



RevICAp

Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
CIENCIAS APLICADAS
A LA INDUSTRIA

ISSN 2796-9444 / Num. 3. Vol. 1 -2024

INDICE

Estrategia de enseñanza, transferencia tecnológica y emprendedorismo en un proyecto de investigación. Primera parte.....	1
Almidones termoplásticos modificados con anhídrido maleico.....	9
¿Qué evaluamos en los profesorados universitarios? Experiencias de evaluación de los aprendizajes que desafían restricciones tradicionales.....	16
Hablemos sobre inclusión educativa en la formación docente.....	24
Liberación y actividad antimicrobiana de extracto de limón adsorbido en matrices de PVA/PDMS	33
Comparación de nutrientes críticos en panificados dulces alcanzados y no alcanzados por la ley de promoción de la alimentación saludable.....	40
Análisis Cromatográfico de los Componentes Bioactivos en <i>Schinus areira</i> en San Rafael Mendoza – Argentina.....	52



Estrategia de enseñanza, transferencia tecnológica y emprendedorismo en un proyecto de investigación. Primera parte

Adalgisa Scotti^{1,2}, Gabriela Gisela Perez³, Martín Mengarelli^{1*}, Rocío Dudka Gutiérrez¹, Lucía Pérez Cañada¹, Betsabé Gutiérrez Santos¹, Mauricio Visciglia¹, Aliana Orellano¹, Andrea Juarez¹, Juan Jesús Miguel Cerioni¹, Vanesa Silvani⁴, Alicia Godeas⁴, Inmaculada García-Romera⁵, María Luisa Izaguirre Lessmann⁶

1. Laboratorio Bioambiental CNEA-FRSR UTN, Urquiza 314, San Rafael (5600), Mendoza – Argentina.
2. Facultad de Ciencia Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Cuyo, Padre Contreras 1600, Mendoza ciudad (5500), Mendoza – Argentina.
3. Asesoría Psicopedagógica Regional Sur - Dirección General de Escuelas, Antártida Argentina y Libertador, San Rafael (5600), Mendoza – Argentina.
4. Laboratorio de Microbiología del Suelo, Instituto de Biodiversidad y Biología Experimental y Aplicada (UBA-CONICET), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Intendente Guiraldes 2160, Capital Federal (1428), Buenos Aires – Argentina.
5. Departamento de Microbiología del Suelo y la Planta, Estación Experimental del Zaidín, CSIC, 18008 Granada – España.
6. Universidad Técnica de Manabí – Portoviejo - EC130150 – Ecuador.

*E-mail: mengarellimartin1@gmail.com

PALABRAS CLAVES

Transferencia
Educación en Ciencias
Innovación
Emprendedorismo

RESUMEN

El sector cacaoero de la región latinoamericana enfrenta la problemática de la concentración elevada de cadmio en las almendras de cacao producto de factores naturales (vulcanismo) como también antrópicos (fertilizantes). La Unión Europea (UE), importadora de cacao, redujo en 2019 el límite permitido de Cd ($0,8 \text{ mg kg}^{-1}$) en las almendras. El proyecto "Bioproceso reductor de la solubilidad de cadmio rizosférico", fue presentado por UTN FRSR en conjunto con UTM (Ecuador), CONICET - UBA y el CSIC España a la convocatoria Fontagro y aprobado. En este trabajo se presenta material didáctico compuesto por historietas y dibujos animados donde se aprecia la estrategia de enseñanza y de transferencia aplicadas al sector cacaoero como solución tecnológica a la problemática descrita. Los personajes creados son: hongos, hojas, raíces, almendras de cacao, Cd, y cacaoeras/os. En cuanto al lenguaje se realizaron adaptaciones idiomáticas y se aplicaron expresiones neurolingüísticas motivadoras. El contenido abarca la visualización de la problemática, la metodología del bioproceso, la transferencia tecnológica y la promoción al emprendedorismo. Esta actividad está siendo llevada a cabo por un equipo multidisciplinario compuesto por estudiantes de ingeniería, tesis de doctorado, psicopedagogos, doctores en biología, ingenieros, diseñadores, ilustradores, especialistas en desarrollo local y especialistas en material audiovisual.

Teaching strategy, technological transfer, and entrepreneurship in a research project. Part one

KEYWORDS

Transfer
Science education
Innovation
Entrepreneurship

ABSTRACT

The cocoa sector in the Latin American region faces the issue of high cadmium concentration in cocoa beans due to both natural factors (volcanism) and anthropogenic factors (fertilizers). The European Union (EU), an importer of cocoa, reduced the allowed limit of Cd (0.8 mg kg^{-1}) in cocoa beans in 2019. The project "Bio-process to reduce rhizospheric cadmium solubility" was presented by UTN FRSR in collaboration with UTM (Ecuador), CONICET - UBA, and CSIC Spain to the Fontagro call for proposals and was approved. This work presents educational material consisting of comics and animated drawings that illustrate the teaching and knowledge transfer strategy applied to the cocoa sector as a technological solution to the described issue. The created characters include fungi, leaves, roots, cocoa beans, Cd, and cocoa farmers. In terms of

language, idiomatic adaptations were made, and motivating neurolinguistic expressions were used. The content covers the visualization of the issue, the bioprocess methodology, technological transfer, and promotion of entrepreneurship. This activity is being carried out by a multidisciplinary team composed of engineering students, doctoral candidates, educational psychologists, biology doctors, engineers, designers, illustrators, specialists in local development, and experts in audiovisual materials.

1. Introducción

La problemática del sector cacaoero latinoamericano radica en la presencia de cadmio en el suelo producto de fenómenos naturales como erupciones volcánicas y disolución del cadmio de las hojas caídas que tienen una alta concentración de cadmio producto de la bioacumulación del cadmio ingresado por las raíces, translocación y acumulación en las hojas. Las normativas internacionales limitan el contenido de cadmio aceptado en las almendras de modo tal que los cacaoeros tendrán que incorporar nuevas e innovadoras metodologías para poder seguir siendo competitivos en el sector.

Las soluciones tecnológicas están en manos del sector académico científico específico del proyecto mientras que la transferencia al sector cacaoero de estas nuevas metodologías está enmarcada en el Programa de Desarrollo Local impartido por el Laboratorio Bioambiental el cual tiene una arista de lingüística y pedagogía.

