactorios

REFERENCIAS

Ares, G., Dauber C., Fernández E., Giménez A. & Varela P. (2014). "Penalty analysis based on CATA questions to identify drivers of liking and directions for product reformulation." *Food Quality and Preference* 32, 65-76.

Aryana, K. J., & Olson, D. W. (2017). A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products. *Journal of dairy science*, 100(12), 9987-10013.

Bayarri, S., Carbonell, I., Barrios, E. X., & Costell, E. (2011). Impact of sensory differences on consumer acceptability of yoghurt and yoghurt-like products. *International Dairy Journal*, 21(2), 111-118.

Brown, M. D., & Chambers, D. H. (2015). Sensory characteristics and comparison of commercial plain yogurts and 2 new production sample options. *Journal of Food Science*, 80(12), S2957-S2969.

Costa, G. M., Paula, M. M., Barão, C. E., Klososki, S. J., Bonafé, E. G., Visentainer, J. V., ... & Pimentel, T. C. (2019). Yoghurt added with *Lactobacillus casei* and sweetened with natural sweeteners and/or prebiotics: Implications on quality parameters and probiotic survival. *International Dairy Journal*, 97, 139-148.

Cruz, S.; Burgos, L.; Maldonado, S. (2021). Utilización de leche de cabra en polvo bioenriquecida con fructanos en la elaboración

de yogur. IX Congreso de Alimentos Siglo XXI: ALIMENTOS, NUTRICIÓN Y SALUD", XLIII Reunión Del Capítulo Argentino De La Sociedad Latinoamericana de Nutrición (CASLAN). ISBN 978-987-8352-27-5. 2022. p: 231.

de Cock, P., Mäkinen, K., Honkala, E., Saag, M., Kennepohl, E., & Eapen, A. (2016). Erythritol is more effective than xylitol and sorbitol in managing oral health endpoints. *International journal of dentistry*, 2016.

Erickson, S., & Carr, J. (2020). The technological challenges of reducing the sugar content of foods. *Nutrition Bulletin*, 45(3), 309-314.

Guggisberg, D., Piccinali, P., & Schreier, K. (2011). Effects of sugar substitution with Stevia, Actilight™ and Stevia combinations or Palatinose™ on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yoghurt. *International Dairy Journal*, 21(9), 636-644.

Ibrahim, O. (2021). Erythritol chemical structure, biosynthesis pathways, properties, applications, and production. *International Journal of Microbiology and Biotechnology*, 6(3), 59.

Jang, Y. J., Chung, S. J., Kim, S. B., & Park, S. (2021). Searching for optimal low calorie sweetener blends in ternary & quaternary system. *Food Quality and Preference*, 90, 104184.

Janiaski, D. R., Pimentel, T. C., Cruz, A. G., & Prudencio, S. H. (2016). Strawberry-flavored yogurts and whey beverages: What is the sensory profile of the ideal product? *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5273-5283.

Kawai, K., Yoshikawa, H., Murayama, Y., Okuda, Y., & Yamashita, K. (1989). Usefulness of palatinose as a caloric sweetener for diabetic patients. *Hormone and metabolic research*, 21(06), 338-340.

McCain, H. R., Kaliappan, S., & Drake, M. A. (2018). Invited review: Sugar reduction in dairy products. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 8619-8640.

Pal, M., Dudhrejiya, T. P., Pinto, S., Brahamani, D., Vijayageetha, V., Reddy, Y. K., & Kate, P. (2017). Goat milk products and their

significance. *Beverage & food world*, 44(7), 21-25.

Pereira, C. T. M., Pereira, D. M., & Bolini, H. M. A. (2022). The Influence of the Presence of Sweeteners to Substitute Sucrose in Yogurts: A Review. *Journal of Culinary Science & Technology*, 1-16

Pereira, C. T. M., Pereira, D. M., de Medeiros, A. C., Hiramatsu, E. Y., Ventura, M. B., & Bolini, H. M. A. (2021). Skyr yogurt with mango pulp, fructooligosaccharide and natural sweeteners: Physical aspects and drivers of liking. *LWT*, 150, 112054.

Periche, A., Heredia, A., Escriche, I., Andrés, A., & Castelló, M. L. (2014). Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections. *Food Bioscience*, 7, 37-44.

Rubio-Arreaez, S., Benavent, C., Ortolá, M. D., & Castelló, M. L. (2018). Influence of low glycaemic index sweeteners on antioxidant,

sensory, mechanical, and physicochemical properties of a watermelon jelly. *Journal of Food Quality*, 2018, 1-7.

Sokołowska, E., Sadowska, A., Sawicka, D., Kotulska-Bąblińska, I., & Car, H. (2022). A head-to-head comparison review of biological and toxicological studies of isomaltulose, d-tagatose, and trehalose on glycemic control. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(21), 5679-5704.

Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2020). *Sensory evaluation practices* (5th ed.). Academic press.

Wölnerhanssen, B. K., Meyer-Gerspach, A. C., Beglinger, C., & Islam, M. S. (2020). Metabolic effects of the natural sweeteners xylitol and erythritol: A comprehensive review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(12), 1986-1998.

LAS HIPERREDES COMO MODELO RELACIONAL

Elección de carreras universitarias en el ingreso a la Facultad de Ingeniería de la UNJu

Tarifa, Héctor R.¹; Fernández², Federico; Pérez Ibarra, C. Marcelo¹

(1) Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy. Ítalo Palanca N° 10. S.S. de Jujuy.
CP 4600. Jujuy.

(2) Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Universidad Nacional de Jujuy. Otero N°
262. S.S. de Jujuy. CP 4600. Jujuy.
hart969@hotmail.com

Resumen

En este artículo se presenta parte del trabajo de investigación realizado en el marco del Doctorado en Cs. Sociales de la UNJu. El mismo propone el análisis de los factores que influyen en la elección de una carrera universitaria, enfocándose en las motivaciones que poseen los estudiantes al momento de elegir una carrera. El tema se aborda desde tres perspectivas: deserción y desgranamiento, Análisis de Redes Sociales (ARS) y el uso de hiperredes. Para ello, se consideró el ingreso a primer año a cualquiera de las ingenierías como un sistema complejo conformado por interrelaciones entre distintas unidades sociales. Dentro de la perspectiva relacional, el ARS proporciona un marco adecuado para llevar a cabo este estudio. Puesto que ofrece, métodos para el modelado de sistemas, algoritmos para el cálculo de métricas y cuenta con software específico para el análisis de datos, entre otras ventajas. Los resultados reflejan que las tendencias vistas para toda la hiperred se replican en las distintas carreras, también fue posible identificar las razones que tienen una alta probabilidad de ser elegidas al momento de justificar la elección de la carrera.

Palabras clave: ARS, hiperred, motivaciones, desgranamiento, deserción

Eje temático 2: Desafíos sociales y Educación

INTRODUCCIÓN

La determinación de los distintos factores que influyen en la problemática del desgranamiento y la deserción es un tema recurrente y que se trata ampliamente desde perspectivas tradicionales como la estadística, orientación vocacional, entre otras.

En este artículo se propone tratar esta problemática desde un punto de vista relacional. Para ello, se consideró el ingreso a primer año a cualquiera de las cuatro carreras de ingeniería: De Minas, Industrial (Ind.), Informática (Inf.) y Química (Qca.); como un sistema complejo conformado por interrelaciones entre distintas unidades sociales. Dentro de la perspectiva relacional, el ARS proporciona un marco adecuado para llevar a cabo este estudio. Puesto que ofrece, con un fuerte sustento matemático, métodos para el modelado de sistemas, algoritmos para el cálculo de métricas y cuenta además con programas específicos para el análisis de datos, entre otras ventajas.

La investigación presentada se realizó como parte del desarrollo de una tesis doctoral en el marco del Doctorado en Cs. Sociales de la Facultad de Humanidades y Cs. Sociales de la UNJu.

CONTEXTO

Hoy en día, la deserción y el desgranamiento constituyen la problemática más común en las universidades argentinas particularmente críticas en las carreras de ingeniería.

En la búsqueda de los principales motivos de este problema, Alain Coulon identifica los mecanismos que intervienen en los casos de fracaso y abandono, en los primeros meses tras ingresar a la universidad: los estudiantes que no logran “afiliarse” al nuevo contexto y a la nueva institución, fracasan. Según el autor, el proceso de afiliación consiste en incorporar las prácticas y dinámicas universitarias ausentes en los hábitos del estudiante (Coulon, 1995).

“Si los fracasos y abandonos son masivos durante el primer año, es precisamente porque no se produjo la adecuación entre las exigencias universitarias, en

términos de contenidos intelectual y de métodos de exposición del saber y de los conocimientos, y los hábitos de los estudiantes” (Coulon, 1995 p. 159).

Coulon distingue dos tipos de afiliación: la institucional y la intelectual, en las que operan idénticos procesos de adquisición de la capacidad de transformar las consignas en acciones prácticas. Si para ingresar a una nueva institución se deben aprender las reglas que permiten moverse al interior de ella, entonces el trabajo intelectual también exige aprender a dominar las condiciones tanto normativas y formales para su ejercicio.

Del análisis del proceso de afiliación surgen dos perspectivas de interés para con el ingreso a la universidad. La primera tiene que ver con la necesidad de hacer visible las normas institucionales; así como identificar qué saberes, aptitudes, habilidades y competencias son las que realmente faltan o deberían desarrollarse.

La segunda perspectiva propone distinguir el desarrollo de los dos tipos de afiliación que no necesariamente son simultáneas ya que puede ocurrir que el ingresante supere las condiciones que le impone la dimensión intelectual sin sortear las de la dimensión institucional.

La ocurrencia no simultánea de los dos tipos de afiliación explicaría la existencia administrativa de alumnos que pedagógicamente no se los puede identificar (alumnos fantasmas).

Desde 2006, los equipos de gestión de la Facultad de Ingeniería (UNJu) mejoraron las condiciones de enseñanza de los estudiantes, por ejemplo, para las asignaturas de primer año: a) se implementó el Sistema de Tutorías, b) se incrementó la planta docente y c) se construyeron laboratorios de Física y Química (Lores y otros, 2018).

En la problemática analizada influyen diversos factores, algunos internos a la institución mientras que otros son exógenos a la misma: contexto social del ingresante, competencias de ingreso para carreras científico tecnológicas, vocación acorde a la elección de la carrera elegida, etc.

Probablemente un factor influyente puede encontrarse en la escala motivacional por la cual los estudiantes escogen alguna carrera de ingeniería. Esto refleja la importancia de estudiar estas motivaciones con el fin de diseñar futuras acciones para mitigar los efectos del problema.

En este trabajo se propone abordar la problemática desde un enfoque no tradicional. Si se considera el ingreso a la universidad como un sistema complejo

basado en relaciones, es posible –desde una perspectiva relacional– aplicar los métodos, técnicas y procedimientos del ARS. Esto permite realizar el estudio desde tres puntos de vista: deserción y desgranamiento en los primeros años de las carreras de ingeniería, ARS como perspectiva de investigación y uso de las hiperredes para análisis y representación de sistemas complejos.

OBJETIVO

Modelizar las relaciones entre los motivos que impulsan la elección de una carrera universitaria y los ingresantes a las cuatro carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Como perspectiva de investigación, el ARS se basa en el supuesto de la importancia tanto de las relaciones entre unidades que interactúan como de las pautas e implicaciones de estas relaciones. Esto implica teorías, modelos y aplicaciones que se expresan en términos de conceptos relacionales.

Otra característica que distingue al ARS de los enfoques tradicionales son sus principios, que consideran: a) los actores y sus acciones como unidades interdependientes, b) los vínculos relacionales como canales de transferencia de recursos, c) el entorno estructural de red como generador de oportunidades y/o constricciones para el accionar individual y d) la estructura como pautas duraderas de relaciones entre los actores.

Ya sea que se intente explicar una acción individual o estudiar directamente las estructuras grupales, en el ARS, los conceptos teóricos y los datos expresan relaciones. Esta perspectiva considera las características de las unidades sociales surgen de procesos relacionales o bien se centra en las mismas propiedades de los sistemas relacionales, lo importante es entender las propiedades del entorno estructural y cómo éstas influyen en las características observadas y en sus asociaciones (Wasserman y Faust, 2013).

La expresión “red social” refiere a un conjunto de actores y a los vínculos que hay entre ellos. Por lo tanto, es posible modelizar esas relaciones para describir la estructura del grupo, y así estudiar su impacto en el funcionamiento del grupo y/o su influencia en los individuos.

Hiperredes

Dada la amplia gama de contextos en los que puede aplicarse el estudio de las hiperredes, redes de afiliación o redes de modo 2¹, es conveniente

¹ En las redes de modo 2 o bimodales se hace uso de dos conjuntos de entidades sociales, en contraposición de las unimodales que cuentan con un único conjunto de entidades sociales.

destacar los fundamentos primarios para su estudio (Wasserman, Faust, 2013).

En primer lugar, las hiperredes permiten estudiar la vinculación directa entre actores (1^{er} conjunto de entidades) y acontecimientos (2^{do} conjunto de entidades), o sea la afiliación de los actores a los acontecimientos es una relación directa.

Segundo, es posible estudiar la estructura (modelo) y las propiedades del sistema global al relacionar los actores mediante los acontecimientos a los que se afilian o bien los acontecimientos mediante los actores que tienen en común.

Cada uno de estos fundamentos deriva en un planteo ligeramente distinto del análisis de datos y su modelización. El primero permite analizar ambos modos (actores y acontecimientos) y se centra en los lazos entre ellos. El segundo implica un estudio de redes unimodales: 1) de lazos entre pares de actores derivados de sus afiliaciones a los acontecimientos o, 2) de lazos entre pares de acontecimientos derivados de los actores que tienen en común.

El estudio de los factores que intervienen en la decisión de realizar estudios universitarios enfocados desde la perspectiva relacional permite: 1) identificar los motivos más preponderantes en la elección de una carrera universitaria y 2) establecer mecanismos para fortalecer los motivos que regulan mejor la actuación del estudiante en su trayectoria académica.

PROCESO DE ANÁLISIS

El estudio se realizó siguiendo las tareas generales basadas de un modelo de proceso de análisis (Figura 1) cuyas etapas se describen a continuación.

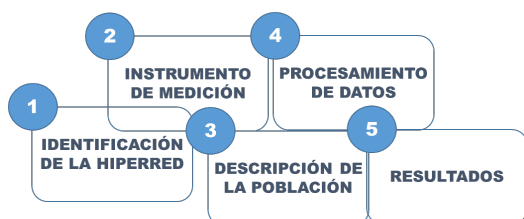


Figura 1. Proceso de análisis de datos.

En la hiperred se distinguen los dos conjuntos de entidades sociales que la conforman: a) 428 alumnos ingresantes (actores) a la Facultad de Ingeniería en el ciclo lectivo 2020 y que optaron por realizar algunas de las 4 carreras de ingeniería que se dictan en la institución; b) 18 razones o motivos (acontecimientos) por los cuales cada alumno elige una determinada carrera.

El instrumento de recolección de datos fue diseñado específicamente para esta investigación, validado

por expertos y reformulado luego de una prueba piloto. La versión final del mismo (cuestionario cerrado y semiestructurado) se compone de dos partes: atributos individuales y datos relacionales. La primera concierne a datos sociodemográficos y ocupación del estudiante, y nivel de estudios de los padres; mientras la segunda corresponde a los factores que motivan la elección de las carreras. Esta última se estructura en tres categorías de motivación: Motivos de superación profesional y altruismo (R1², R2, R3, R6, R7, R16, R18), Búsqueda de prestigio y solvencia económica (R8, R9, R10, R11, R12) y Motivos de evasión (R4, R5, R13, R14, R15, R17). Para que los encuestados manifiesten algún otro motivo que consideraron debería estar presente, se incluyó el ítem “otros”.

La caracterización de la población consistió en un análisis cuali-cuantitativo de determinados aspectos sociodemográficos de la población encuestada.

El formateo de los atributos individuales de los encuestados se realizó mediante Excel mientras que los datos reticulares (datos relacionales) fueron preprocesados con diversas funciones de este software para adquirir el formato requerido por el programa para análisis de redes sociales UCINET (Borgatti, Everett y Freeman, 2002).

La interpretación de resultados se presenta en el apartado Análisis y Discusión de este artículo.

RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se presentan los resultados más relevantes de la investigación.

1.- El siguiente gráfico (Figura 2) resume la tasa de elección de todos los alumnos. En el eje horizontal se indica la cantidad de razones elegidas para justificar la elección de la carrera (por ejemplo, 7R indica que se justificó la elección de la carrera mediante 7 razones), mientras que en el eje vertical se indica el número de alumnos que eligió esa cantidad de razones.

Cabe destacar que la tasa promedio de elección fue de 5, es decir, que en promedio cada alumno justificó su elección de carrera marcando 5 de las 18 razones propuestas.

2.- Para la representación gráfica de la hiperred se recurrió a la teoría de grafos (Barabási, 2002). Téngase en cuenta que de los 428 alumnos (nodos) las mujeres están representadas por un círculo rosado y los varones por un triángulo azul, mientras que las razones se representan por cuadrados amarillos. En este último caso el tamaño de las figuras es proporcional a la cantidad de alumnos que eligieron esa razón (grado de entrada).

² Rn: enésima razón para la elección de la carrera.

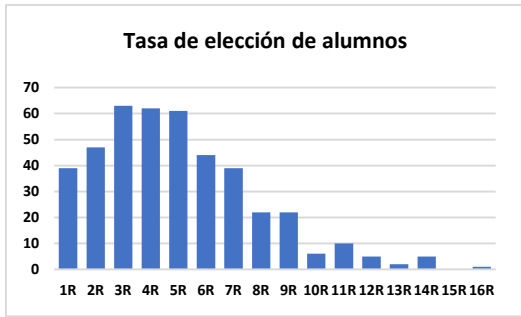


Figura 2. Tasa de elección de alumnos.

La red bimodal obtenida consta de 446 nodos (428 alumnos y 18 razones), 2128 aristas (relación

alumno-razón) y es un grafo dirigido (las relaciones tienen dirección). Todo esto hace que la representación gráfica completa sea poco legible.

Una de las ventajas de la representación de la red mediante software especializado es que se puede individualizar y analizar parte de ésta. En el caso de análisis se puede apreciar las características particulares que tienen las subredes conformadas por los alumnos pertenecientes a una misma carrera, por ej., Ing. Química (Figura 3).

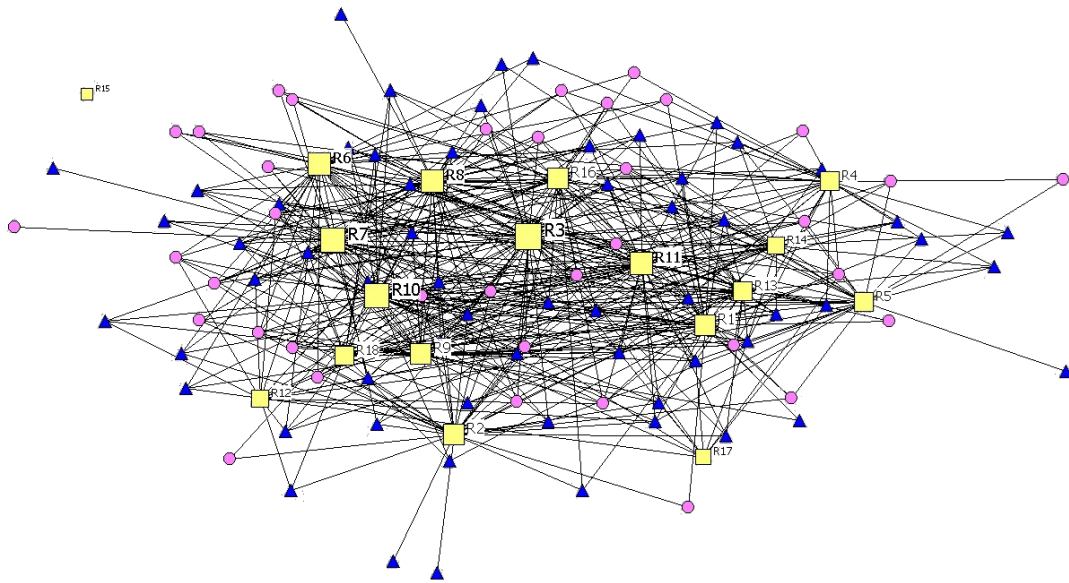


Figura 3. Subhiperred Química

3.- A partir de la sociomatrix de la hiperred y los totales marginales por columna se obtuvo la cantidad de alumnos que eligieron una determinada razón. Luego, usando el atributo individual *carrera* se logró lo mismo para cada subred (Tabla 1).

Tabla 1. Tendencias en la elección de razones.

	Hiperred	SubRed			
		Ind.	Inf.	Minas	Qca
R3	210	53	91	28	38
R10	208	44	106	32	26
R11	183	40	96	25	22
R7	157	44	68	23	22
R16	145	33	72	16	24
R6	135	37	54	17	27
R1	124	30	60	9	25
R4	124	26	57	20	21
R13	122	27	59	17	19
R5	121	27	60	13	21
R9	120	34	57	15	14
R2	101	32	38	11	20
R8	97	41	30	15	11
R18	96	24	43	13	16
R14	94	21	49	7	17
R12	45	17	16	6	6
R17	36	10	14	5	7
R15	10	0	8	0	2

4.- A partir de la sociomatrix unimodal “razones” (Tabla 2) se puede obtener el respectivo grafo (Figura 4). Haciendo uso del atributo *escala de motivación*, en el grafo se puede observar que el tamaño de los nodos es proporcional a la cantidad de veces que las razones fueron elegidas individualmente (diagonal principal de la sociomatrix). Para distinguir a qué grupo de motivos pertenece cada uno de los nodos de la red, se optó por una asignación de colores: motivos de superación profesional y altruismo (azul), búsqueda de prestigio y solvencia económica (rojo) y motivos de evasión (verde). La diferencia en el grosor de las aristas se debe al peso o intensidad de las relaciones.

Tabla 2. Sociomatrix de razones.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18
R1	124	39	69	36	35	50	51	34	37	63	63	16	36	34	5	63	16	36
R2	39	101	63	29	25	47	56	30	40	57	50	18	32	29	3	46	15	31
R3	69	63	210	62	67	80	99	59	68	116	103	27	70	49	5	85	27	61
R4	36	29	62	124	74	24	42	24	42	66	60	10	50	40	4	32	18	37
R5	35	25	67	74	121	18	39	23	34	62	57	14	44	34	4	34	14	28
R6	50	47	80	24	18	135	74	45	42	64	54	18	28	26	4	62	16	38
R7	51	56	99	42	39	74	157	50	51	76	69	23	45	34	3	71	14	48
R8	34	30	59	24	23	45	50	97	42	54	46	18	27	22	3	40	11	27
R9	37	40	68	42	34	42	51	42	120	97	76	22	60	38	5	47	21	46
R10	63	57	116	66	62	64	76	54	97	208	134	33	80	49	6	74	27	69
R11	63	50	103	60	57	54	69	46	76	134	183	28	66	44	7	67	20	59
R12	16	18	27	10	14	18	23	18	22	33	28	45	20	12	1	15	4	15
R13	36	32	70	50	44	28	45	27	60	80	66	20	122	51	1	48	26	45
R14	34	29	49	40	34	26	34	22	38	49	44	12	51	94	5	42	15	23
R15	5	3	5	4	4	4	3	3	5	6	7	1	1	5	10	6	0	5
R16	63	46	85	32	34	62	71	40	47	74	67	15	48	42	6	145	19	37
R17	16	15	27	18	14	16	14	11	21	27	20	4	26	15	0	19	36	16
R18	36	31	61	37	28	38	48	27	46	69	59	15	45	23	5	37	16	96

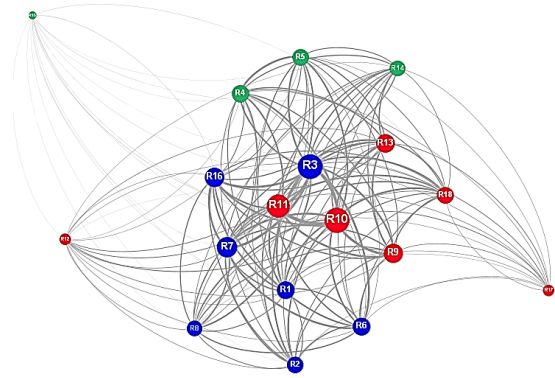


Figura 4. Red unimodal “Razones”.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 puede observarse que la cantidad de motivos para la elección de alguna de las 4 carreras se encuentra entre 1 y 7 razones, no obstante, la gran mayoría justifica su elección mediante 3 a 5 razones. También se puede observar que muy pocos alumnos justificaron la elección de su carrera con 8 o más razones.

Como se observa en la Figura 3, es posible analizar no sólo las tendencias en toda la hiperred sino también en sus subhiperredes. A modo de ejemplo, las características sociodemográficas de cada encuestado, tendencia en la elección por sexo, etc.

Trabajando tanto con la hiperred como las subredes se puede confirmar si las características encontradas en la primera se replican en las segundas (Tabla 1), lo mismo para las tendencias en la elección de varones y mujeres. Tanto en la hiperred como en las subredes las razones R3 (Es una manera de alcanzar una meta importante en tu vida) y R10 (Una vez que te recibas podrás tener un buen pasar económico) fueron las más elegidas. Y en el otro extremo las razones con menor tasa de elección fueron R12 (Quieres ocupar un cargo directivo), R17 (Te consideras una persona con problemas y a través de la carrera dejaras de tenerlos) y R15 (Crees que te va a resultar fácil cursarla).

Una de las propiedades de la sociomatrix “razones” (Tabla 2) es que las intersecciones de filas y columnas indican la cantidad de alumnos que eligieron ese par de razones. Por ej., las razones R4 –fila 4– y R16 –columna 16– fueron elegidas conjuntamente por 32 alumnos. En particular, los elementos de la diagonal principal de esta sociomatrix indican la cantidad de alumnos que eligieron una razón determinada. Por ej., razón R3 fue elegida 210 veces.

Obsérvese (Figura 4) cómo los vértices correspondientes a las razones R3, R10 y R11 se destacan por su mayor tamaño y ocupan, en el grafo, una posición central debido a que se relacionan con la mayoría de las razones restantes. Nótese, además,

que las razones menos elegidas (R12, R15 y R17), cuyos vértices son muy pequeños, se posicionan en la periferia del grafo.

CONCLUSIONES

A partir de la información obtenida a través del instrumento de recolección de datos y aplicando métodos y técnicas del ARS fue posible obtener un modelo y distintas métricas de la hiperred. Una de las medidas, fue la *tasa promedio de elección* de la hiperred (5 razones); por otro lado, las razones R3, R10 y R11 fueron las más elegidas por el grupo de estudiantes. Por lo tanto, es muy probable que para justificar la elección de su carrera un alumno utilice, entre otras, las razones R3, R10 y R11.

El Análisis de Correspondencia de la hiperred puede ofrecer otra perspectiva de cómo se agrupan las razones según la elección de los estudiantes.

El análisis unimodal permitió centrar la atención en uno de los dos conjuntos de entidades sociales, en este caso, las razones. Sin embargo, hay que tener en cuenta que este tipo de análisis se hace por medio

del segundo conjunto de entidades ya que las razones están vinculadas a través de los alumnos.

REFERENCIAS

Barabási, A. L. (2002), *The new science of networks*. Cambridge: Perseus, New York, USA.

Borgatti, S.P., Everett, M.G. and Freeman, L.C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.

Coulon Alain. (1995) *Etnometodología y educación*. Paidós Educador. España.

Lores, G. y Cornejo, E. (2018) *Plan estratégico 2018–2022* Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy.

Wasserman, S. y Faust, K. (2013) *Análisis de redes sociales. Métodos y aplicaciones*. Carolina Berenguer Romeu, Ovidi Carbonel Cortés y Maria Teresa Casado Rodríguez (Trad.) Madrid, España: Centro de Investigaciones Sociológicas.

OXIDACIÓN DE LÍPIDOS, PROTEÍNAS Y MIOGLOBINA EN CARNE DE LLAMA (*Lama glama*) ALMACENADA BAJO REFRIGERACIÓN

Godoy, Mónica^{1,2}; Farfán, Norma²; Grigioni, Gabriela^{1,3}

(1) Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Buenos Aires. Argentina.

(2) Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy. Argentina.

(3) Instituto de Tecnología de Alimentos – Instituto de Ciencia y Tecnología de Sistemas Alimentarios Sustentables – INTA. Buenos Aires. Argentina.

Email: danielagodoy@outlook.com

Resumen

El objetivo de este trabajo fue cuantificar la oxidación de lípidos, proteínas y mioglobina en carne de llama (*Lama glama*) almacenada en refrigeración y evaluar el efecto del método de envasado. Se trabajó con el músculo *Longissimus dorsi*. La pieza se cortó en fetas de 1 cm de espesor que se envasaron al vacío y bajo atmósfera normal en bolsas de polietileno de baja densidad aptas para alimentos (120 µm de espesor), las cuales posteriormente se almacenaron a 4°C durante 9 días. La oxidación de lípidos se determinó utilizando el método de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico y se expresó en mg de malondialdehído (MDA) por kg de carne, la oxidación de proteínas se determinó en base al contenido de carbonilos y el estado de oxidación de la mioglobina se determinó a partir de las proporciones de sus formas redox en un extracto acuoso. Las mediciones se realizaron los días 0, 2, 4, 7 y 9. A medida que se prolongó el almacenamiento, se observó un incremento significativo ($p < 0,05$) de los valores de MDA, carbonilos y proporción de metamioglobina en los dos métodos de envasado. La concentración de MDA fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en el envasado bajo atmósfera normal a partir del cuarto día de almacenamiento. El contenido de carbonilos fue significativamente menor ($p < 0,05$) en el envasado al vacío durante todo el almacenamiento, mientras que la proporción de metamioglobina fue menor ($p < 0,05$) luego del día 7. A partir de estos resultados se pudo concluir que el envasado al vacío fue efectivo para retardar la oxidación de lípidos, proteínas y mioglobina en la carne de llama, sin embargo, éstos continuaron desarrollándose a tasas más bajas. El estudio de estos procesos proporciona una base para explicar el deterioro de la calidad de la carne llama y posteriormente desarrollar estrategias para mantener sus propiedades sensoriales.

Palabras clave: carne de llama, oxidación de lípidos, oxidación de proteínas, oxidación de mioglobina.

Eje temático: Tecnologías y ciencia de la producción.

1. INTRODUCCIÓN

El deterioro de la calidad de la carne y los productos cárnicos durante el almacenamiento y el procesamiento ocurre principalmente debido a la contaminación microbiana y la oxidación de lípidos y proteínas (Lorenzo y col., 2019).

Los lípidos son responsables de muchas características deseables de la carne. Influyen en el sabor y contribuyen a mejorar la ternura y jugosidad de la carne (Amaral y col., 2018). El contenido y la composición de la grasa son de gran importancia para los consumidores debido a su impacto en la calidad de la carne (Pereira y Abreu, 2018; Garmyn, 2020). La oxidación de lípidos es un proceso complejo iniciado por la peroxidación de los ácidos grasos insaturados en las membranas de fosfolípidos para formar productos primarios de oxidación como hidroperóxidos. Estos a su vez se descomponen en otros productos de oxidación secundarios, como aldehídos, cetonas, alquenos y alcoholes que causan sabores desagradables y malos olores en la carne (Kumar y col., 2015). Los productos generados durante la oxidación de lípidos afectan el color, la textura, el sabor y el aroma de la carne y disminuyen su valor nutricional. La rancidez y aparición de sabores y aromas desagradables son razones importantes para el rechazo por parte del consumidor (Domínguez y col., 2019; Garmyn, 2020).

La oxidación de proteínas provoca varios cambios, incluidos modificaciones en las cadenas laterales de aminoácidos, la formación de entrecruzamientos y/o fraccionamiento de proteínas, la pérdida de solubilidad y el aumento de los grupos carbonilo (Al-Dalali y col., 2022). La oxidación de proteínas fue asociada con otras reacciones oxidativas que ocurren en los alimentos, como la oxidación de lípidos y las reacciones enzimáticas en las que el oxígeno sirve como catalizador (Domínguez y col., 2019). Sus vías de oxidación son más complejas en comparación con la oxidación de lípidos y la variedad de los productos oxidativos es mayor. Los efectos resultantes en general son menos perceptibles para los consumidores, sin embargo, la oxidación de proteínas se asocia con una mayor dureza de la carne, una menor capacidad de retención de agua y pérdida del valor nutricional (Xiong y Guo, 2020; Domínguez y col., 2021; Liu y col., 2022).