A partir del 2019, la Unión Europea (UE) redujo el límite permitido de Cd ($0,8 \text{ mg kg}^{-1}$) en las almendras (Reglamento UE N°4881). El contenido de Cd en almendras de cacao en Ecuador mostró valores cercanos a $1,2 \text{ mg kg}^{-1}$ y $2,7 \text{ mg kg}^{-1}$ y en Venezuela de $0,95$ a $2,09 \text{ mg kg}^{-1}$ dependiendo de la zona (Lanza et al., 2016; Argüello et al., 2019). Actualmente, el manejo de microorganismos beneficiosos en la agricultura juega un papel importante para la gestión de recursos naturales, el desarrollo de la agricultura sostenible y la resiliencia al cambio climático (Rilling et al., 2003). La microbiota asociada a los cultivos regula el balance de carbono, la captación de nutrientes y metales pesados, la tolerancia a situaciones de estrés y la estabilidad de los agregados del suelo. Estudios previos han descrito una estrategia a nivel de invernadero que permite reducir la absorción de Cd en plantas de cacao con hongos micorrízicos arbusculares (HA) en Colombia (Pérez Moncada et al., 2019). La gran biodiversidad de estos organismos en Sudamérica da múltiples opciones para su utilización.

En Ecuador el 80% de las unidades productivas (aprox. 100.000 unidades) corresponden a pequeñas

fincas familiares, de éstas el 60% son trabajadas por mujeres, mientras que el total de las familias comprendidas en la cadena de valor del sector alcanzan a 230.225 familias (European Central Bank, 2011). En Venezuela, se estima en un máximo de 50 fincas cacaoeras menores a 2 ha, las que aún se mantiene activas, mayormente bajo la gerencia de mujeres (FAO, 2011). Entre los agricultores familiares (AF) existe una brecha tecnológica para acceder a mejores prácticas de cultivo. En este sentido hay modelos de capacitación y transferencia que utilizan herramientas digitales (TIC y de Agricultura 4.0) muy apropiadas en cuanto a motivación neurolingüística, aprendizaje e innovación.

El abordaje de la capacitación y transferencia tecnológica a los beneficiarios se dividió en 2 Niveles. El Nivel 1 (N1) que incluye a los beneficiarios del sector cacaoero que tienen una instrucción educativa hasta nivel primario y el Nivel 2 que abarca el resto de los niveles educativos sean los beneficiarios provenientes del sector productivo, alumnos, tesis y/o emprendedores. Mayores detalles del proyecto pueden verse en: Bioproceso reductor de la solubilidad del cadmio (Cd) rizosférico – FONTAGRO (ver [MS1](#)), Bioproceso innovador para reducir la solubilidad del Cadmio en la rizósfera de almendras de cacao (ver [MS2](#)) y el mercado latinoamericano del cacao Nacional de Fino Aroma se ve afectado por altos contenidos de Cadmio en los granos (ver [MS3](#)).

En la Figura 1 vemos una plantación de cacao de Ecuador, finca perteneciente a un socio de Corporación Fortaleza del Valle que será participante en la transferencia de tecnología. En la Figura 2 se observan las almendras de cacao cosechadas.



Figura 1. Fotografía plantación de cacao.



Figura 2. Fotografía de almendras de cacao ecuatoriano.

Nivel 1

Para este proyecto se eligió el armado de grupos de WhatsApp por donde se les hará llegar la capacitación. En el N1 el material estará compuesto de dibujos-historietas con viñetas y textos con expresiones típicas de la región de modo que en una imagen con viñetas se transfiera la idea. Esta estrategia se basa en la modalidad de imagen con mensaje tan utilizada y accesible en nuestros días en los celulares y aplicaciones a partir de la estimulación visual y veloz entendimiento con poco texto.

La lingüística es una herramienta considerada fundamental en el desarrollo de las estrategias seleccionadas, ya que, posicionarnos desde el enfoque de la neurolingüística, brinda comprensión del estado motivacional de las personas para realizar un nuevo abordaje o incorporar nuevas herramientas y estrategias. Además, conocer sobre dicha programación neurolingüística de las personas involucradas, como los agricultores del cacao, otorga la ventaja de poder comprender su estado motivacional y adaptar la forma en que imparten el aprendizaje para que se adapte a ellos. Esta área ofrece estrategias de aprendizaje que ayudan a las personas a desarrollar habilidades para tener un aprendizaje óptimo y poder incorporar en sus actividades agrícolas, las innovaciones tecnológicas. Sobre esto, la comunicación, y el lenguaje juegan un papel primordial, ya que es el engranaje y llegada entre el conocimiento nuevo, y las personas que recepcionarán y asimilarán dicha información para manipularla y ponerla en práctica.

En este sentido, el reporte publicado en “El Venezolano” por El Troudi (2021), permite acercarse a las expresiones cotidianas motivando a la lectura. El autor sostiene que, para lograr una comunicación asertiva, es necesario entender las particularidades del lenguaje que presenta una sociedad, comprendiendo su sentido y su contexto territorial, como historial.

Tal como alude el autor: “El habla de un pueblo es un sistema artificial de signos, que bajo muchos respectos se diferencia de los otros sistemas de la misma especie; de que se sigue que cada lengua tiene su teoría particular, su gramática” (Rodríguez, 2016). Es por esto, que la investigación sobre el lenguaje cultural del sector brinda mayores formas de articulación con las personas partícipes.

Otro aspecto que se consideró es la extensión entre texto e imágenes para lograr un balance apropiado con el sector elegido para integrar el N1. Otra estrategia seleccionada es la selección de ilustraciones que condensen la información y transmitan la idea a transferir en una extensión no mayor a 3 páginas. El objetivo es dotar a los cacaoteros de conocimientos oportunos mediante la transposición de información de una forma entendible para ellos, teniendo en cuenta sus características educativas y cognitivas.

La estrategia de evaluación será puesta a punto de acuerdo con la reacción en las primeras convocatorias a la recepción del material. Las estrategias de evaluación se basarán en la siguiente secuencia: resolución de una tarea / foto/ encuesta/ premio.

A modo de cambiar la visión habitual del cacaotero y la forma de interactuar con las plantas de cacao se presenta la estrategia de generar personajes para explicar la problemática y abordar las soluciones tecnológicas. En la Figura 3 se presenta al personaje cacao, ilustración realizada por Aliana Orellano, marcando 2 planos de interacción: el aéreo donde se especifica la interacción con los agricultores, es decir es el plano que conocen y el plano subterráneo que es el plano desconocido donde entrarán a jugar roles 2 personajes más: el cadmio y los hongos.

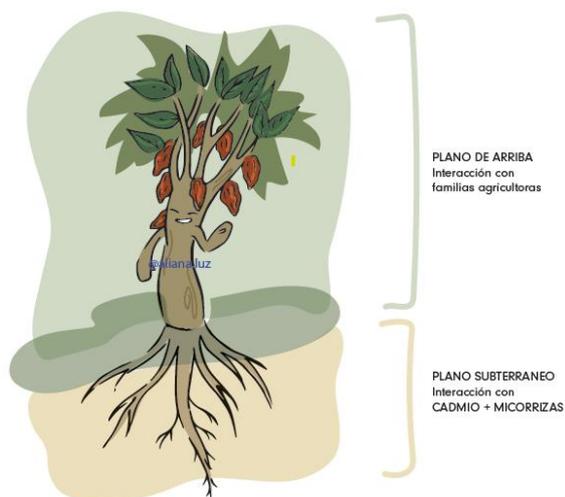


Figura 3. Ilustración del personaje "planta de cacao" y las interacciones planteadas.

En la Figura 4, se muestran a modo de ejemplo la presentación de diferentes personajes en sus

respectivas viñetas a modo de prueba, para ver su interacción.

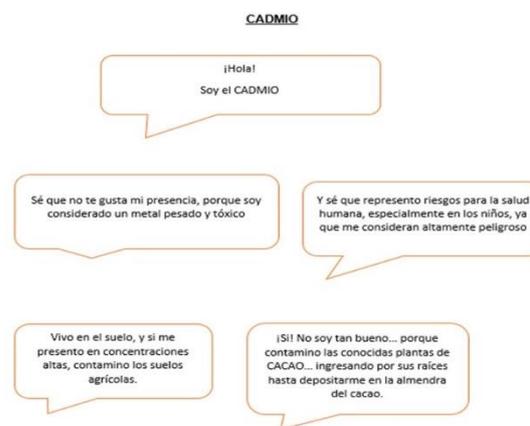


Figura 4. Ejemplos de texto de presentación del personaje, cadmio en formato viñetas.

Las viñetas

Las viñetas en esta enseñanza para adultos estratégica componen un elemento fundamental en este diseño de enseñanza – aprendizaje.

Algunos aspectos para tener en cuenta son:

- La simplicidad en las palabras
- La forma y tamaño del recuadro de diálogo
- La cantidad de texto
- Las expresiones lingüísticas

El lenguaje que acompaña la presentación de los personajes se ejemplifica en las viñetas de la Figura 4.

En estas figuras la escritura está puesta a modo de ejemplo ya que se fueron probando diferentes letras y tamaños. Al igual que cuando se quiera transmitir 2 ideas en un mismo cuadro de viñeta se deberán separar los globos, pero mantenerlos en 1 solo, (Figura 5).



Figura 5. Representación de globos de diálogo en las viñetas.

Las hipótesis de este trabajo son:

H1: Los cacaoteros incorporarán el conocimiento de la solución tecnológica propuesta para disminuir el Cd en el cacao.

H2: La estrategia de enseñanza desarrollada permitirá la aplicación del bioproceso para reducir el Cd en las fincas de los cacaoteros.

H3: El conocimiento adquirido permitirá un desarrollo emprendedorista a partir de la solución tecnológica.

El objetivo es incrementar el conocimiento de los productores para la disminución de la absorción de Cd en el cacao mediante el bioproceso, brindando herramientas para el desarrollo emprendedor.

2. Materiales y métodos

Recopilación de datos sobre la población

El N1 es un sector comprendido por personas de ambos sexos, casados, solteros que conviven con sus familias o solos, el punto en común que los nuclea es su grado de instrucción primaria u "otro". Se llevaron a cabo encuestas, donde se daba la posibilidad de elegir entre primario, secundario, terciario, universitario y otro.

Armado del material para la transferencia de enseñanza

En el N1 el material estará compuesto de dibujos-historietas con viñetas y textos con expresiones típicas de la región, de modo que en una imagen con viñetas se transfiera la idea. Se utilizaron celulares (Whatsapp) y aplicaciones a partir de la estimulación visual y veloz entendimiento con poco texto.

Se realizó una adaptación neurolingüística distinta para Ecuador y Venezuela.

3. Resultados y Discusión

Recopilación de datos

Se generó la base de datos para N1 que por razones de confidencialidad no serán reveladas.

Armado del material didáctico

Se utilizaron expresiones lingüísticas típicas de Ecuador y Venezuela, para el armado de los diálogos, un listado de algunas de éstas expresiones se muestra en la Tabla 1.

Las cartillas tienen los personajes explicando la temática seleccionada con mínimo texto, imágenes representativas de la idea y texto con modismos regionales para que la lingüística conocida los introduzca en una temática nueva. La lista de expresiones que se irán utilizando componen e irán en progreso en la (Tabla 1) (Bello, 2006).

Tabla 1. Expresiones lingüísticas de la región.

	EXPRESIÓN	SIGNIFICADO
Expresiones de saludo	¡Qué tiro contigo?	Expresión que se utiliza para preguntar como estas, que cuentas.
Expresiones de alegría	¡Chulla vida!	Esta denominación comparte mucha influencia de la lengua indígena quichua. Su significado es "vive el momento"
	¡Fresco no más!	Expresión que se utiliza para decirle a una persona que no se preocupe, que debe relajarse porque todo va a salir bien
Expresiones de enfado	Te cago	Te pego
	Te voy a dar con el bollero	Expresión que también se utilizar para amenazar con pegar o agredir a alguien
	Chuta	Esta palabra la usan para expresar que algo ha fallado, que tienen rabia o enfado por algo
Expresión de cansancio, agotamiento.	Ya no jalo	Expresión que se utiliza cuando una persona está cansada y no puede más
Expresiones típicas y características	"Pasar por el malecón de Manta a las 12:00"	Significa observar el mar entre azul y turquesa con un sol radiante.