El color es una de las características más importantes de la carne ya que repercute directamente en la percepción que tiene el consumidor sobre su calidad y frescura (Smith y col., 2015). La mioglobina es la principal proteína responsable de las contribuciones cromáticas al color de la carne (Hughes y col.,

2020). La mioglobina es una proteína hemo monomérica con un grupo prostético hemo y un resto de globina (proteína). El grupo hemo contiene un átomo de hierro que puede existir en forma reducida (ferroso/ Fe^{2+}) u oxidado (férico/ Fe^{3+}) (Suman y Joseph, 2013). La concentración de mioglobina y sus estados oxidativos son los principales determinantes del color de la carne (Mancini, 2013).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar la oxidación de lípidos, proteínas y mioglobina en carne de llama (*Lama glama*) almacenada en refrigeración y evaluar el efecto del método de envasado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Carne de llama

Se trabajó con carne de llamas machos no castrados de 2 años de edad, adquirida en el mercado local habilitado para el comercio.

2.2. Preparación de la muestra

Las piezas de *Longgisimus dorsi* se cortaron en fetas de 1 cm de espesor. La mitad de las fetas se colocó en bandejas de poliestireno y posteriormente cada bandeja se envasó en bolsas de polietileno de baja densidad bajo atmósfera normal (AN). La otra mitad de las fetas se envasó al vacío (EV) utilizando el mismo tipo de bolsas. Todas las muestras se almacenaron a 4°C durante 9 días. Los días 0, 2, 4, 7 y 9 se seleccionaron 3 muestras de cada tipo de envasado en forma aleatoria y se procesaron para realizar los análisis.

2.3. Oxidación de lípidos

La determinación de la oxidación de lípidos se llevó a cabo utilizando el método propuesto por Botsoglu y col. (1994) con algunas modificaciones. Se tomó 10 g de carne y se homogeneizó durante 30 s a 3000 rpm con 25 mL de ácido tricloroacético (5%). La mezcla se dejó reposar 20 min, luego se centrifugó durante 10 min a 3000 rpm y el sobrenadante se filtró utilizando papel de filtro. Se tomó una alícuota de 6 mL del filtrado y se colocó en un tubo de ensayo junto con 1 mL de ácido 2-tiobarbitúrico (0,8%). La mezcla se dejó reposar en un baño de agua a 90°C durante 1 h y luego se enfrió en baño de agua a 4°C durante 10 min. Posteriormente se midió la absorbancia a 530 nm (Espectrofotómetro Metrolab 1700). La oxidación de lípidos se expresó como mg de malondialdehído (MDA) por kg de carne utilizando una curva patrón de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP).

2.4. Oxidación de proteínas

La oxidación de proteínas en la carne se determinó midiendo el contenido de carbonilos después de la derivatización con 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH) de acuerdo con el método descrito por Al-Dalali y col. (2022) con algunas modificaciones. Se homogeneizaron 2 g de carne con 20 mL de buffer fosfato (20 mM, pH 6,5, que contenía NaCl 0,6 M) durante 30 s. Luego se trataron cuatro alícuotas de 0,2 mL con 1 mL de ácido tricloroacético (10 %). La mezcla reposó durante 3 min y luego se centrifugó a 5000 rpm durante 15 min. Se eliminó el sobrenadante y dos alícuotas se mezclaron con 0,5 mL de DNPH (10 mM en HCl 2 M) y las otras dos alícuotas se trataron con 0,5 mL de HCl (2 M) como blanco. Después de 1 h de reacción a 37°C en la oscuridad, se agregó 0,5 mL de ácido tricloroacético (20%) y se dejó reposar a 4°C durante 15 min. Posteriormente las muestras se centrifugaron a 5000 rpm durante 15 min y se descartó el sobrenadante. Para eliminar el exceso de DNPH, los precipitados se lavaron tres veces con 1 mL de solución de etanol absoluto y acetato de etilo (1:1, v/v). Finalmente, se añadió 1 mL de clorhidrato de guanidina (6 M) en tampón fosfato (20 mM) para disolver los sedimentos. El contenido de carbonilo (nmol/mg de proteína) se calculó según la absorbancia (Espectrofotómetro Metrolab 1700) a 280 y 370 nm según la ecuación 1:

$$\text{Carbonilos (nm/mg)} = \frac{A_{370}}{\varepsilon \times (A_{280} - A_{370} \times 0,43)} \times 10^6 \quad (1)$$

donde ε es igual a 22000 M⁻¹cm⁻¹ y las concentraciones de carbonilos obtenidas del blanco se restaron de la muestra tratada correspondiente.

2.5. Determinación de las formas redox de mioglobina

La extracción de mioglobina de la carne se realizó siguiendo el método de Liu y col. (2022) con algunas modificaciones. Una muestra de 5 g de carne se mezcló con 25 mL de buffer fosfato (40 mM, pH 6,8) y luego se homogeneizó durante 30 s. La mezcla se dejó reposar durante 1 h a 4°C y posteriormente se centrifugó a 4000 rpm durante 30 min. El sobrenadante se filtró y la absorbancia del filtrado se leyó a 503, 525, 557 y 582 nm (Espectrofotómetro Metrolab 1700). La proporción de metamioglobina (MetMb) se calculó utilizando las ecuaciones de Tang y col. (2004) (ecuación 2):

$$[\text{MetMb}] = -0,159R_1 - 0,085R_2 + 1,262R_3 - 0,520 \quad (2)$$

donde $R_1 = A_{582}/A_{525}$, $R_2 = A_{557}/A_{525}$ y $R_3 = A_{503}/A_{525}$.

2.6. Análisis estadístico

El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar. Todos los ensayos se realizaron por triplicado. Los datos se expresaron como media \pm desviación estándar y se analizaron estadísticamente mediante ANOVA (Analysis of variance) seguido de un Test LSD (Least significant difference) de Fisher ($p < 0,05$) (Software Statgraphics Centurion XVI).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Oxidación de lípidos

Los cambios en la concentración de MDA se muestran en la Figura 1. Los valores de MDA se incrementaron significativamente ($p < 0,05$) en ambos tipos de envasado a medida que aumentó el tiempo de almacenamiento, alcanzando valores de $1,49 \pm 0,03$ y $0,83 \pm 0,03$ mg MDA/kg de carne en AN y EV respectivamente el día 9. Sin embargo, se pudo observar que, el incremento fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en AN a partir del cuarto día. Estos resultados son consistentes con otras investigaciones en las cuales se informa que la oxidación de lípidos ocurre a tasas mayores bajo un almacenamiento en aerobiosis (Turan y Şimşek, 2021; Reyes y col., 2022). El retraso de la oxidación lipídica es consecuencia del envasado al vacío, el cual limita el contacto de la carne con el oxígeno. Valores similares se obtuvieron en carne de alpaca (*Vicugna pacos*) en la cual se reportaron valores de 1,45 mg MDA/kg carne en *m. Longissimus thoracis et lumborum*, luego de 5 días de envejecimiento (envasado al vacío a 4°C) y 3 días de exhibición minorista (envasado en bandejas de espuma de poliestireno cubiertas con una película de cloruro de polivinilo, exposición a la luz a 4°C) (Smith y col., 2017). La susceptibilidad de los lípidos a la oxidación está relacionada con su grado de insaturación (Domínguez y col., 2019). Los ácidos grasos poliinsaturados se oxidan más rápido que los monoinsaturados debido a la presencia de más sitios de reacción (Amaral y col., 2018). La carne de llama posee una concentración moderada de ácidos grasos poliinsaturados, la cual se reportó entre 7,18 y 8,56 % del total de ácidos grasos (Polidori y col., 2007; Mamani-Linares y Gallo 2013; Mamani-Linares y Gallo 2014). Si bien, este contenido de ácidos grasos insaturados es deseable desde el punto de vista nutricional, estos son propensos a la oxidación, lo cual conduce al deterioro de la calidad de la carne.

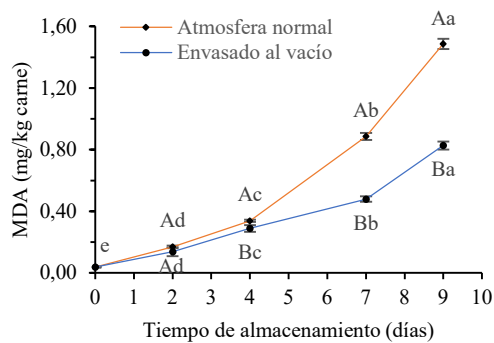


Figura 3. Cambios en la concentración de malondialdehído (MDA) en carne de llama almacenada a 4°C envasada al vacío y en atmósfera normal. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tipos de envasado a un mismo tiempo de almacenamiento. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tiempos de almacenamiento para un mismo tipo de envasado.

3.2. Oxidación de proteínas

El grado de oxidación de las proteínas se evaluó a través de su contenido de carbonilos. Éste aumentó significativamente ($p < 0,05$) durante todo el periodo de almacenamiento (Figura 2), alcanzando valores de $5,99 \pm 0,06$ y $5,07 \pm 0,05$ nmol/mg de proteína en AN y EV respectivamente el día 9. El contenido de carbonilos en la carne de llama fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en AN durante todo el almacenamiento. Los carbonilos se forman principalmente por desaminación oxidativa de aminoácidos alcalinos como la lisina, la arginina y la prolina (Domínguez y col., 2021; Estévez y col., 2022). Mamani-Linares y Gallo (2013) reportaron altos niveles de lisina y prolina en carne de llama. Por otro lado, la reacción de la lisina con los productos primarios y secundarios derivados de la oxidación de ácidos grasos insaturados también es una fuente importante de carbonilación de proteínas (Estévez, 2011). Por lo tanto, la mayor tasa de oxidación de proteínas en AN pudo ocurrir por la mayor concentración de oxígeno en el envase y por la acumulación de los productos de la oxidación lipídica. Las principales consecuencias de la oxidación de proteínas en la carne y los productos cárnicos son la destrucción de proteínas, modificación de sus propiedades funcionales y cambios en el color y la textura del producto (Estévez, 2011; Bao y col., 2018; Xiong y Guo, 2020; Nawaz y col., 2022). Además, afecta negativamente el valor nutricional de la carne y sus productos debido a la modificación de los aminoácidos esenciales (Lund y col., 2011; Domínguez y col., 2021).

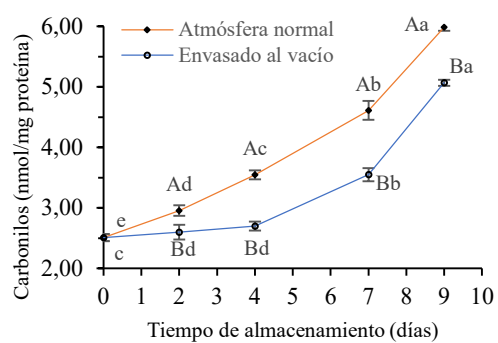


Figura 4. Cambios en la concentración de carbonilos en carne de llama almacenada a 4°C envasada al vacío y en atmósfera normal. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tipos de envasado a un mismo tiempo de almacenamiento. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tiempos de almacenamiento para un mismo tipo de envasado.

3.3. Oxidación de mioglobina

Los cambios en la proporción de MetMb durante el almacenamiento de la carne de llama se observan en la Figura 3. Durante todo el almacenamiento, la proporción de MetMb aumentó significativamente ($p < 0,05$) en AN y EV alcanzando valores de $0,59 \pm 0,02$ y $0,45 \pm 0,02$, respectivamente. Esto indicó que, durante el almacenamiento, las especies de mioglobina ferrosa (oximioglobina y desoximioglobina) se oxidaron para formar MetMb férrica. Resultados similares se observaron durante el almacenamiento refrigerado de carne vacuna (Vargas y col., 2016; Liu y col., 2022). Por otro lado, la proporción de MetMb fue significativamente menor ($p < 0,05$) en EV a partir del día 7. El color de la carne es uno de los parámetros de calidad más importantes e influye en las decisiones de compra de los consumidores (Ramanathan y col., 2022). Este depende directamente de la concentración y el estado redox de la mioglobina (Mancini, 2013). En un ambiente rico en oxígeno, como es el caso del envasado en atmósfera normal, inicialmente la mioglobina se encuentra principalmente en forma oxigenada (OxyMb) y la carne presenta un color rojo brillante (Bekhit y col., 2019). Sin embargo, esta condición favorece la oxidación del átomo de Fe del grupo hemo, en las formas ferrosas de mioglobina, dando lugar a la formación de MetMb (color marrón), dependiendo de la tasa de oxígeno residual dentro del paquete (Ramanathan y col., 2020; Tomasevic y col., 2021). Además, se debe tener en cuenta que durante la oxidación de la mioglobina para producir MetMb se liberan iones de hierro no hemo y radicales libres que pueden desencadenar la oxidación de lípidos (Faustman y col., 2010; Wongwichian y col., 2015; Wang y col., 2021). Los radicales libres

generados en la oxidación de la mioglobina también pueden producir la abstracción de un átomo de hidrógeno en las proteínas e iniciar su proceso oxidativo (Domínguez y col., 2021). Una estrategia para evitar esto es el envasado al vacío, en donde se observó que la formación de MetMb es significativamente menor ($p < 0.05$), sin embargo, la falta de oxígeno puede ocasionar la desoxigenación de la mioglobina (desoximioglobina) en cuyo caso la carne presentará un color rojo púrpura.

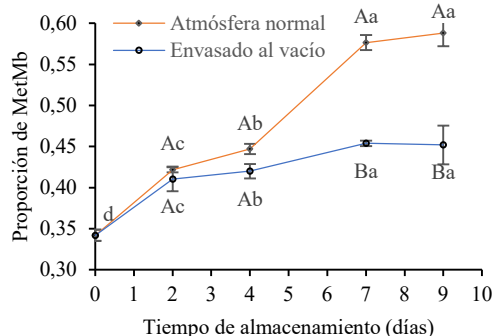


Figura 5. Cambios en la proporción de metamioglobina (MetMb) en la carne de llama almacenada a 4°C envasada al vacío y en atmósfera normal. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tipos de envasado a un mismo tiempo de almacenamiento. Letras minúsculas diferentes indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tiempos de almacenamiento para un mismo tipo de envasado.

4. CONCLUSIÓN

La carne de llama (*Lama glama*) fue susceptible a la oxidación de lípidos, proteínas y mioglobina en ambos métodos de envasado. Sin embargo, los valores de oxidación en el envasado al vacío fueron significativamente menores a los del envasado bajo atmósfera normal. La menor disponibilidad de oxígeno en el envasado al vacío logró disminuir velocidad de las reacciones oxidativas. Esta forma de envasado resultó una buena alternativa para conservación de la carne de llama. El estudio de estos procesos proporciona una base para explicar el deterioro de la calidad de la carne llama y posteriormente desarrollar estrategias para mantener sus propiedades químicas y sensoriales.

5. REFERENCIAS

Al-Dalali, S., Li, C. y Xu, B. (2022). Effect of frozen storage on the lipid oxidation, protein oxidation, and flavor profile of marinated raw beef meat. *Food Chemistry*, 376, 131881.

Amaral, A. B., Silva, M. V. D. y Lannes, S. C. D. S. (2018). Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors—a review. *Food Science and Technology*, 38, 1-15.

Bao, Y., Boeren, S., y Ertbjerg, P. (2018). Myofibrillar protein oxidation affects filament charges, aggregation and water-holding. *Meat science*, 135, 102-108.

Bekhit, A. E. D. A., Morton, J. D., Bhat, Z. F., y Kong, L. (2019). Meat color: Factors affecting color stability. *Encyclopedia of food chemistry*, 2, 202-210.

Botsoglou, N. A., Fletouris, D. J., Papageorgiou, G. E., Vassilopoulos, V. N., Mantis, A. J. y Trakatellis, A. G. (1994). Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of agricultural and food chemistry*, 42(9), 1931-1937.

Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W. y Lorenzo, J. M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429.

Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E., Zhang, W., Garcia-Oliveira, P., Carpena, M., ... y Lorenzo, J. M. (2021). Protein oxidation in muscle foods: A comprehensive review. *Antioxidants*, 11(1), 60.

Estévez, M. (2011). Protein carbonyls in meat systems: A review. *Meat science*, 89(3), 259-279.

Estévez, M., Díaz-Velasco, S., y Martínez, R. (2022). Protein carbonylation in food and nutrition: a concise update. *Amino acids*, 54, 559-573.

Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., y Suman, S. P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat science*, 86(1), 86-94.

Garmyn, A. (2020). Consumer preferences and acceptance of meat products. *Foods*, 9(6), 708.

Hughes, J. M., Clarke, F. M., Purslow, P. P. y Warner, R. D. (2020). Meat color is determined not only by chromatic heme pigments but also by the physical structure and achromatic light scattering properties of the muscle. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(1), 44-63.

Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T. y Narsaiah, K. (2015). Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6), 796-812.

Liu, J., Liu, D., Zheng, A. y Ma, Q. (2022). Haem-mediated protein oxidation affects water-holding capacity of beef during refrigerated storage. *Food Chemistry: X*, 14, 100304.

Lorenzo, J. M., Trindade, M. A., Ahn, D. U. y Barba, F. J. (2019). Natural antioxidants to reduce the oxidation process of meat and meat products. *Food research international*, 115, 377-378.

Lund, M. N., Heinonen, M., Baron, C. P., y Estévez, M. (2011). Protein oxidation in muscle foods: A review. *Molecular nutrition & food research*, 55(1), 83-95.

Mamani-Linares, L. W. y Gallo, C. B. (2013). Meat quality attributes of the Longissimus lumborum muscle of the Kh'ara genotype of llama (*Lama glama*) reared extensively in northern Chile. *Meat Science*, 94(1), 89-94.

Mamani-Linares, L. W. y Gallo, C. B. (2014). Meat quality, proximate composition and muscle fatty acid profile of young llamas (*Lama glama*) supplemented with hay or concentrate during the dry season. *Meat Science*, 96(1), 394-399.

Mancini, R. (2013). Meat Color. In C. R. Kerth (Ed.), *The science of meat quality*, 177-198. John Wiley & Sons, Inc.

Nawaz, A., Irshad, S., Khan, I. A., Khalifa, I., Walayat, N., Aadil, R. M., ... y Lorenzo, J. M. (2022). Protein oxidation in muscle-based products: Effects on physicochemical properties, quality concerns, and

- challenges to food industry. *Food Research International*, 157, 111322.
- Pereira, A. L. F. y Abreu, V. K. G. (2018). Lipid peroxidation in meat and meat products. In M. A. Mansour (Ed.), *Lipid peroxidation research*, 29-42. IntechOpen.
- Polidori, P., Renieri, C., Antonini, M., Passamonti, P., y Pucciarelli, F. (2007). Meat fatty acid composition of llama (*Lama glama*) reared in the Andean highlands. *Meat Science*, 75(2), 356-358.
- Ramanathan, R., Hunt, M. C., Mancini, R. A., Nair, M. N., Denzer, M. L., Suman, S. P., y Mafi, G. G. (2020). Recent updates in meat color research: Integrating traditional and high-throughput approaches. *Meat and Muscle Biology*, 4(2), 1-24.
- Ramanathan, R., Lambert, L. H., Nair, M. N., Morgan, B., Feuz, R., Mafi, G., y Pfeiffer, M. (2022). Economic loss, amount of beef discarded, natural resources wastage, and environmental impact due to beef discoloration. *Meat and Muscle Biology*, 6(1), 1-8.
- Reyes, T. M., Wagoner, M. P., Zorn, V. E., Coursen, M. M., Wilborn, B. S., Bonner, T., ... y Sawyer, J. T. (2022). Vacuum packaging can extend fresh color characteristics of beef steaks during simulated display conditions. *Foods*, 11(4), 520.
- Smith, M. A., Bush, R. D., van de Ven, R. J., y Hopkins, D. L. (2015). Colour stability and lipid oxidisation of alpaca (*Vicugna pacos*) meat. In 61th International Congress of Meat Science and Technology, 23-28 August, Clermont-Ferrand, France.
- Smith, M. A., Bush, R. D., van de Ven, R. J., Hall, E. J. S., Greenwood, P. L., y Hopkins, D. L. (2017). The impact of gender and age on the nutritional parameters of alpaca (*Vicugna pacos*) meat, colour stability and fat traits. *Meat science*, 123, 21-28.
- Suman, S. P. y Joseph, P. (2013). Myoglobin chemistry and meat color. *Annual review of food science and technology*, 4, 79-99.
- Tang, J., Faustman, C. y Hoagland, T. A. (2004). Krzywicki revisited: Equations for spectrophotometric determination of myoglobin redox forms in aqueous meat extracts. *Journal of food science*, 69(9), 717-720.
- Tomasevic, I., Djekic, I., Font-i-Furnols, M., Terjung, N., y Lorenzo, J. M. (2021). Recent advances in meat color research. *Current Opinion in Food Science*, 41, 81-87.
- Turan, E., y Şimşek, A. (2021). Effects of lyophilized black mulberry water extract on lipid oxidation, metmyoglobin formation, color stability, microbial quality and sensory properties of beef patties stored under aerobic and vacuum packaging conditions. *Meat Science*, 178, 108522.
- Vargas, F. C., Arantes-Pereira, L., Costa, P. A. D., Melo, M. P. D., y Sobral, P. J. D. A. (2016). Rosemary and pitanga aqueous leaf extracts on beef patties stability under cold storage. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 59.
- Wang, X., Wang, Z., Zhuang, H., Nasiru, M. M., Yuan, Y., Zhang, J., y Yan, W. (2021). Changes in color, myoglobin, and lipid oxidation in beef patties treated by dielectric barrier discharge cold plasma during storage. *Meat Science*, 176, 108456.
- Wongwichian, C., Klomklao, S., Panpipat, W., Benjakul, S., y Chaijan, M. (2015). Interrelationship between myoglobin and lipid oxidations in oxeye scad (*Selar boops*) muscle during iced storage. *Food Chemistry*, 174, 279-285.
- Xiong, Y. L. y Guo, A. (2020). Animal and plant protein oxidation: Chemical and functional property significance. *Foods*, 10(1), 40.

EVALUACIÓN DE RESIDUOS DE PESTICIDAS EN VERDURAS DE HOJAS PRODUCIDAS EN JUJUY

Heit, Cecilia; Tognon, Nadina; Salto Silva, Karen; Orgaz, Ana F; Ríos, Carina; Sivila, Javier
Instituto LAnaRT. Universidad Nacional de Jujuy. Avda. Bolivia 1349. San Salvador de Jujuy.
4600. Jujuy
cheit@lanart.unju.edu.ar

Resumen

En este trabajo se analizaron verduras de hojas producidas en distintas localidades de Jujuy para evaluar los residuos de pesticidas en productos destinados al consumo. Los análisis se realizaron por extracción con QuEChERS y cuantificación por cromatografía gaseosa y líquida acoplada a espectrometría de masa de triple cuadrupolo. Se recogieron y analizaron muestras listas para ser comercializadas de: repollo verde, repollo morado, perejil, lechuga, apio, espinaca, acelga y brócoli producidos en Jujuy. Las muestras fueron recogidas entre julio de 2019 y julio de 2020. Las muestras se colectaron de 4 fincas localizadas en Aguas Calientes y 2 fincas en Las Pampitas, ambas ubicadas en la región geográfica conocida como Valles Templados. En la región de Quebrada se muestrearon 2 fincas: una localizada en Maimará y la otra en Uquía. Todas las fincas estaban supervisadas por la Sub Secretaría de Agricultura Familiar de la Nación, delegación Jujuy. Los pesticidas encontrados fueron: azoxystrobin, carbendazim, carbofuran-3-hidroxi, chlorpyrifos, L-cyhalothrin difenoconazole, flubendiamide hexithiazox, imidacloprid, metalaxyl, methomyl penconazole, profenofos, tebuconazole y triadimefon. Si bien varios de ellos cumplen las reglamentaciones actuales, algunos superan los límites máximos permitidos (MRL) y otros no están permitidos en los productos que fueron aplicados.

Palabras clave: verduras, pesticidas, QuEChERS, cromatografía

Eje temático: Tecnologías y ciencias de la producción

INTRODUCCIÓN

La provincia de Jujuy se divide en cuatro regiones ambientales: Valles Templados, Valles Cálidos o Selva, Quebrada y Puna. En Jujuy la horticultura es una actividad de larga tradición y su desarrollo está íntimamente vinculado al desarrollo de la agricultura familiar, sector predominante en la provincia. Explica el 18% del área hortícola del NOA y el 4% del país.

La región de mayor producción de hortalizas es la de Valles Cálidos con producción principal de tomate y el pimiento. En Valles Templados se produce ají, tomate, pimiento, papa, chaucha, poroto, haba, arveja. En Quebrada se produce lechuga en verano y ajo en invierno. En menor proporción se observan lotes con apio, espinaca, remolacha, acelga, brócoli, perejil y zanahoria (Ministerio de la Producción de Jujuy, 2012)

Estudios realizados en Jujuy muestran que los sistemas productivos hortícolas están vinculados a un uso intensivo de pesticidas. En Maimará, por ejemplo, se encontró que los agricultores utilizan en promedio 5 insecticidas, 3 fungicidas y 1 herbicida (De Pascuale Bovi *et al*, 2018).

El propósito de este trabajo fue realizar una evaluación primaria del contenido de pesticidas en las verduras de hojas producidas en la provincia. Para ello, se recogieron y analizaron muestras listas para ser comercializadas obtenidas directamente de las fincas de producción. Si bien el objetivo primario de este estudio fue el relevamiento de los pesticidas utilizados en la producción local, el objetivo final del trabajo es favorecer la construcción colectiva de sistemas agroalimentarios más eficientes, inclusivos y solidarios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación del método de análisis de pesticidas se seleccionó la lechuga (*Lactuca sativa* L.) como representativa del grupo de verduras estudiadas. Este cultivo es sometido a frecuentes tratamientos con agentes protectores por ser altamente vulnerable al ataque de plagas y enfermedades y debido a su elevado índice de masa foliar, lo que lo convierte en un excelente ítem para este ensayo. Entre los principios activos de tipo insecticida frecuentemente aplicados figuran difenoconazole, imidacloprid, azoxystrobin y bifenthrin, representativos de los diferentes grupos químicos de pesticidas a evaluar.

El primer paso de este trabajo consistió en seleccionar y evaluar un método de extracción por QuEChERS conocido así por el acrónimo de “rápido, fácil, barato, efectivo, resistente y seguro” en inglés (*Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe*) de los activos mencionados, seguido del análisis por cromatografía líquida y gaseosa con detección por espectrometría de masa de triple cuadrupolo, LC-MSMS y GC-MSMS respectivamente. El método cromatográfico proporciona sensibilidad y resolución simultánea adecuada para los cuatro activos (Anastassiades y Lehotay, 2003). Los métodos QuEChERS consisten en una extracción propiamente dicha seguida de una limpieza o clean-up. En términos generales la extracción se realiza con agregado de solvente acetonitrilo, sales y buffer de distintas composiciones y el clean-up es una extracción en fase sólida dispersiva (DSP) con la adición de sulfato de magnesio, aminos primarios y secundarios (PSA) y carbón grafitado (GCB) cuya presencia y composición depende de las distintas variantes del método general.

Se plantearon tres alternativas de método QuEChERS de las cuales se eligió la que logra una mayor recuperación. En la etapa de extracción en el primer y segundo método se usó sulfato de magnesio y buffer citrato, y en el tercero, sulfato de magnesio y acetato de sodio. La etapa de limpieza o clean up para el primer método se realizó con los dispersivos: sulfato de magnesio, PSA y GCB, mientras que

en el segundo y tercer método no se usó GCB. Se empleó tolueno de grado analítico en la etapa dispersiva para impulsar el pasaje de los pesticidas a la fase orgánica.

Para la cromatografía gaseosa se utilizó un GC Agilent 7890 acoplado a un espectrómetro de masa de triple cuadrupolo Agilent 7000 C. La columna fue una DB-5MS UI (Ultra Inerte) 30 m x, 0,25 mm x 0.25 μ m de espesor del film. La temperatura de inyección fue de 250 °C y el horno se trabajó a temperatura programada de 60 °C (1 min), luego a 40 °C/min hasta 120 °C (0 min) y finalmente a 5 °C/min hasta 310 °C (1 min). Se inyectaron 2 μ L del extracto en acetonitrilo obtenido en con el método QuEChERS.

La cromatografía líquida se realizó en un LC Shimadzu Nexera XR acoplado a un MS ABSciex TRIPLE QUAD 4500. Se usó una columna ZORBAX SB-C18 de 2.1 cm x 50mm x 1.8 y 600 Bar. Para la fase A se usó Agua HPLC con 0.05% de ácido acético y para la fase B 75 % de acetonitrilo ultra gradiente y 25 % de agua HPLC con 0.05% de ácido acético. Se inyectaron 20 μ L de extracto acuoso obtenido en con el método QuEChERS.

En ambos casos los cuadrupolos se trabajaron en modo monitoreo de reacciones múltiples (MRM) usando un ion m/z característico de cada analito como cuantificador y otro, también característico, como cualificador. Para la calibración se usaron estándares de pureza superior al 99.5%. Se construyeron curvas de calibración usando soluciones *matrix matched* en cinco niveles de concentración 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 y 2.00 mg/kg respectivamente. Se obtuvieron r^2 de más de 0.900.

El solvente de extracción fue acetonitrilo grado HPLC y se usó 10 mL por cada 10 g de la hoja de verdura. La verdura se procesó tal como se recibió sin ningún tratamiento ni determinación anterior, salvo por una molienda previa a la extracción.

Del proceso de selección de QuEChERS resultó mejor el primer método planteado: extracción con sulfato de magnesio y buffer citrato y clean up con sulfato de magnesio PSA y GCB. Los porcentajes de recuperación

estuvieron comprendidos entre 70% a 110% y los coeficientes de variación resultaron inferiores al 20 %. Se evaluó el porcentaje de recuperación y coeficiente de variación a una concentración de 1.00 mg/kg. El límite de detección del método fue de 0.05 mg/kg para cada analito. El método desarrollado fue exitosamente ampliado para los otros analitos, obteniéndose curvas de calibración y recuperaciones que cumplen con la normativa recomendada.

Se usaron verduras de hojas producidas en distintas localidades de Jujuy para evaluar los residuos de pesticidas en productos destinados al consumo. Las colectas fueron realizadas de las fincas supervisadas por la Sub Secretaría de Agricultura Familiar de la Nación, delegación Jujuy, a las que tuvimos acceso. Se recogieron y analizaron muestras listas para ser comercializadas de: repollo verde, repollo morado, perejil, lechuga, apio, espinaca, acelga y brócoli producidos en Jujuy. Las muestras fueron recogidas entre julio de 2019 y julio de 2020. Las tomas de muestra se realizaron de 4 fincas localizadas en Aguas Calientes y 2 fincas en Las Pampitas, ambas ubicadas en Valles Templados. En la región de Quebrada se muestrearon 2 fincas, una localizada en Maimará y la otra en Uquía. Las muestras, extraídas de las fincas de aquellas verduras que estaban listas para la venta, fueron embolsadas individualmente en bolsas plásticas perfectamente limpias. Las extracciones y análisis se realizaron en el laboratorio al día siguiente de la colecta.

Se buscaron 62 principios activos o sus metabolitos de productos comerciales existentes y utilizados en la provincia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los pesticidas encontrados algunos cumplen la normativa vigente (SENASA, 2020) y otros no están regulados para el producto en el que fue aplicado.

En repollo verde se encontraron azoxystrobin, chlorpyrifos, difenoconazole, hexithiazox, penconazole, profenofos, tebuconazole triadimefon, flubendiamide. Sólo chlorpyrifos y flubendiamide están regulados para repollo y

los valores encontrados superan los límites permitidos por el SENASA.

En repollo morado no se detectaron residuos de pesticidas.

En perejil se hallaron carbendazim, chlorpyrifos, Penconazole El chlorpyrifos no está regulado por el SENASA para perejil. Los otros activos están por debajo de los límites permitidos.

En lechuga se encontró dimethoate, carbendazim y cyhalothrin-lambda. Dimethoate no está regulado por el SENASA. Cyhalothrin lambda y carbendazim están por debajo de los límites permitidos.

En apio, carbendazim, tebuconazole y chlorpyrifos. Chlorpyrifos no está regulado por el SENASA para apio. Los otros están por debajo de los límites permitidos.

En espinaca se encontró el chlorpyrifos que no está regulado por el SENASA.

Los pesticidas encontrados en acelga fueron carbendazim, chlorpyrifos imidacloprid, metalaxyl, methomyl, carbofuran-3-hidroxy y tebuconazole. El chlorpyrifos, metalaxyl, methomyl y carbofuran-3-hidroxi no están regulados por el SENASA. Los otros están por debajo de los límites permitidos.

En brócoli se hallaron flubendiamide metalaxyl, methomyl y chlorpyrifos. El metalaxyl y flubendiamide no están regulados por el SENASA. Los otros están por debajo de los límites permitidos.

La presencia observada de los distintos residuos se debe a los diferentes tratamientos que usaron los agricultores ante el ataque real o probable de plagas. Las diferencias encontradas en un mismo producto pueden deberse a 2 razones principales: un mejor manejo del cultivo por parte del productor o una menor tendencia al ataque de plagas del producto en sí mismo. Esto podría explicar las diferencias halladas entre el repollo verde y el morado. Este último podría ser menos propenso al ataque de plagas, lo que se puede inferir por el hecho de que las muestras analizadas pertenecen a zonas geográficas diferentes.

Se listan a continuación los productos y analitos evaluados:

Tabla 1: Pesticidas en repollo verde

VERDURA	REPOLLO VERDE		
	MRL SENASA julio 2020 (1)	Aguas Calientes Finca 1 19/9/2019	Aguas Calientes Finca 2 4/9/2019
2,4-D	No regulado	ND	ND
Acephate	No regulado	ND	ND
Acetamiprid	No regulado	ND	ND
Azoxystrobin	No regulado	ND	< LQ
Bifenthrin	No regulado	ND	ND
Butralin	No regulado	ND	ND
Carbaryl	3 mg/kg	ND	ND
Carbendazim	1 mg/kg	ND	ND
Carbofuran	No regulado	ND	ND
Carbofuran-3-hidroxi	No regulado	ND	ND
Chlorantraniliprole	No regulado	ND	ND
Chlorpyrifos	0,05 mg/kg	0,05 mg/kg	0,07 mg/kg
Chlorpyrifos metil	No regulado	ND	ND
Clomazone	No regulado	ND	ND
Cyfluthrin	No regulado	ND	ND
Cyhalothrin lambda	No regulado	ND	0,05 mg/kg
Cypermethrin	No regulado	ND	ND
Clothianidin	No regulado	ND	ND
DDT □	No regulado	ND	ND
Deltamethrin	0,5 mg/kg	ND	ND
Diazinon	No regulado	ND	ND
Difenoconazole	No regulado	ND	0,11 mg/kg
Dimethoate	2 mg/kg	ND	ND
Diphenamid	No regulado	ND	ND
Endosulfan □	No regulado	ND	ND
Endrin	No regulado	ND	ND
Flubendiamide	0,1 mg/kg	ND	0,13 mg/kg
Flumetralin	No regulado	ND	ND
HCH-a+ HCH-b+ HCH-d	No regulado	ND	ND
HCH-g	No regulado	ND	ND
Heptachlor+Heptachlor epoxide	No regulado	ND	ND
Hexachlorobenzene	No regulado	ND	ND
Hexithiazox	No regulado	ND	< LQ
Imidacloprid	0,1 mg/kg	ND	ND
Iprodione	No regulado	ND	ND
Malathion	3 mg/kg	ND	ND
Metalaxyl	No regulado	ND	ND
Methamidophos	No regulado	ND	ND
Methomyl	0,2 mg/kg	ND	ND
Metolachlor	0,2 mg/kg	ND	ND
Parathion	No regulado	ND	ND
Penconazole	No regulado	ND	0,05 mg/kg
Pendimetalin	No regulado	ND	ND
Permethrin	No regulado	ND	ND
Profenofos	No regulado	ND	0,07 mg/kg
Propamocarb	No regulado	ND	ND
Tebuconazole	No regulado	ND	0,06 mg/kg
Thioadicarb	No regulado	ND	ND
Triadimefon	No regulado	ND	< LQ
Trifluralin	No regulado	ND	ND

MRL: nivel máximo permitido; ND: no detectado; NA: no analizado; < LQ: menor que el límite de cuantificación

Tabla 2: Pesticidas en perejil

VERDURA	PEREJIL					
	PESTICIDAS	MRL SENASA julio 2020	Aguas Calientes Finca 3	Aguas Calientes Finca 2	Aguas Calientes Finca 1	Maimará
			8/8/2019	4/9/2019	19/9/2019	2/3/2020
2,4-D	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Acephate	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Acetamiprid	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Azoxystrobin	10 mg/kg	ND	ND	ND	ND	
Bifenthrin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Butralin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Carbaryl	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Carbendazim	14 mg/kg	ND	< LQ	ND	ND	
Carbofuran	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Carbofuran-3-hidroxi	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Chlorantraniliprole	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Chlorpyrifos	No regulado	0,34 mg/kg	< LQ	< LQ	ND	
Chlorpyrifos metil	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Clomazone	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Cyfluthrin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Cyhalothrin lambda	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND	
Cypermethrin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Clothianidin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
DDT Σ	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Deltamethrin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Diazinon	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Difenoconazole	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Dimethoate	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Diphenamid	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Endosulfan Σ	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Endrin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Flubendiamide	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Flumetralín	No regulado	ND	ND	ND	ND	
HCH-a+ HCH-b+ HCH-d	No regulado	ND	ND	ND	ND	
HCH-g	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Heptachlor+Heptachlor epoxide	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Hexachlorobenzene	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Hexithiazox	No regulado	NA	NA	NA	NA	
Imidacloprid	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Iprodione	No regulado	NA	NA	NA	NA	
Malathion	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Metalaxyl	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Methamidophos	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Methomyl	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Metolachlor	0,2 mg/kg	ND	ND	ND	ND	
Parathion	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Penconazole	1 mg/kg	ND	ND	ND	ND	
Pendimethalin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Permethrin	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Profenofos	No regulado	NA	NA	NA	NA	
Propamocarb	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Tebuconazole	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Triadimefon	No regulado	ND	ND	ND	ND	
Trifluralin	No regulado	ND	ND	ND	ND	

MRL: nivel máximo permitido; ND: no detectado; NA: no analizado; < LQ: menor que el límite de cuantificación

Tabla 3: Pesticidas en acelga

VERDURA	ACELGA				
	MRL SENASA julio 2020	Aguas Calientes Finca 4	Aguas Calientes Finca 2	Aguas Calientes Finca 1	Maimará
		8/8/2019	4/9/2019	19/9/2019	2/3/2020
2,4-D	No regulado	ND	ND	ND	ND
Acephate	No regulado	NA	NA	NA	NA
Acetamiprid	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Azoxystrobin	10 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Bifenthrin	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Butralin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Carbaryl	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Carbendazim	10 mg/kg	ND	ND	1 mg/kg	ND
Carbofuran	No regulado	ND	ND	ND	ND
Carbofuran-3-hidroxi	No regulado	ND	ND	< LQ	ND
Chlorantraniliprole	No regulado	ND	ND	ND	ND
Chlorpyrifos	No regulado	ND	ND	1,34 mg/kg	ND
Chlorpyrifos metil	No regulado	ND	ND	ND	ND
Clomazone	No regulado	ND	ND	ND	ND
Cyfluthrin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Cyhalothrin lambda	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Cypermethrin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Clothianidin	No regulado	ND	ND	ND	ND
DDT á	No regulado	ND	ND	ND	ND
Deltamethrin	0,5 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Diazinon	No regulado	NA	NA	NA	NA
Difenoconazole	No regulado	ND	ND	ND	ND
Dimethoate	No regulado	ND	ND	ND	ND
Diphenamid	No regulado	ND	ND	ND	ND
Endosulfan á	No regulado	ND	ND	ND	ND
Endrín	No regulado	ND	ND	ND	ND
Flubendiamide	No regulado	ND	ND	ND	ND
Flumetralín	No regulado	ND	ND	ND	ND
HCH-a+ HCH-b+ HCH-d	No regulado	ND	ND	ND	ND
HCH-g	No regulado	ND	ND	ND	ND
Heptachlor+Heptachlor epoxide	No regulado	ND	ND	ND	ND
Hexachlorobenzene	No regulado	ND	ND	ND	ND
Hexithiazox	No regulado	NA	NA	NA	NA
Imidacloprid	3 mg/kg	ND	ND	0,86 mg/kg	ND
Iprodione	No regulado	NA	NA	NA	NA
Malathion	No regulado	ND	ND	ND	ND
Metalaxyl	No regulado	0,08 mg/kg	ND	0,78 mg/kg	ND
Methamidophos	No regulado	ND	ND	ND	ND
Methomyl	No regulado	0,06 mg/kg	ND	ND	ND
Metolachlor	No regulado	ND	ND	ND	ND
Parathion	No regulado	NA	NA	NA	NA
Penconazole	No regulado	ND	ND	ND	ND
Pendimethalin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Permethrin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Profenofos	No regulado	ND	ND	ND	ND
Propamocarb	No regulado	ND	ND	ND	ND
Tebuconazole	8 mg/kg	ND	ND	0,42 mg/kg	ND
Triadimefon	No regulado	ND	ND	ND	ND
Trifluralin	No regulado	ND	ND	ND	ND

MRL: nivel máximo permitido; ND: no detectado; NA: no analizado; < LQ: menor que el límite de cuantificación

Tabla 4: Pesticidas en brócoli y apio

VERDURA	BRÓCOLI		APIO		
	MRL SENASA julio 2020	Aguas Calientes Finca 4 8/8/2019	MRL SENASA julio 2020	Aguas Calientes Finca 1 19/9/2019	Maimará 2/3/2020
2,4-D	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Acephate	No regulado	ND	No regulado	NA	NA
Acetamiprid	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Azoxystrobin	1 mg/kg	ND	0,5 mg/kg	ND	ND
Bifenthrin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Butralin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Carbaryl	No regulado	ND	3 mg/kg	ND	ND
Carbendazim	No regulado	ND	0,2 mg/kg	0,07 mg/kg	ND
Carbofuran	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Carbofuran-3-hidroxi	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Chlorantraniliprole	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Chlorpyrifos	0,5 mg/kg	< LQ	No regulado	2,88 mg/kg	ND
Chlorpyrifos metil	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Clomazone	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Cyfluthrin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Cyhalothrin lambda	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Cypermethrin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Clothianidin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
DDT á	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Deltamethrin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Diazinon	No regulado	ND	No regulado	NA	NA
Difenoconazole	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Dimethoate	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Diphenamid	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Endosulfan á	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Endrin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Flubendiamide	2 mg/kg	< LQ	No regulado	ND	ND
Flumetralín	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
HCH-a+ HCH-b+ HCH-d	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
HCH-g	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Heptachlor+Heptachlor epoxide	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Hexachlorobenzene	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Hexithiazox	No regulado	ND	0,5 mg/kg	NA	NA
Imidacloprid	0,15 mg/kg	ND	No regulado	ND	ND
Iprodione	No regulado	NA	No regulado	ND	ND
Malathion	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Metalaxyl	No regulado	< LQ	No regulado	ND	ND
Methamidophos	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Methomyl	0,2 mg/kg	< LQ	No regulado	ND	ND
Metolachlor	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Parathion	No regulado	ND	No regulado	NA	NA
Penconazole	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Pendimethalin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Permethrin	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Profenofos	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Propamocarb	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Tebuconazole	0,5 mg/kg	ND	8 mg/kg	< LQ	ND
Triadimefon	No regulado	ND	No regulado	ND	ND
Trifluralin	0,05 mg/kg	ND	0,05 mg/kg	ND	ND

MRL: nivel máximo permitido; ND: no detectado; NA: no analizado; < LQ: menor que el límite de cuantificación

Tabla 5: Pesticidas en repollo colorado y espinaca

VERDURA	REPOLLO MORADO			ESPINACA		
	MRL SENASA julio 2020	Aguas Calientes Finca 3	Uquíá	MRL SENASA julio 2020	Maimará	Uquíá
		8/8/2019	13/7/2020		2/3/2020	13/7/2020
2,4-D	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Acephate	No regulado	ND	ND	No regulado	NA	NA
Acetamiprid	No regulado	ND	ND	3 mg/kg	ND	ND
Azoxystrobin	No regulado	ND	ND	10 mg/kg	ND	ND
Bifenthrin	No regulado	ND	ND	3 mg/kg	ND	ND
Butralin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Carbaryl	3 mg/kg	ND	ND	3 mg/kg	ND	ND
Carbendazim	1 mg/kg	ND	ND	10 mg/kg	ND	ND
Carbofuran	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Carbofuran-3-hidroxi	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Chlorantraniliprole	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Chlorpyrifos	0,05 mg/kg	ND	ND	No regulado	ND	< LQ
Chlorpyrifos metil	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Clomazone	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Cyfluthrin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Cyhalothrin lambda	No regulado	ND	ND	3 mg/kg	ND	ND
Cypermethrin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Clothianidin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
DDT á	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Deltamethrin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Diazinon	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Difenoconazole	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Dimethoate	2 mg/kg	ND	ND	No regulado	ND	ND
Diphenamid	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Endosulfan á	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Endrin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Flubendiamide	0,1 mg/kg	ND	ND	No regulado	ND	ND
Flumetralín	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
HCH-a+ HCH-b+ HCH-d	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
HCH-g	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Heptachlor+Heptachlor epoxide	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Hexachlorobenzene	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Hexithiazox	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Imidacloprid	0,1 mg/kg	ND	ND	3 mg/kg	ND	ND
Iprodione	No regulado	ND	ND	No regulado	NA	NA
Malathion	3 mg/kg	ND	ND	No regulado	ND	ND
Metalaxyl	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Methamidophos	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Methomyl	0,2 mg/kg	ND	ND	No regulado	ND	ND
Metolachlor	0,2 mg/kg	ND	ND	No regulado	ND	ND
Parathion	No regulado	ND	ND	No regulado	NA	NA
Penconazole	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Pendimethalin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Permethrin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Profenofos	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Propamocarb	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Tebuconazole	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Triadimefon	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND
Trifluralin	No regulado	ND	ND	No regulado	ND	ND

MRL: nivel máximo permitido; ND: no detectado; NA: no analizado; < LQ: menor que el límite de cuantificación

Tabla 6: Pesticidas en lechuga

VERDURA	LECHUGA CRIOLLA				LECHUGA MANTECOSA
	MRL SENASA julio 2020	Aguas Calientes Finca 2	Aguas Calientes Finca 1	Maimará	Aguas Calientes Finca 1
		4/9/2019	19/9/2019	2/3/2020	19/9/2019
2,4-D	No regulado	ND	ND	ND	ND
Acephate	No regulado	ND	ND	ND	ND
Acetamiprid	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Azoxystrobin	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Bifenthrin	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Butralin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Carbaryl	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Carbendazim	10 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Carbofuran	No regulado	ND	ND	ND	ND
Carbofuran-3-hidroxi	No regulado	ND	ND	ND	ND
Chlorantraniliprole	No regulado	ND	ND	ND	ND
Chlorpyrifos	No regulado	ND	ND	ND	ND
Chlorpyrifos metil	No regulado	ND	ND	ND	ND
Clomazone	No regulado	ND	ND	ND	ND
Cyfluthrin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Cyhalothrin lambda	3 mg/kg	ND	0,09 mg/kg	ND	0,44 mg/kg
Cypermethrin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Clothianidin	No regulado	ND	ND	ND	ND
DDT á	No regulado	ND	ND	ND	ND
Deltamethrin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Diazinon	No regulado	ND	ND	ND	ND
Difenoconazole	No regulado	ND	ND	ND	ND
Dimethoate	No regulado	ND	< LQ	ND	0,35 mg/kg
Diphenamid	No regulado	ND	ND	ND	ND
Endosulfan á	No regulado	ND	ND	ND	ND
Endrin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Flubendiamide	1 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Flumetralin	No regulado	ND	ND	ND	ND
HCH-a+ HCH-b+ HCH-d	No regulado	ND	ND	ND	ND
HCH-g	No regulado	ND	ND	ND	ND
Heptachlor+Heptachlor epoxide	No regulado	ND	ND	ND	ND
Hexachlorobenzene	No regulado	ND	ND	ND	ND
Hexithiazox	No regulado	ND	ND	ND	ND
Imidacloprid	3 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Iprodione	0,5 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Malathion	No regulado	ND	ND	ND	ND
Metalaxyl	No regulado	ND	ND	ND	ND
Methamidophos	No regulado	ND	ND	ND	ND
Methomyl	0,2 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Metolachlor	0,2 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Parathion	No regulado	ND	NA	NA	NA
Penconazole	No regulado	ND	ND	ND	ND
Pendimethalin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Permethrin	No regulado	ND	ND	ND	ND
Profenofos	No regulado	ND	ND	ND	ND
Propamocarb	No regulado	ND	ND	ND	ND
Tebuconazole	7 mg/kg	ND	ND	ND	ND
Triadimefon	No regulado	ND	ND	ND	ND
Trifluralin	0,05 mg/kg	ND	ND	ND	ND

MRL: nivel máximo permitido; ND: no detectado; NA: no analizado; < LQ: menor que el límite de cuantificación

CONCLUSIONES Y REFERENCIAS

Si bien se encontraron sólo dos residuos por encima de los MRL permitidos por SENASA, chlorpyrifos y flubendiamide en repollo verde, se hallaron muchos activos que no están regulados, y por lo tanto no permitidos, en la normativa vigente.