	“No tengo plata, ‘asúntate que son las 12:00 y me voy a amarrar el burro”	Esta frase significa en Manabí que hará una caída en la casa de algún conocido justo a la hora del almuerzo, para que le provean alimentos.
Vocabulario general	Asúntate’ ‘Reclar pa’ tras’ Azocado Está chisposito’ ‘te chapo’ Cuanto importó no hables panchadas Dar extensia ¡Aguaita! Firmura Te atajo Desilatrada Verbigracia Socular Avejero Estoy ajito Aguaitar Ventiado	Significa estar atento Expresión que significa rever una decisión Apretado Significa enfermo Expresión que se utiliza para decir: te estoy vigilando Se utiliza para preguntar el precio Se le dice a las personas que tratan de persuadir a alguien. Conocer Significa observar Ser firme Te agarro Deshidratada Por ejemplo Significa cortar la maleza Expresión que se utiliza para indicar que una persona esta despistada/o. Estoy agitado Verificar algo visualmente y con mucha cautela Significa persona con el ego muy elevado

A continuación, se presentan los personajes utilizados mostrando distintas expresiones, cadmio en la Figura 6, hongos en la Figura 7 y la planta de cacao en la Figura 8. En la Figura 9 vemos ejemplificada la interacción de los personajes y la utilización de diversas viñetas según el texto para la explicación de la problemática y el entendimiento de la solución tecnológica.



Figura 6. Representación de personaje: Cadmio.

HONGOS

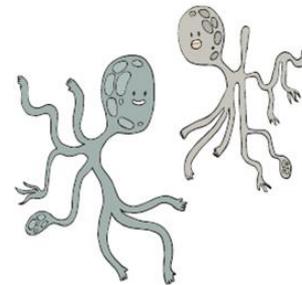


Figura 7. Representación de personaje: Hongos.

CACAOTERO

(Theobroma cacao)

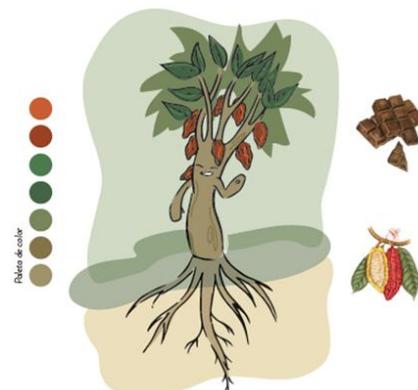


Figura 8. Representación del personaje: Planta de cacao.



Figura 9. Expresiones y globos de texto.

Se deja el acceso a las cartillas de adaptación idiomáticas para la transferencia de tecnología junto con el material audiovisual desarrollado por el equipo de trabajo (ver [MS4](#); [MS5](#)).

4. Conclusiones

La estrategia de enseñanza diseñada no solo facilitó el aprendizaje de manera simple, sino que también destacó la importancia del trabajo en equipo y la motivación económica en respuesta a la problemática del cadmio (Cd) en el sector cacaotero latinoamericano.

Mediante la implementación de un enfoque cognitivo con motivación neurolingüística, se logró una transposición efectiva de las soluciones y oportunidades tecnológicas, proporcionando a los cacaoteros una comprensión práctica y accesible de las nuevas metodologías.

La comprensión profunda del bioproceso por parte de los cacaoteros, junto con la entrega estratégica de microorganismos por parte de UTM (Universidad Tecnológica de Manabí), resultó en el desarrollo exitoso de la metodología como una oportunidad emprendedora. Este enfoque no solo mejoró la adquisición de conocimientos, sino que también

fomentó la aplicación práctica de las soluciones tecnológicas en sus propias fincas.

Como resultado, los cacaoteros no solo incorporaron la solución tecnológica propuesta, que involucra un consorcio de microorganismos reductores de la solubilidad de Cd en la rizósfera, sino que también experimentaron una disminución significativa en la captación de Cd por las nuevas plantas de cacao. Este logro no solo beneficia la calidad del cacao producido sino también abre nuevas oportunidades para un enfoque más sostenible y emprendedor en el sector.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por Fontagro para iniciativas de cooperación internacional, aprobado como ATN/RF-18951-RG. Se agradece también la participación en gestión científico-tecnológica administrativa de la Ing. Gabriela Coria y en producción artística del especialista Roberto Bandiera.

6. Referencias

- Argüello, D.; Chavez, E.; Laurysen, F.; Vanderschueren, R.; Smolders, E.; Montalvo, D. (2019). Soil properties and agronomic factors affecting cadmium concentrations in cacao beans: A nationwide survey in Ecuador. *Sci. Total Environ.* 649,120-127.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.2>
- Bello, A. (2006). *La gramática de la lengua castellana destinada al uso de los Americanos*. Biblioteca Virtual Universal – Editorial El Cardo www.biblioteca.org.ar
- El Troubi, H. (2021). La riqueza en el hablar de las regiones de Venezuela. Lo afirmativo, Venezuela. Recuperado en: <https://haimaneltroudi.com/la-riqueza-en-el-hablar-de-las-regiones-de-venezuela/>
- European Central Bank (2011) <https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/annrep/ar2011es.pdf>
- FAO 2011. Las mujeres en la agricultura: cerrar la brecha de género en aras del desarrollo. <https://www.fao.org/3/i2050s/i2050s06.pdf>
- Lanza, J.; Churión, P.; Liendo, N.; López, V. (2016). Evaluación del contenido de metales pesados en cacao (*Theobroma cacao* L.) de Santa Bárbara del Zulia, Venezuela. *Saber*, 28(1), 106-115.

- <http://ve.scielo.org/pdf/saber/v28n1/art11.pdf>.
- Pérez Moncada, U.; Ramírez Gómez, M.; Serralde Ordoñez, D.; Peñaranda Rolón, A.; Wilches Ortiz, W.; Ramírez, L.; Rengifo Estrada, G. (2019). Hongos formadores de micorrizas arbusculares (HFMA) como estrategia para reducir la absorción de cadmio en plantas de cacao (*Theobroma cacao*). *Terra Latinoamericana* 37, 121-130.
- Rilling, M.; Treseder, K.; Allen, M. (2003). Global change and mycorrhizal fungi. En: *Mycorrhizal Ecology*. pp. 135-160. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Rodríguez, M. (2016). La jerga made in Ecuador. *El telegrafo, Paysandú*, 28. Recuperado en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/septimo/1/la-jerga-made-in-ecuador>



Almidones termoplásticos modificados con anhídrido maleico

Andrés Ciolino^{1,2}, Olivia V. López^{1,3}, Ana Rosetti², Virginia Tridico², Javier Pérez⁴, Marcelo A. Villar^{1,2}

1. Planta Piloto de Ingeniería Química, PLAPIQUI (UNS-CONICET), Camino La Carrindanga Km 7, Bahía Blanca 8000, Argentina.
2. Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, Bahía Blanca 8000, Argentina.
3. Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, Bahía Blanca 8000, Argentina.
4. Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales, INTEMA, Mar del Plata B7600FDQ, Argentina.