Esto muestra que hay mucha tarea por delante por hacer en virtud de la mejora de calidad de verduras de hojas producidas en la provincia. Nuestro grupo de trabajo está analizando nuevas producciones para ver si estos valores se repiten. También se está tratando de ampliar las zonas geográficas analizadas. Es importante evaluar las razones para el uso de estos pesticidas, es decir, si son adecuados para las enfermedades tratadas. Y también concientizar a los productores para dejar de usar activos no regulados. La combinación sinérgica de estos factores contribuirá a un mejoramiento integral de la calidad de verduras producidas en Jujuy.

Anastassiades M. y Lehotay S. J. 2003. *Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/ partitioning and "dispersive solid-phase extraction" for the determination of pesticide residues in produce*. J. AOAC Int. 86, 412-431.

De Pascuale Bovi, J.A.; Geersten, S.E.; Sichetti, S.L.; Orgaz, A.F.; Heit, C.I.; Tognon, N.C.; Barrios, H.G.; Ortega, A.E. 2018. *Una mirada a los sistemas intensivos de la Quebrada de Humahuaca. Avances en evaluación de BPA en cultivo de lechuga*. Conferencias y resúmenes del 3er Simposio de Malezas y Herbicidas- INTA, Ministerio de Agroindustria 2018. ISBN 978-987-521-928-1.

Ministerio de la Producción de Jujuy. 2012. *Estrategia Provincial para el Sector Agroalimentario Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Provincia de Jujuy. Resolución del Ministerio de Producción* <http://www.prosap.gov.ar/webDocs/EPASA-JujuyResolucion156.pdf>. Búsqueda 28/08/23

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, SENASA. 2020. *Resolución-934-2010*- actualizada al 2020.

<https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productosveterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal> Búsqueda 20/09/2021

CONTRIBUCIÓN DE LA ATENUACIÓN LUMÍNICA Y LA EFICIENCIA EN EL USO DE LA RADIACIÓN A LA ESTABILIDAD DE RENDIMIENTOS DE QUINUAS ANDINAS Y COSTERAS CULTIVADAS EN EL NOROESTE ARGENTINO

Agüero, Juan José; Acreche, Martín Moisés; Bertero, Héctor Daniel; Curti, Ramiro Néstor

Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 76. San Salvador de Jujuy. 4600. Jujuy.

E-mail: aguerointa@gmail.com

Resumen

Debido a su alta interacción genotipo-ambiente, la estabilidad en los rendimientos es un aspecto clave en la difusión del cultivo. Diferencias en la atenuación lumínica (k) y la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) ante variaciones genéticas, ambientales, de densidad de plantas e interacciones, impactarán en la estabilidad del rendimiento de granos de quinua. Se evaluaron genotipos andinos no ramificados (RQ252 y RQ420) y costeros ramificados (Titicaca y Puno), densidad de plantas convencional (14 plantas m^{-2}) y baja (7 plantas m^{-2}), en dos sitios contrastantes del noroeste argentino: Valles Áridos y Puna, durante dos ciclos de cultivo. El valor de k resultó mayor en Puna ($k \sim 0,66$), con variaciones entre años solo para Titicaca (de 0,68 a 0,76), mientras que en Valles Áridos el valor de k de todos los genotipos disminuyó al adelantar la fecha de siembra entre ciclos (de 0,59 a 0,47). Al reducir la densidad de plantas, el valor de k aumentó de 0,56 a 0,64, mientras que entre genotipos resultó mayor el valor de k de los costeros ramificados, en mayor proporción en Puna. La relación entre k y el coeficiente de biomasa de ramificaciones, más evidente en genotipos costeros ramificados, se reflejó en el rendimiento de granos de las ramificaciones, alcanzando la mayor contribución de panojas secundarias (29%) Titicaca en Puna a baja densidad de plantas. Por su parte, el valor de RUE mostró menor variación entre ambientes en genotipos costeros ramificados (15-18%) respecto a genotipos andinos no ramificados (38-43%). Genotipos costeros ramificados mostraron mayor plasticidad fenotípica para la atenuación lumínica, lo que redundó en una mayor contribución de granos de panojas secundarias, y sumado a su menor plasticidad fenotípica para EUR alcanzaron rendimientos más estables que genotipos andinos no ramificados, de alta adaptación local. Los resultados contraponen estrategias amplias vs específicas para el cultivo.

Palabras Clave: atenuación lumínica, eficiencia en el uso de la radiación, plasticidad fenotípica, adaptación local, diversidad genética.

Eje temático: Conocimiento e innovación.

INTRODUCCIÓN

A pesar que el cultivo de la quinua se difundió en los últimos 10 años en 123 países y 5 continentes, la producción aún se concentra en Bolivia y Perú (Alandia et al., 2020). El noroeste argentino (NOA), sector sur de la región andina del cultivo, no abastece aún la demanda nacional de granos: casi 1000 t de quinua se importaron en 2020 (International Trade Center, 2023). Debido a su elevada interacción genotipo-ambiente (Bazile et al., 2016; Curti et al., 2014), la estabilidad en los rendimientos es un aspecto clave en la difusión del cultivo (Thiam et al., 2021). Estudios anteriores en quinua muestran a los días a floración como variable altamente responsable de la estabilidad en los rendimientos. Ciclos cortos pueden evitar disminuciones de rendimiento en ambientes restrictivos, ya sea por heladas tempranas (Agüero et al., 2003) o

temperaturas altas extremas (Matías et al., 2021). Esta estrategia, conocida en ecología como evitación, puede complementarse con otra, conocida como tolerancia (Szymańska, 2021). Esta última en un sentido más amplio, se entiende como plasticidad fenotípica, es decir la producción ambientalmente sensible de fenotipos alternativos según ambientes determinados (DeWitt & Scheiner, 2004). Alta plasticidad fenotípica en atributos morfológicos o fisiológicos de la planta pueden relacionarse a una baja plasticidad fenotípica para el rendimiento, es decir su estabilidad (Pires et al., 2020).

Entender las bases morfológicas y fisiológicas de la respuesta genotipo-dependiente a ambientes o manejos específicos, podría contribuir a la eficiencia con la cual los programas de manejo caracterizan y usan el germoplasma disponible

(Cooper et al., 1994; de la Vega & Hall, 2002a, 2002b). El índice de cosecha (IC), cociente entre el rendimiento en granos (RG) y la biomasa total acumulada (B) (Ec. 1), ha demostrado ser altamente responsable de las variaciones en el rendimiento de los principales cultivos (Kiniry et al., 2005) y también en quinua (Agüero et al., 2003). Sin embargo, otras variables involucradas en la generación del rendimiento pueden ser también modificadas por el genotipo (G), el ambiente o el manejo, contribuyendo con estrategias de mejoramiento genético (Slafer & Andrade, 1993). La acumulación de biomasa en función del tiempo (t), entendida como tasa de crecimiento del cultivo (TCC), depende de la radiación incidente (R_{inc}), la fracción interceptada por la canopia (R/R_{inc} o f), y la eficiencia con la cual la radiación interceptada (R) es convertida a biomasa (EUR), definida por las siguientes ecuaciones (Monteith, 1977):

$$RG = B \times IC \quad [1]$$

$$B = \int TCC dt \quad [2]$$

$$B = \int R_{inc} \times (R/R_{inc}) \times EUR dt, \quad [3]$$

$$EUR = \int R dt / B \quad [4]$$

El valor de f depende del índice de área foliar (IAF), es decir el cociente entre el área foliar y la porción de tierra ocupada por el cultivo y del coeficiente de atenuación lumínica (k), de acuerdo con la ley de Beer (Kiniry et al., 2005):

$$f = R/R_{inc} = 1 - \exp(-k \times IAF), \text{ y despejando:} [5]$$

$$k = [\ln(1 - R/R_{inc})] / IAF \quad [6]$$

Tanto el coeficiente de atenuación lumínica como la eficiencia en el uso de la radiación podrían variar en el germoplasma de quinua. El coeficiente k depende de la arquitectura de la canopia, y representa la relación entre la sombra de la canopia proyectada horizontalmente y su área foliar (Boote & Loomis, 1991). Su valor será alto cuando las hojas se distribuyan en un plano horizontal perpendicular a los rayos del sol (canopia de arquitectura planófila), disminuyendo cuando la arquitectura de la canopia se hace más erecta (Richards et al., 2019). Dentro del germoplasma de quinua, los genotipos costeros muestran un hábito más del tipo ramificado (canopia de arquitectura planófila), mientras que los genotipos andinos muestran hábitos ramificados y no ramificados dependiendo de su adaptación a las diferentes eco-regiones (Gomez-Pando et al., 2019). El hábito más o menos ramificado de la planta depende además de la disponibilidad de luz y nutrientes, recursos que incrementan al reducir la densidad de plantas (D) en el cultivo (Risi & Galwey, 1991). Por su parte, la eficiencia en el

uso de la radiación, mayormente afectada por episodios de estrés (Jamieson et al., 1995; Kemanian et al., 2004), se espera que sea más estable en genotipos costeros que en andinos, debido a la alta capacidad de adaptación local (interacción genotipo-ambiente) de estos últimos. Genotipos de quinua andinos y costeros con diferente hábito de ramificación, ante variaciones ambientales y de densidad de plantas en sistemas productivos del NOA, mostrarán una contribución distinta de la atenuación lumínica y la eficiencia en el uso de la radiación a la estabilidad de sus rendimientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético y sitios de experimentación

Se evaluaron cuatro genotipos de quinua, dos andinos de hábito no ramificado y dos costeros de hábito ramificado, con el fin de contrastar adaptación local y estabilidad de rendimientos. Los genotipos andinos no ramificados fueron RQ252 y RQ420, del programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ambos genotipos provienen de las accesiones locales CHEN 252 y CHEN 420, respectivamente, coleccionadas por el Profesor Héctor Daniel Bertero (Universidad Nacional de Buenos Aires) y conservadas en el banco de germoplasma de INTA. De ellas, la primera es originaria de ambientes de Valles Áridos (2334 m s.n.m.), y la segunda proviene de Puna (3498 m s.n.m.), (Curti et al., 2012). Esto implica un ciclo de cultivo más largo y mayor acumulación de biomasa para RQ252 y un ciclo de cultivo más corto y mayor índice de cosecha para RQ420 (Curti et al., 2014). Ambas poseen una panoja del tipo amarantiforme compacta (Stanschewski et al., 2021), con granos blancos a madurez, y diferencias en la sensibilidad al fotoperíodo: baja en RQ420 e intermedia en RQ252 (Curti et al., 2016). Los genotipos costeros, Puno y Titicaca, provienen del programa de mejoramiento genético danés (www.quinoaquality.com) y poseen una panoja glomerulada típica del grupo (Stanschewski et al., 2021), con el pericarpio de sus granos de color blanco a amarillo en el caso de Puno y amarillo a naranja en el caso de Titicaca. Los genotipos costeros muestran mayor precocidad con casi neutralidad en su respuesta fotoperiódica, habiendo sido seleccionados de materiales chilenos de nivel del mar (Adolf et al., 2012).

Los sitios experimentales (S) se eligieron a fines de reflejar los mega-ambientes contrastantes (Curti et al., 2014) en los cuales opera el programa de mejoramiento genético del INTA. Uno se situó en Abra Pampa (22°48'0 S, 65°49'0 O, 3484 m s.n.m.) representando a ambientes

puneños, mientras que el otro se situó en Hornillos (23°39' 0" S, 65°26' 0" O, 2241 m s.n.m.) representando a los Valles Áridos (Curti et al., 2014). Ambos se encuentran en la provincia de Jujuy, donde tradicionalmente se cultiva quinua (Costa Tártara et al., 2015). Los experimentos se repitieron en ambos sitios por 2 años (A). En Abra Pampa, los experimentos a campo se condujeron durante 2018 y 2019 en un Yermosol lúvico, de acuerdo a la clasificación de suelos de la FAO (*Food and Agriculture Organization*), (Nadir & Chafatinos, 1990), con una textura arenosa y 1,98% de materia orgánica de acuerdo a análisis de suelo previos. En Hornillos, se condujeron durante 2017 y 2019 en un Fluvisol calcáreo, con una textura franca areno-arcillosa y 1,54% de materia orgánica. Las fechas de siembra difirieron en 2 días para los ciclos de cultivo de Abra Pampa (5 de Diciembre en 2018 y 3 de Diciembre en 2019); mientras que en Hornillos la diferencia alcanzó los 50 días (1 de Noviembre en 2017 y 10 de Septiembre de 2019), reflejando el amplio rango de fechas de siembra posibles en este sitio (Curti et al., 2016).

Experimento a campo y manejo

La combinación de sitios y años se dispuso en un diseño de bloques completamente aleatorizados con la densidad de plantas como parcela principal y 3 repeticiones. La estructura del bloque fue usada para controlar posibles diferencias debidas a la instalación del riego. Los genotipos fueron dispuestos como subparcelas asignadas aleatoriamente, consistentes en 5 líneas de plantas de 4 metros de largo. Los niveles de densidad de plantas en el cultivo fueron 10 y 5 plantas por metro lineal. El primero representó el nivel convencional andino de densidad de plantas en el cultivo (Aguilar & Jacobsen, 2003), mientras que el segundo una baja densidad de plantas. Los niveles de densidad de plantas fueron determinados por raleo, dos semanas después de la siembra a razón de 7 kg de semilla/ha con 70 cm de espaciamiento entre líneas, dentro del rango de distancia entre surcos utilizado en la región andina: 40–80 cm (Peterson and Murphy 2015). Esto resultó en densidades de plantación de 14 y 7 plantas/m² para las 10 y 5 plantas/m nombradas anteriormente. Se aplicó Nitrógeno (N) a través del riego por goteo, mediante 3 aplicaciones semanales, siendo la primera 3 semanas posterior al raleo de plantas hasta alcanzar los 100 kg N/ha. El agua también se aplicó mediante el sistema de riego, una o dos veces por semana, evitando el déficit hídrico durante el ciclo del cultivo. Se aplicaron regularmente insecticidas y funguicidas para prevenir plagas y enfermedades fúngicas, siendo las malezas removidas a mano oportunamente.