*E-mail: andresciolino@gmail.com

PALABRAS CLAVES

Almidón
Funcionalización
Maleico
Caracterización

RESUMEN

Almidón nativo de maíz (NM), de maíz hidrolizado (NH) y de mandioca (M) se modificaron por injerto de anhídrido maleico (MAH) y mezclado reactivo en fundido. Se prepararon mezclas de agua (30 % m/m en base almidón), glicerol (45 % m/m) como plastificante y MAH (1, 2 y 3 % m/m) como agente de funcionalización para luego termoplastificarlas. Los materiales obtenidos se caracterizaron por espectroscopía de infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y análisis termogravimétrico (TGA). El grado de sustitución (DS) se determinó por titulación ácido-base. Los materiales modificados con MAH mostraron menores valores de energía de termoplastificación, un aspecto translúcido luego de ser moldeados por termocompresión y un mayor DS para el almidón NM. La caracterización térmica determinó que el almidón NH degrada a una temperatura menor (nitrógeno y aire), y que las muestras obtenidas para el almidón de M presentan mayores valores de entalpía de fusión (ΔH). Además, para todos los almidones, estos valores disminuyen por el agregado de MAH en la mezcla inicial. Los resultados preliminares obtenidos indican que la modificación de almidones de diferente naturaleza con MAH proporciona almidones termoplásticos funcionalizados (MTPS) con DS similares a los reportados por la literatura.

Thermoplastic starches modified with maleic anhydride

KEYWORDS

Starch
Functionalization
Maleic
Characterization

ABSTRACT

Native corn starch (NM), hydrolyzed corn starch (NH) and cassava starch (M) were chemically modified by grafting maleic anhydride (MA) and reactive melt mixing. The mixtures were prepared by using water (30% w/w based on starch), glycerol (45% w/w) as plasticizer and AM (1, 2 and 3% w/w) as functionalization agents. The materials obtained were characterized by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Thermogravimetric Analysis (TGA). The degree of substitution (DS) was determined by titration by using standard solutions of HCl and Na(OH). The materials obtained showed lower thermoplasticization energy values; a transparent appearance after being molded by thermocompression; and a higher GS for the NM. Results from thermal characterization showed that NH degrades at lower temperatures (in air and in nitrogen), and samples from M starch presented higher values of enthalpy of fusion (ΔH). In addition, ΔH values decrease as MAH increases in the initial mixtures. The preliminary results obtained in this work show that the chemical modification of different starches with MAH allows obtaining functionalized thermoplastic starches (MTPS) with DS values similar to those already reported by literature.

1. Introducción

El almidón es un polisacárido de estructura granular compuesto por los isómeros amilosa y amilopectina (Raquez et al., 2008; Castillo et al., 2013), cuyas

cantidades relativas dependen de la fuente vegetal y son responsables, en gran medida, de sus características funcionales (Cyras et al., 2006). Es abundante en la naturaleza (sus fuentes principales

son cereales y tubérculos) y por esta razón se lo considera un recurso renovable (Tsai et al., 2015).

El almidón puede ser procesado en condiciones de alta temperatura y cizallamiento en presencia de plastificantes obteniéndose almidón termoplástico (TPS, por sus siglas en inglés), un material propuesto como alternativo al uso de algunos plásticos sintéticos convencionales. No obstante, la susceptibilidad del TPS a las variaciones de humedad (por la naturaleza hidrofílica del almidón) puede provocar cambios significativos en su estabilidad dimensional y propiedades mecánicas (Zuo et al., 2016).

La producción a gran escala de TPS utiliza las mismas tecnologías que se emplean para procesar polímeros comerciales (tales como extrusión, soplado, termocompresión o moldeo por inyección) y entre las ventajas se encuentran su bajo costo y su capacidad de biodegradación, que lo convierten en una alternativa más sostenible y amigable con el entorno (Agarwal, 2021). Algunos de los métodos reportados por la literatura para ampliar sus aplicaciones involucran la inclusión de nanoarcillas (Castillo et al., 2013), el mezclado en fundido con polímeros hidrófobos biodegradables (López et al., 2019) o el injerto de moléculas con grupos funcionales altamente reactivos (Karma et al., 2022; Wang et al., 2020).

En el caso de la modificación química por injerto de moléculas específicas, Zuo y colaboradores obtuvieron TPS por extrusión reactiva empleando almidón de maíz como materia prima, glicerol como plastificante y anhídrido maleico (MAH) como agente de esterificación (Zuo et al., 2016). Para ello, el MAH se disolvió en acetona, se dispersó en forma de spray sobre el almidón y se mezcló con glicerol para luego procesarlo en la extrusora. Al aumentar la cantidad de MAH en la mezcla inicial, los autores observaron un aumento en el grado de sustitución y una disminución de la hidrofiliocidad del TPS resultante. Asimismo, también reportaron menores valores de cristalinidad y de temperatura y entalpía de fusión. En otro trabajo, Raquez y colaboradores obtuvieron TPS químicamente modificado por extrusión reactiva empleando almidón de maíz y glicerol como plastificante (Raquez et al., 2014). En este caso, el almidón se mezcló con un polvo fino de MAH y la mezcla resultante se alimentó a la extrusora, a la que se bombeó el glicerol. El análisis de los productos demostró el injerto de fracciones de

MAH y la interrupción completa de la estructura granular del almidón nativo en el TPS obtenido.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente comentados, en este trabajo se reporta la síntesis de TPS modificado químicamente por injerto de MAH (MTPS). Para ello, se emplearon diferentes fuentes de almidón (maíz, maíz hidrolizado y mandioca), agua y glicerol como plastificantes. Los materiales funcionalizados se obtuvieron en una mezcladora Brabender, empleando condiciones de procesamiento convencionales. Los TPS y MTPS obtenidos se caracterizaron fisicoquímicamente empleando espectroscopía de infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y análisis termogravimétrico (TGA). Finalmente, el grado de injerto (DS) del MAH se determinó mediante titulaciones ácido/base empleando soluciones patrón de concentraciones conocidas.

2. Materiales y métodos

Materiales empleados

Como materia prima se utilizaron tres tipos de almidones para preparar las muestras: almidón nativo de maíz (NM, Glutal, Argentina), almidón nativo de maíz hidrolizado (NH, Glutal, Argentina) y almidón nativo de mandioca (M, Dimax, Argentina). Como agente de funcionalización química se utilizó MAH (Tetrahedron, Argentina) y glicerol (Cicarelli, Argentina) como plastificante. Se prepararon pastillas para análisis de espectroscopia infrarroja empleando KBr (99 %, Sigma-Aldrich, Argentina). Las titulaciones ácido/base para determinar el grado de injerto del MAH se realizaron empleando soluciones de HCl 0,0996 +/- 0,0001 M y Na(OH) 0,1000 +/- 0,0002 M (Cicarelli, Argentina).

Preparación y procesamiento de las muestras

Se prepararon mezclas de 50 g de almidón, glicerol (30 % m/m, en base almidón) y agua destilada (45 % m/m, en base almidón). Se prepararon mezclas reactivas con MAH (0, 1, 2 y 3 % m/m, en base almidón). Para ello, se disolvió el glicerol con agua y se incorporó al almidón. El MAH requerido se disolvió en acetona y se agregó dispersándolo en forma de spray a la mezcla de almidón, agua y glicerol para así obtener el material a procesar. Las mezclas se dejaron bajo campana, durante 1 hora, para asegurar la completa evaporación de la

acetona. Luego, se acondicionaron a temperatura ambiente y 50 % de humedad relativa, durante 7 días, antes de su procesamiento.

Las mezclas acondicionadas se procesaron por duplicado en un plastógrafo Brabender (Brabender, Alemania) a 150 °C y 50 rpm, durante 15 min. Para diferenciarlas, se etiquetaron como X#, donde X representa la fuente de almidón empleada (NM, NH o M) y # el % m/m de MAH empleado para su formulación. Se registraron las curvas de torque en función del tiempo de procesamiento para cada una de las muestras obtenidas y se calcularon las energías de termoplastificación a partir del valor del área bajo la curva desde el tiempo de inicio del proceso hasta el tiempo de estabilización de los valores del torque.

Análisis por espectroscopia de infrarrojo con Transformada de Fourier (FTIR)

Se obtuvieron pastillas transparentes con 1 % m/m de TPS o MTPS y KBr empleando una prensa manual. Las pastillas obtenidas se analizaron en un espectrofotómetro Thermo Nicolet Nexus (EE UU). Los espectros FTIR se obtuvieron a partir de 100 registros acumulados, empleando una resolución de 4 cm⁻¹, entre 4.000 y 400 cm⁻¹.

Preparación de films por termocompresión

Se obtuvieron películas termoplásticas de TPS y MTPS por moldeo por termocompresión, utilizando una prensa hidráulica y un marco de aluminio como molde. Las condiciones de procesamiento fueron: 150 °C, durante 6 minutos totales, en intervalos de 2 minutos comenzando sin presión, continuando luego con una presión de 80 kg.cm⁻² y finalizando con 100 kg.cm⁻². Finalmente, el material se enfrió por flujo de agua, bajo presión constante, hasta alcanzar una temperatura de aproximadamente 50 °C.

Determinación del grado de injerto (DS) por titulación

El DS del MAH en los MTPS obtenidos se determinó por titulación con soluciones estandarizadas de ácidos y bases inorgánicas (Zuo et al., 2016; Tay et al., 2012). Para ello, se pesaron aproximadamente 160 mg de MTPS (de los films obtenidos por termocompresión) y se colocaron en un Erlenmeyer. Luego, se añadieron 10,00 mL de solución estandarizada de NaOH 0,1000 M y 10 mL de solución de etanol al 75 %. Posteriormente, se calentó a 30 °C, durante 30 min, sobre placa

calefactora/agitadora. Al cabo de este tiempo, la solución de NaOH en exceso se tituló por retroceso con una solución estandarizada de HCl 0,1000 M, usando fenolftaleína como indicador. El procedimiento se repitió cinco veces, y el DS se calculó utilizando las ecuaciones (1) y (2) que se muestran a continuación (Tay et al., 2012):

$$DS = \frac{162 \times n_{COOH}}{m - 99 \times n_{COOH}} \quad (1)$$

$$n_{COOH} = V_{NaOH} \times C_{NaOH} - V_{HCl} \times C_{HCl} \quad (2)$$

donde 162 g.mol⁻¹ es la masa molar de una unidad de anhidroglucosa (AGU), 99 g.mol⁻¹ es el aumento neto en la masa de AGU por cada molécula de MAH sustituida, m es el peso de la muestra analizada y n_{COOH} es la cantidad de grupos -COOH generados por hidrólisis del MAH injertado, calculada a partir de la ecuación (2), donde V_{NaOH}, V_{HCl}, C_{HCl} y C_{NaOH} corresponden a los volúmenes y concentraciones de las soluciones estandarizadas empleadas. El análisis de los resultados se realizó mediante ANOVA de un factor (α = 0,05), empleando el test LSD de Fisher para detectar diferencias o semejanzas en las muestras analizadas.

Análisis termogravimétrico (TGA)

Los estudios de degradación térmica se llevaron a cabo en una balanza termogravimétrica TGA-50 Shimadzu (Japón). Las muestras se calentaron desde temperatura ambiente hasta 500 °C, empleando una velocidad de calentamiento de 10 °C.min⁻¹ bajo flujo de nitrógeno y de aire. Se registraron las curvas de pérdida de masa en función de la temperatura y su correspondiente derivada.

Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

Los ensayos de calorimetría se realizaron en un calorímetro TA instruments, Q8000 (EE UU), a una velocidad de calentamiento de 10 °C/min, en atmósfera de nitrógeno, entre -50 y 200°C. De las curvas registradas se obtuvieron datos de temperatura (T_i), temperatura de inicio (T_{onset}) y entalpía (∫H) de fusión.