Mediciones

Se muestrearon, a partir de la línea central, cinco plantas contiguas por subparcela en 4 estadios de desarrollo: botón floral visible (BBCH 50), inicio de antesis (BBCH60), fin de antesis (BBCH69), y madurez fisiológica (BBCH89), (Sosa-Zuniga et al., 2017), cuando al menos el 50% de las plantas de la subparcela alcanzaron cada estadio (Stanschewski et al., 2021). Los estadios de desarrollo definieron 4 fases: vegetativa, reproductiva, antesis y llenado de granos (Ruiz & Bertero, 2008). En cada estadio, la biomasa aérea fue separada inicialmente en dos partes: eje principal y ramificaciones, y luego cada una de ellas en hojas, tallos, panojas y granos si hubiese. Se midió área foliar con LI-COR 3100 (USA) en las cinco plantas muestreadas, llevando el valor a 7 o 14 plantas dependiendo del nivel de densidad de plantas de cada tratamiento y dividiendo por metro cuadrado para calcular el índice de área foliar de cada estadio. La biomasa fraccionada se secó con estufa de aire forzado a 70°C hasta peso constante. Se calculó la tasa de crecimiento del cultivo de una fase determinada (Ec. 2) como el cociente entre la diferencia de biomasa acumulada en dos estadios de desarrollo consecutivos y los días transcurridos durante la fase. La biomasa total acumulada, el rendimiento en granos, el índice de cosecha (Ec. 1), y el coeficiente de biomasa de ramificaciones (el cociente entre la biomasa de ramificaciones y la biomasa total acumulada), se calcularon a madurez fisiológica, como lo sugiere la literatura (Stanschewski et al., 2021). Se separaron los granos entre los de la panoja principal y los provenientes de las panojas de las ramificaciones (panojas secundarias). El rendimiento total de granos, y los rendimientos del eje principal y de las ramificaciones, se calcularon multiplicando el rendimiento promedio por planta y el número de plantas por metro cuadrado, 14 o 7 dependiendo el nivel de densidad de plantas. Finalmente, se calculó la contribución de las panojas secundarias, como el cociente entre el rendimiento de las ramificaciones y el rendimiento total de granos.

La radiación incidente se obtuvo indicando el sitio y el año en la página <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. La fracción interceptada por la canopia (Ec. 5) se calculó a través de la medición de transmitancia de luz, obtenida con un ceptómetro digital (Cavadevices, Buenos Aires) entre las 11 a.m. and 2 p.m., semanalmente desde una semana después del raleo hasta el fin de antesis. Se realizaron seis mediciones por subparcela, la primera y la última por encima del cultivo, y las cuatro restantes por debajo del mismo, sobre el suelo y de manera perpendicular a la línea del

cultivo. El valor de f se calculó como 1 menos la transmitancia de luz (cociente entre el promedio de las mediciones por debajo del cultivo y el promedio de las mediciones por encima del mismo). Para comparar el efecto de los tratamientos, se utilizó el valor de f obtenido a fin de antesis (Ruiz & Bertero, 2008). Con este último y el índice de área foliar también a fin de antesis se calculó coeficiente k usando la fórmula de la ecuación 6. Los valores diarios se obtuvieron a través de la interpolación lineal de los datos medidos semanalmente. Finalmente, se calculó EUR como el cociente entre la radiación interceptada y la biomasa acumuladas a fin de antesis. El primero se obtuvo multiplicando el valor de radiación incidente diaria de la página web referenciada, por el valor diario de f .

A fines de evaluar la habilidad de cada genotipo para producir variación en respuesta a diferentes años, sitios y densidades de planta en el cultivo, se calculó el coeficiente de plasticidad fenotípica relativa (PF) para todas las variables involucradas en la generación del rendimiento. Este resulta del cociente entre la varianza fenotípica de cada genotipo y la varianza fenotípica total de todo el material genético evaluado (Dingemans et al., 2010).

Análisis estadístico

Todas las variables de respuesta fueron analizadas mediante el ANAVA, considerando efectos fijos para todos los factores evaluados. El modelo lineal ajustado incluyó interacciones dobles, triples y cuádruple. Los análisis fueron llevados a cabo usando el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2002).

RESULTADOS

El análisis de varianza de k arroja bajos valores de p para el efecto de $G \times A$, $S \times A$, D , y $G \times S$ (Tabla 1). El valor de k resultó mayor en Puna ($k=0,66$), manteniéndose en ambos ciclos para todos los genotipos a excepción de Titicaca (incrementó su valor del primer al segundo ciclo de 0,68 a 0,76, interacción $G \times A$); mientras que en Valles Áridos resultó mayor en el ciclo de siembra tardía ($k=0,59$) y menor en el de siembra temprana ($k=0,47$), (interacción $S \times A$). Ante la reducción en la densidad de plantas, el valor promedio de k aumentó de 0,56 a 0,64. Entre genotipos, k resultó mayor en costeros ramificados, mientras que al pasar de Valles Áridos a Puna los valores de k aumentaron en mayor proporción en genotipos costeros ramificados que en andinos no ramificados (interacción $G \times S$), (Fig. 1).

Tabla 1. Valores de p según sitio (S), año (A), densidad de plantas (D), genotipo (G) e

interacciones, resultantes del análisis de varianza de coeficiente de atenuación lumínica (k), rendimiento de granos de ramificaciones (R_{ramif}) y eficiencia en el uso de la radiación (EUR), de 4 materiales de quinua, 2 densidades de plantas, 2 sitios de experimentación y 2 ciclos de cultivo en el cultivo de quinua del noroeste argentino.

Fuente de variación	K	R_{ramif}	EUR
S	0,0001	<0,0001	0,0002
A	0,0010	0,0003	0,3256
$S \times A$	0,0005	0,0001	0,0082
D	0,0001	0,0013	0,9024
$D \times S$	0,6129	0,4752	0,1760
$D \times A$	0,0587	0,7813	0,2876
$D \times A \times S$	0,8063	0,0343	0,6186
G	0,0001	<0,0001	<0,0001
$G \times S$	0,0054	<0,0001	<0,0001
$G \times A$	0,0382	<0,0001	0,2745
$G \times D$	0,9033	0,0268	0,8094
$G \times S \times A$	0,6564	0,007	0,0379
$G \times S \times D$	0,9849	0,7392	0,9402
$G \times D \times A$	0,7481	0,8793	0,0793
$G \times S \times D \times A$	0,8946	0,9881	0,9688

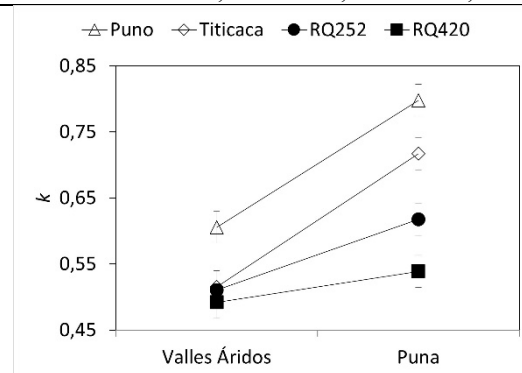


Fig 1. Coeficiente de atenuación lumínica (k) según sitio de experimentación para 4 genotipos de quinua en el noroeste argentino. Las pestañas indican e.e.

El valor de k se relacionó con el coeficiente de biomasa de ramificaciones en mayor medida en genotipos costeros ramificados (Fig. 2). Esto se reflejó en las variaciones en el rendimiento de granos de ramificaciones, las cuales mostraron valores bajos de p debidas a interacciones $G \times D$, $G \times S \times A$ y $D \times A \times S$ (Tabla 1). Al reducir la densidad de plantas, los granos de las ramificaciones aumentaron en Titicaca de 50 a 66 g/m^2 en promedio entre años y sitios, manteniéndose alrededor de 30 g/m^2 en Puno, y entre 9 y 15 g/m^2 en genotipos andinos no ramificados (interacción $G \times D$), (Fig. 3). En Valles Áridos, al pasar de siembra primaveral a estival, Titicaca fue el genotipo de mayor incremento en el rendimiento de granos de ramificaciones (de 13 a 57 g/m^2), luego Puno (de 4 a 23 g/m^2), mientras que los genotipos andinos no ramificados se mantuvieron entre 3 y 9 g/m^2

(interacción $G \times S \times A$). El rendimiento de granos de ramificaciones aumentó en todas las combinaciones $S \times A$ al disminuir la densidad de siembra (de 38 a 42 g/m^2 en el primer ciclo de Puna, 36 a 47 g/m^2 en el segundo ciclo de Puna y de 19 a 28 g/m^2 en el primer ciclo de Valles Áridos), a excepción del segundo ciclo de Valles Áridos (siembra temprana), donde el rendimiento de granos de ramificaciones se mantuvo bajo, entre 4 y 7 g/m^2 para 14 y 7 plantas/ m^2 respectivamente (interacción $D \times A \times S$), (Fig. 3).

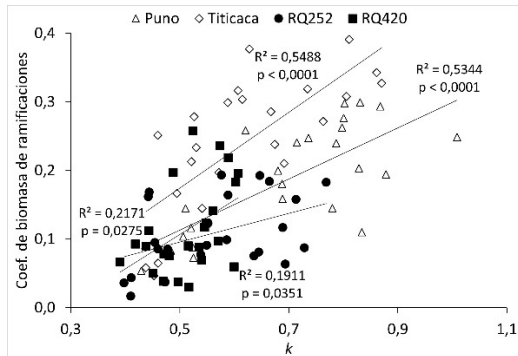


Fig. 2. Coeficiente de biomasa de ramificaciones

en función del coeficiente de atenuación lumínica (k) para 4 genotipos de quinua.

Una alta contribución de granos de panojas secundarias, que alcanzó al 29% en Puna a baja densidad de plantas, le permitió a Titicaca para presentar el mayor rendimiento promedio entre sitios y densidades de plantas (273 g/m^2 contra 241, 236 y 183 g/m^2 para RQ252, RQ420 y Puno respectivamente), aun considerando que genotipos andinos no ramificados presentaron los mayores rendimientos en la combinación sitio-densidad de siembra más adecuada: Puna-densidad convencional de plantas (Fig. 3).

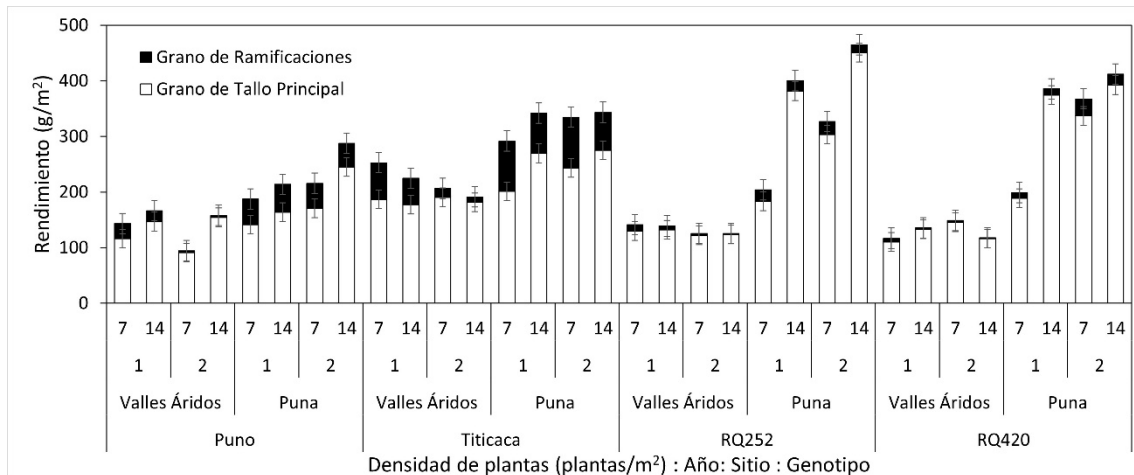


Fig. 3. Rendimiento de Grano de Ramificaciones y de Grano de Tallo Principal de 4 genotipos de quinua en 2 sitios de experimentación, 2 ciclos de cultivo y 2 densidades de plantas. Las pestañas indican e.e.

Por su parte, el análisis de varianza de RUE arrojó bajos valores de p para la interacción $G \times S \times A$ (Tabla 1). Los genotipos costeros ramificados mostraron menor variación de EUR ante variaciones de ambiente (Titicaca 18% y Puno 15%), respecto a los genotipos andinos no ramificados (RQ252 43% y RQ420 38%), (Fig. 4).

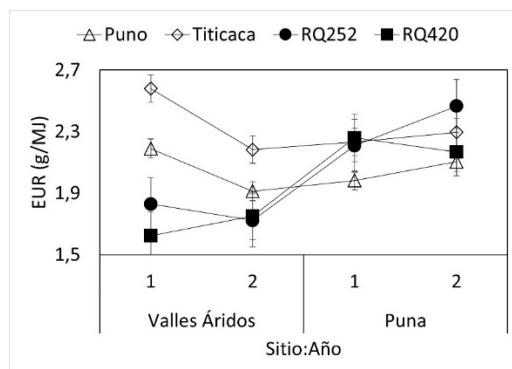


Fig 4. Eficiencia en el uso de la radiación (EUR) en función del sitio de experimentación y el año de cultivo para 4 genotipos de quinua.

El coeficiente de plasticidad fenotípica mostró mayor variabilidad en el valor de k en los genotipos costeros ramificados, y menor variabilidad en el valor de EUR (Tabla 2). El rendimiento de granos de ramificaciones de Titicaca mostró el mayor valor de PF, duplicando al de Puno y resultando 10 veces mayor al valor

de PF de los genotipos andinos no ramificados (Tabla 2). Finalmente, el valor de PF para el rendimiento total de granos de los genotipos (inversa de la estabilidad de rendimientos), resultó 4 veces menor en genotipos costeros ramificados (Tabla 2).

Tabla 2. Coeficiente Relativo de Plasticidad Fenotípica de 4 genotipos de quinua para el coeficiente de atenuación lumínica (k), el rendimiento de granos de ramificaciones (R_{ramif}), la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) y el rendimiento total de granos (R).

Genotipo	k	R_{ramif}	EUR	R
Puno	1,26	0,52	0,55	0,36
Titicaca	0,96	1,36	0,45	0,41
RQ252	0,68	0,11	1,28	1,55
RQ420	0,20	0,13	1,11	1,43

DISCUSIÓN

Las variación del coeficiente k entre genotipos, densidades de plantas y ambientes no estaban totalmente claras en trabajos previos sobre el cultivo (Ruiz & Bertero, 2008). En este último, los autores obtienen un alto coeficiente k cuando la densidad de plantas aumenta, con la salvedad que el incremento se había debido a una reducción en la distancia entre líneas de plantación, lo cual conduzo a una reducción en la rectangularidad del arreglo especial. En nuestro trabajo, la densidad de plantas se modifica con una distancia entre líneas constante, y el efecto compensatorio del cambio en la arquitectura de la planta al reducir la densidad de plantas se cuantifica a través de aumentos en el coeficiente k . Esto coincide con otros estudios en brócoli (Francescangeli et al., 2006) y cebada (Kemanian et al., 2004), donde el coeficiente k aumenta con la reducción en la densidad de plantas.

Diferencias en k se trasladan a diferencias en el coeficiente de biomasa de ramificaciones (Fig. 2), en mayor medida en genotipos costeros ramificados. En otros cultivos como algodón, se pudo diferenciar genotipos de acuerdo a la arquitectura de su canopia, en los del tipo columnar y los del tipo arbustivo (Kaggwa-Asiimwe et al., 2013). En este último trabajo, los autores encontraron diferencias en la respuesta a cambios en la densidad de plantas: genotipos del tipo columnar mostraban mayor respuesta al incremento en la densidad de plantas que los del tipo arbustivos. Otro ejemplo interesante de diferencias genotípicas en arquitectura de planta se da en maíz, pudiendo diferenciar entre genotipos macolladores y no macolladores. En estos estudios, se observó mayor respuesta al aumento en la densidad de plantas en los no macolladores, y mejores rendimientos en los macolladores en ambientes de bajo potencial de rendimiento manejándolos a baja densidad de plantas (Rotili et al., 2021). En nuestro estudio, los genotipos costeros ramificados muestran

mayor PF en el coeficiente de biomasa de ramificaciones y en el rendimiento de granos de las ramificaciones, lo cual contribuye a incrementar la estabilidad de rendimientos, reduciendo el valor de PF para esa variable (Tabla 2).

El mayor valor relativo de PF para EUR en genotipos andinos no ramificados (Tabla 2) puede ser atribuido a su adaptación local característica, de manera similar a lo que ocurre con líneas locales de maíz en Méjico (Mercer

REFERENCIAS

Adolf, V. I., Shabala, S., Andersen, M. N., Razzaghi, F., & Jacobsen, S.-E. (2012). Varietal differences of quinoa's tolerance to saline conditions. *Plant and Soil*, 357(1), Article 1. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1133-7>

Agüero, J. J., Acreche, M., Sühning, S., Bertero, D., & Curti, R. (2023). Genotype-dependent responses of Andean and Coastal quinoa to plant population density for yield and its physiological determinants in Northwest Argentina. *Crop and Pasture Science*.

Aguilar, P. C., & Jacobsen, S.-E. (2003). Cultivation of Quinoa on the Peruvian Altiplano. *Food Reviews International*, 19(1-2), Article 1-2. <https://doi.org/10.1081/FRI-120018866>

Alandia, G., Rodriguez, J. P., Jacobsen, S.-E., Bazile, D., & Condori, B. (2020). Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region. *Global Food Security*, 26, 100429. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100429>

Atlin, G. N., Cooper, M., & Bjørnstad, Å. (2001). A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory. *Euphytica*, 122(3), Article 3. <https://doi.org/10.1023/A:1017557307800>

Bazile, D., Pulvento, C., Verniau, A., Al-Nusairi, M. S., Ba, D., Breidy, J., Hassan, L., Mohammed, M. I., Mambetov, O., Otambekova, M., Sepahvand, N. A., Shams, A., Souici, D., Miri, K., & Padulosi, S. (2016). Worldwide Evaluations of Quinoa: Preliminary Results from Post International Year of Quinoa FAO Projects in Nine Countries. *Frontiers in Plant Science*, 7, 850. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00850>

Boote, K. J., & Loomis, R. S. (1991). The Prediction of Canopy Assimilation. En *Modeling Crop Photosynthesis—From Biochemistry to Canopy* (pp. 109-140). <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub19.c7>

Cooper, M., Byth, D., & Woodruff, D. (1994). An investigation of the grain yield adaptation of advanced CIMMYT wheat lines to water stress environments in Queensland. I. Crop

et al., 2008). Además, la mayor estabilidad de rendimientos y mayor rendimiento promedio entre ambientes y densidad de plantas observados para Titicaca en contraposición a la adaptación local y altos rendimientos alcanzables de genotipos andinos habilitan a la discusión propuesta por otros autores sobre recomendaciones de estrategias amplias o específicas a ser aplicadas en el futuro tanto para el manejo como para el mejoramiento genético (Atlin et al., 2001).

physiological analysis. *Australian Journal of Agricultural Research*, 45(5), Article 5.

Costa Tártara, S. M., Manifesto, M. M., Curti, R. N., & Bertero, H. D. (2015). *Origen, practicas de cultivo, usos y diversidad genetica de la quinua del Noroeste Argentino (NOA) en el contexto del conocimiento actual del germoplasma de America del Sur*.

Curti, R. N., Andrade, A. J., Bramardi, S., Velásquez, B., & Daniel Bertero, H. (2012). Ecogeographic structure of phenotypic diversity in cultivated populations of quinoa from Northwest Argentina. *Annals of Applied Biology*, 160(2), Article 2. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2011.00524.x>

Curti, R. N., de la Vega, A. J., Andrade, A. J., Bramardi, S. J., & Bertero, H. D. (2014). Multi-environmental evaluation for grain yield and its physiological determinants of quinoa genotypes across Northwest Argentina. *Field Crops Research*, 166, 46-57. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.06.011>

Curti, R. N., de la Vega, A. J., Andrade, A. J., Bramardi, S. J., & Bertero, H. D. (2016). Adaptive responses of quinoa to diverse agro-ecological environments along an altitudinal gradient in North West Argentina. *Field Crops Research*, 189, 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.01.014>

de la Vega, A. J., & Hall, A. J. (2002a). Effects of Planting Date, Genotype, and Their Interactions on Sunflower Yield. *Crop Science*, 42(4), Article 4. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1191>

de la Vega, A. J., & Hall, A. J. (2002b). Effects of Planting Date, Genotype, and Their Interactions on Sunflower Yield. *Crop Science*, 42(4), Article 4. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1202>

DeWitt, T. J., & Scheiner, S. M. (2004). *Phenotypic plasticity: Functional and conceptual approaches*. Oxford University Press.

Di Rienzo, J. A., Guzman, A. W., & Casanoves, F. (2002). A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.1198/10857110260141193>

Dingemans, N. J., Kazem, A. J. N., Réale, D., & Wright, J. (2010). Behavioural reaction norms:

- Animal personality meets individual plasticity. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(2), Article 2. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.07.013>
- Francescangeli, N., Sangiacomo, M. A., & Martí, H. (2006). Effects of plant density in broccoli on yield and radiation use efficiency. *Scientia Horticulturae*, 110(2), 135-143. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.06.025>
- Gomez-Pando, L. R., Aguilar-Castellanos, E., & Ibañez-Tremolada, M. (2019). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Breeding. En J. M. Al-Khayri, S. M. Jain, & D. V. Johnson (Eds.), *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals: Volume 5* (pp. 259-316). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23108-8_7
- International Trade Center. (2023).
- Jamieson, P. D., Martin, R. J., Francis, G. S., & Wilson, D. R. (1995). Drought effects on biomass production and radiation-use efficiency in barley. *Field Crops Research*, 43(2), 77-86. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(95\)00042-O](https://doi.org/10.1016/0378-4290(95)00042-O)
- Kaggwa-Asimwe, R., Andrade-Sanchez, P., & Wang, G. (2013). Plant architecture influences growth and yield response of upland cotton to population density. *Field Crops Research*, 145, 52-59. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.02.005>
- Kemanian, A. R., Stöckle, C. O., & Huggins, D. R. (2004). Variability of Barley Radiation-Use Efficiency. *Crop Science*, 44(5), 1662-1672. <https://doi.org/10.2135/cropsci2004.1662>
- Kiniry, J. R., Simpson, C. E., Schubert, A. M., & Reed, J. D. (2005). Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. *Field Crops Research*, 91(2), 297-306. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.07.021>
- Matias, J., Rodríguez, M. J., Cruz, V., Calvo, P., & Reguera, M. (2021). Heat stress lowers yields, alters nutrient uptake and changes seed quality in quinoa grown under Mediterranean field conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 207(3), Article 3. <https://doi.org/10.1111/jac.12495>
- Mercer, K., Martínez-Vásquez, Á., & Perales, H. R. (2008). Asymmetrical local adaptation of maize landraces along an altitudinal gradient. *Evolutionary Applications*, 1(3), Article 3. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2008.00038.x>
- Monteith, J. L. (1977). Climate and the Efficiency of Crop Production in Britain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B*, 281(980), Article 980. <https://doi.org/10.1098/rstb.1977.0140>
- Nadir, A., & Chafatinos, T. (1990). *Los suelos del NOA (Salta y Jujuy)* (Universidad Nacional de Salta).
- Pires, M. V., de Castro, E. M., de Freitas, B. S. M., Souza Lira, J. M., Magalhães, P. C., & Pereira, M. P. (2020). Yield-related phenotypic traits of drought resistant maize genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 171, 103962. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2019.103962>
- Richards, R. A., Cavanagh, C. R., & Riffkin, P. (2019). Selection for erect canopy architecture can increase yield and biomass of spring wheat. *Field Crops Research*, 244, 107649. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107649>
- Risi, J., & Galwey, N. W. (1991). Effects of sowing date and sowing rate on plant development and grain yield of quinoa (*Chenopodium quinoa*) in a temperate environment. *The Journal of Agricultural Science*, 117(3), Article 3. Cambridge Core. <https://doi.org/10.1017/S002185960006706X>
- Rotili, D. H., Sadras, V. O., Abeledo, L. G., Ferreyra, J. M., Micheloud, J. R., Duarte, G., Girón, P., Ermácora, M., & Maddonni, G. Á. (2021). Impacts of vegetative and reproductive plasticity associated with tillering in maize crops in low-yielding environments: A physiological framework. *Field Crops Research*, 265, 108107. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108107>
- Ruiz, R. A., & Bertero, H. D. (2008). Light interception and radiation use efficiency in temperate quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. *European Journal of Agronomy*, 29(2), Article 2. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.05.003>
- Slafer, G. A., & Andrade, F. H. (1993). Physiological attributes related to the generation of grain yield in bread wheat cultivars released at different eras. *Field Crops Research*, 31(3), 351-367. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(93\)90073-V](https://doi.org/10.1016/0378-4290(93)90073-V)
- Sosa-Zuniga, V., Brito, V., Fuentes, F., & Steinfort, U. (2017). Phenological growth stages of quinoa (*Chenopodium quinoa*) based on the BBCH scale. *Annals of Applied Biology*, 171(1), 117-124. <https://doi.org/10.1111/aab.12358>
- Stanschewski, C., Rey, E., Fiene, G., Craine, E., Wellman, G., Melino, V., Sarange, D., Johansen, K., Schmöckel, S., Bertero, D., Oakey, H., Colque-Little, C., Afzal, I., Raubach, S., Miller, N., Streich, J., Amby, D., Emrani, N., Warmington, M., & Tester, M. (2021). Quinoa Phenotyping Methodologies: An International Consensus. *Plants*, 10, 724.
- Szymańska, R. (2021). *Responses of Plants to Environmental Stresses*. MDPI.
- Thiam, E., Allaoui, A., & Benlhabib, O. (2021). Quinoa Productivity and Stability Evaluation through Varietal and Environmental Interaction. *Plants*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/plants10040714>

ÍNDICE

REMOCIÓN DE Ca^{2+} Y Mg^{2+} DE SALMUERAS NATIVAS MEDIANTE PRECIPITACIÓN ELECTROQUÍMICA

Palacios, Camilo J.O.; Días Nieto, César H.; Vera, María L.; Palacios, Noelia A.; Torres, Walter R.; Flexer, Victoria

PRECIPITACION DE FOSFATO DE LITIO A PARTIR DE SALMUERAS NATURALES

Mata Matías

SÍNTESIS DE FORSTERITA Y ESPINELA DE ALUMINATO DE MAGNESIO Y EXTRACCIÓN DE PLATA MEDIANTE LA CALCINACIÓN DE CELDAS SOLARES DE SILICIO DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS DESCARTADOS CON BISCHOFITA

Ramos, Iván D.E.; Orosco, Pablo R.; Barrios, Oriana C.; Páez, Ana L.; Jerez, Ana L.; Edgardo Ling Sham, Edgardo; Tesio, Álvaro Y.

PRODUCCIÓN DE CARBONATO DE LITIO DE ALTA PUREZA A PARTIR DE SALMUERAS CONCENTRADAS MEDIANTE ELECTRÓLISIS DE MEMBRANA Y ABSORCIÓN DE CO_2

Zeballos, Nadia; Torres, Walter; Flexer, Victoria

PASIVOS AMBIENTALES MINEROS EN CUENCAS DE LA PUNA ARGENTINA: CÓMO ESTUDIAR LOS EFECTOS ACTUALES DE LA HISTÓRICA AUSENCIA DE REGULACIÓN. MINA PAN DE AZÚCAR, RÍO CINCEL, LAGUNA DE LOS POZUELOS

Zamar, María Agustina; De Paul, Marcela; Gleiser, Raquel

EFECTOS DE LA ACTIVIDAD PETROLERA Y RESTAURACIÓN DE COMUNIDADES VEGETALES DE SELVAS SUBTROPICALES: ESTUDIO DE CASO EN EL PARQUE NACIONAL CALILEGUA

Carranza, Ana Valeria

ASOCIACIÓN ENTRE CALIDAD DE VIDA PERCIBIDA Y GRADIENTE ALTITUDINAL EN ECORREGIONES DE JUJUY, ARGENTINA, ALREDEDOR DEL SOLSTICIO INVERNAL 2022, DE APLICACIÓN EN ESTUDIOS CRONOBIOLOGICOS

González Poma, Emanuel C.; HERNÁNDEZ, Nancy E.

PRIMER REGISTRO DEL GÉNERO XANTHORIA EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA, JUJUY, ARGENTINA

Guerra, Claudia A. I.; Giulianotti, Cecilia. G.; Romeo, Raquel A.

CONTRIBUCIÓN DE LA ATENUACIÓN LUMÍNICA Y LA EFICIENCIA EN EL USO DE LA RADIACIÓN A LA ESTABILIDAD DE RENDIMIENTOS DE QUINUAS ANDINAS Y COSTERAS CULTIVADAS EN EL NOROESTE ARGENTINO

Agüero, Juan José; Acreche, Martín Moisés; Bertero, Héctor Daniel; Curti, Ramiro Néstor

EVALUACIÓN DE RESIDUOS DE PESTICIDAS EN VERDURAS DE HOJAS PRODUCIDAS EN JUJUY

Heit, Cecilia; Tognon, Nadina; Salto Silva, Karen; Orgaz, Ana F.; Ríos, Carina; Sivila, Javier

OXIDACIÓN DE LÍPIDOS, PROTEÍNAS Y MIOGLOBINA EN CARNE DE LLAMA (*Lama glama*) ALMACENADA BAJO REFRIGERACIÓN

Godoy, Mónica; Farfán, Norma; Grigioni, Gabriela

UTILIZACIÓN DE PALATINOSA Y ERITRITOL COMO ENDULZANTES DE YOGUR CAPRINO. ATRIBUTOS SENSORIALES

Soruco, Juan Pablo; Maldonado, Silvina

LAS HIPERREDES COMO MODELO RELACIONAL: ELECCIÓN DE CARRERAS UNIVERSITARIAS EN EL INGRESO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNJu

Tarifa, Héctor R.; Fernández, Federico; Pérez Ibarra, C. Marcelo

CONCEPCIONES SOBRE APRENDIZAJE Y DISCAPACIDAD EN DOCENTES DEL PRIMER CICLO DE UNA ESCUELA PRIMARIA, SAN PEDRO DE JUJUY (2022)

Guzmán, Vilma Roxana; Cortez, Gilda Yanina

LOS SENTIDOS OTORGADOS POR LOS ESTUDIANTES A LA PROPUESTA EDUCATIVA DE UN CENTRO DE EDUCACION INTEGRADA PARA JOVENES Y ADULTOS IDEAR DE SAN SALVADOR DE JUJUY

Méndez, Marina Angélica

LAS ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE DE LA PRONUNCIACIÓN DE LA LENGUA INGLESA DESDE UNA METODOLOGÍA MIXTA CON DISEÑO SECUENCIAL EXPLICATIVO

Rodríguez, María Fernanda

REGULARES/CURSANTES: LA PROBLEMÁTICA EN EL BAJO COCIENTE EN ESTUDIANTES QUE CURSARON LA ASIGNATURA GENÉTICA (PERIODO 2012-2022) EN LA FCA-UNJu

González Poma, Emanuel C.; Borsetti, Hugo M.; Rivera Funes, María Del C., Bianco Sadir, Graciela E.

ORIGEN Y DESARROLLO DE LA TELEVISIÓN POR CABLE EN SAN PEDRO DE JUJUY. ESTRATEGIA DE INSTALACION Y PRIMEROS PRODUCTOS AUDIOVISUALES

Quinteros Maximiliano Federico

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY

Rector

Mg. Mario César Bonillo

Vice-Rectora

Dra. Lic. Liliana del Carmen Bergesio

Secretario General

E.S. Edgardo Aramayo

Secretaria de Asuntos Académicos

Dr. María Eugenia Bernal

Secretario Legal y Técnico

Dr. César Guillermo Farfán

Secretario de Administración

C.P.N. Cra. Galián Laura Graciela

Secretaria de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales

Mg. Sandra Adriana Giunta

Secretario de Extensión Universitaria

Prof. Lic. Ariel Díaz

Secretario de Bienestar Universitario

Brom. Fernando Ramón Torrejón

SUBSECRETARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE JUJUY

Subsecretaria de Relaciones Internacionalización e Integración Regional

Dra. Beatriz Guerci de Siufi

Subsecretaria de Posgrado

Dra. Marta Silvina Maldonado

Subsecretaría de Educación a Distancia

Ing. Farid Diego Astorga

Subsecretaria de Articulación para el Desarrollo de la UNJu

Ing. María Gabriela Oddone

ISBN 978-987-3926-85-3



9 789873 926853