3. Resultados y Discusión

Características del procesamiento de los TPS y MTPS obtenidos

En la Figura 1 se comparan las curvas de torque versus tiempo para los TPS obtenidos empleando diferentes fuentes de almidón.

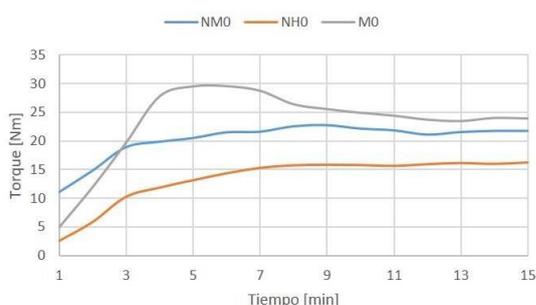


Figura 1. Curvas de torque versus tiempo de procesamiento de los TPS obtenidos.

Al procesar M0 se observan mayores valores de torque. Esto puede explicarse si se considera que la viscosidad del almidón de mandioca es mayor que la del almidón de maíz por presentar un mayor contenido de amilopectina (Chen et al., 2021). También se observa que hay una diferencia en las curvas de torque para NM0 y NH0, dado que en este último las cadenas de almidón presentan menor resistencia mecánica al flujo por estar hidrolizadas.

A modo de ejemplo, la Figura 2 muestra las curvas de torque versus tiempo de procesamiento para los diferentes MTPS obtenidos a partir del almidón NM.

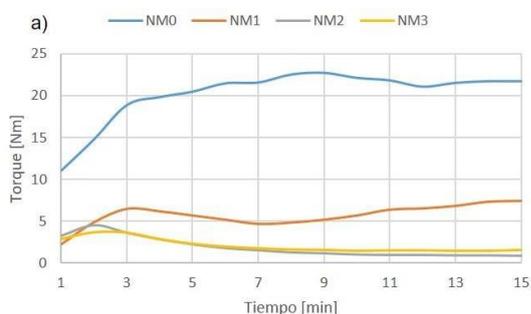


Figura 2. Curvas de torque versus tiempo de procesamiento para los MTPS obtenidos a partir del almidón NM.

Se observa que la curva de torque es mayor para NM0 comparada con las de los MTPS resultantes. En todos los casos, a medida que aumenta la cantidad de MAH disminuye el valor del torque, y este efecto es más pronunciado para las muestras que contienen 2 y 3 % m/m de MAH. Un comportamiento similar se observó para los almidones NH y de M.

A partir de estos resultados es posible inferir que, para las condiciones de preparación y acondicionamiento de las muestras procesadas, el agregado de 2 y 3 % m/m de MAH genera el mismo efecto desde el punto de vista del comportamiento del torque. Este hecho podría atribuirse a fenómenos de hidrólisis promovidos por la presencia del MAH en la mezcla reactiva, que favorecerían el corte de las cadenas del biopolímero generando una menor resistencia mecánica al momento de procesar. Al respecto, se ha reportado que el contenido de amilosa disminuye drásticamente para muestras de almidón hidrolizadas en medios ácidos durante largos períodos de tiempo (Utrilla-Coello et al., 2014), lo que explicaría el descenso en el torque observado para todos los MTPS. Teniendo en cuenta el período de tiempo estudiado desde la preparación de las mezclas hasta su procesamiento y la presencia de agua en la mezcla inicial, resulta razonable suponer que el MAH se hidrolizaría lentamente a ácido maleico, provocando un aumento de la acidez del medio que favorecería la reacción de hidrólisis de las cadenas de almidón.

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para el cálculo de las energías de termoplastificación. El área bajo la curva de torque se obtuvo empleando el método del trapecio hasta el minuto 9 de procesamiento, para todas las muestras estudiadas.

Tabla 1. Energía de termoplastificación de los TPS y MTPS obtenidos.

Muestra	Área Nm.min	Muestra	Área Nm.min	Muestra	Área Nm.min
NM0	156,6	NH0	95,7	M0	188,7
NM1	41,80	NH1	32,3	M1	36,40
NM2	20,10	NH2	15,1	M2	18,00
NM3	20,00	NH3	18,9	M3	16,50

Se puede observar que los TPS requieren una mayor energía de procesamiento que los MTPS y que a medida que aumenta la concentración de MAH en la mezcla reactiva inicial la energía de termoplastificación disminuye.

Análisis por FTIR

La Figura 3 muestra, a modo de ejemplo, los espectros FTIR correspondientes a M0 y M3. El espectro de la muestra M0 presenta las bandas correspondientes a los grupos funcionales distintivos del almidón y del glicerol. Se observan las señales a 927 , 1031 , 1079 y 1150 cm^{-1} (estiramiento C-O), 1648 cm^{-1} (agua enlazada), 2920 cm^{-1} (estiramiento C-H) y 3410 cm^{-1} (grupos-OH), atribuidas a las cadenas de almidón. Además, se detecta una banda pequeña a 1457 cm^{-1} correspondiente al glicerol y varias bandas con números de onda bajos (627 , 581 , 560 y 400 cm^{-1}) atribuidos a las vibraciones del anillo de glucosa. Resultados similares fueron reportados por Castillo et al. (2013). En el caso de la muestra M3 se observan las mismas señales que la muestra M0, además de distinguirse una banda a 1728 cm^{-1} correspondiente al grupo -C=O del AM injertado en las cadenas de almidón. Cabe destacar que la intensidad de dicha banda se incrementa con la concentración de AM en las muestras a procesar.

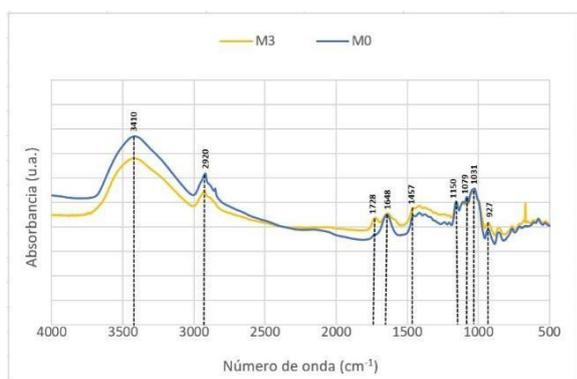


Figura 3. Espectros FTIR de TPS (M0) y MTPS (M3)

Films obtenidos por termocompresión

En la Figura 4 se muestran los films obtenidos por termocompresión. Se observó un aspecto frágil y pegajoso al despegarlos de la placa de cobre. Los films resultaron translúcidos y se aprecia que los TPS

presentan un color oscuro mientras que los MTPS se caracterizan por ser menos coloreados.

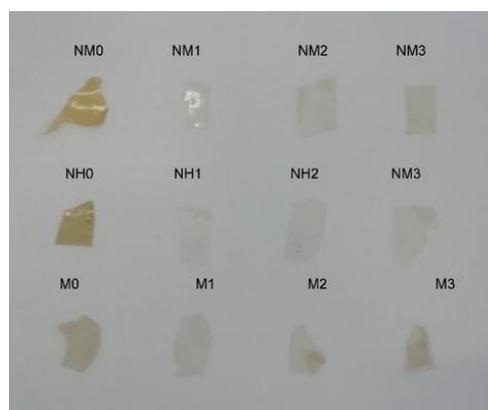


Figura 4. Films de TPS y MTPS obtenidos por termocompresión

DS por titulación

Se calculó el DS para cada muestra analizada y se promediaron los resultados obtenidos (Tabla 2). Se observan valores de DS bajos y que aumentan gradualmente a medida que aumenta el contenido de MAH en la mezcla procesada (Zuo et al., 2016). Con el fin de comparar los DS obtenidos para cada tipo de almidón, se realizó un análisis de ANOVA simple ($\alpha = 0.05$) y test LSD de Fisher considerando como factores de estudio tanto el tipo de almidón como el porcentaje de MAH en la mezcla reactiva inicialmente preparada.

Los resultados obtenidos muestran que, cuando se evalúa el MAH como factor y los porcentajes como nivel de intensidad del factor para cada tipo de almidón, en NM y NH el DS es mayor cuando se emplea 3 % m/m, mientras que para el almidón de M no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p > \langle \alpha \rangle$). Por otro lado, también se analizó estadísticamente considerando el tipo de almidón como factor para cada porcentaje de MAH. En todos los casos el NM presenta el mayor DS. En el caso de las muestras con 1 y 2 % m/m de MAH, el DS de M es mayor que el de NH, mientras que para las muestras con 3 % m/m de MAH no se observan diferencias significativas entre NH3 y M3 ($p > \langle \alpha \rangle$).

Tabla 2. Grado de sustitución para los distintos MTPS

Muestra	DS
NM1	0,095 ± 0,012
NM2	0,102 ± 0,006
NM3	0,108 ± 0,006
NH1	0,070 ± 0,007
NH2	0,072 ± 0,007
NH3	0,089 ± 0,003
M1	0,080 ± 0,004
M2	0,085 ± 0,003
M3	0,085 ± 0,007

Análisis por TGA

Para cada tipo de almidón, se compararon los TPS y los MTPS respectivos empleando las mezclas preparadas con un 3 % m/m de MAH (Tabla 3). En los TPS puede observarse que el almidón NH se degrada a una temperatura menor, tanto en atmósfera de nitrógeno como de aire. Por otra parte, el almidón de M es el que presenta el mayor valor de temperatura de degradación. Al comparar los distintos MTPS se observa una tendencia similar (con la excepción de NM3 en nitrógeno, que presenta un valor promedio de T50% levemente superior).

Tabla 3. Temperatura al 50% de pérdida de masa (T50%) para TPS y MTPS en aire y en nitrógeno (N₂).

Muestra	T _{50%, aire} (°C)	T _{50%, N₂} (°C)
NM0	317,2	316,8
NH0	309,8	309,5
M0	318,6	317,9
NM3	314,2	316,6
NH3	312,0	311,7
M3	317,2	315,8

Análisis por DSC

Al igual que en el análisis por TGA, se compararon los TPS para cada tipo de almidón y sus MTPS respectivos empleando 3 % m/m de MAH en la

mezcla inicial. Los resultados obtenidos se muestran a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Temperatura (T_f), temperatura de inicio (T_{onset}) y entalpía (ΔH) de fusión para TPS y MTPS

Material	T _{onset} (°C)	T _f (°C)	ΔH (J/g)
NM0	77,8	94,9	151,3
NH0	78,6	110,4	144,2
M0	51,0	91,0	159,9
NM3	82,6	92,0	108,6
NH3	55,2	91,5	111,7
M3	63,7	80,6	126,1

Las muestras obtenidas para el almidón de M presentan el mayor valor de ΔH y en todos los casos ese valor disminuye por el agregado de MAH, lo que podría ser indicativo de un menor grado de cristalinidad o la formación de cristalitas más pequeños en los MTPS obtenidos. Finalmente, puede observarse que para los almidones NM3 y M3 los valores de T_f y ΔH disminuyen respecto de NM0 y M0, mientras que los valores de T_{onset} aumentan. Por el contrario, todos estos valores disminuyen al comparar NH3 con NH0. Una posible explicación a este comportamiento podría ser atribuida a fenómenos de hidrólisis de las cadenas poliméricas por la presencia de MAH en la mezcla reactiva inicial y el tiempo de acondicionamiento empleado en este trabajo.

4. Conclusiones

Se obtuvieron TPS y MTPS con diferentes tipos de almidón (NM, NH y M), empleando un plastógrafo Brabender a 150 °C y 50 rpm, durante 15 min. En los TPS obtenidos se observó un torque mayor y valores de energía de termoplastificación mayores a los de los MTPS. Estos efectos resultaron más pronunciados para las muestras que contenían 2 y 3 % m/m en la mezcla reactiva inicial. Asimismo, se observaron valores de torque mayores para el almidón de M respecto de los otros almidones estudiados.

El análisis por FTIR demostró la presencia de glicerol y del grupo éster en los tres tipos de almidones. Además, en los MTPS se pudo distinguir una banda a 1728 cm⁻¹ correspondiente al grupo -C=O del AM

inertado en las cadenas de almidón. Se obtuvieron films por termocompresión de aspecto frágil y pegajoso, donde los TPS resultaron de color oscuro y los MTPS translúcidos. Los valores de DS obtenidos son comparables a los reportados por la literatura, y se observó que el DS aumenta a medida que aumenta el contenido de MAH en la mezcla inicial. En particular, los valores de DS resultaron mayores para el almidón NM. El análisis por TGA mostró que NHO se degrada a una temperatura menor, tanto en atmósfera de nitrógeno como de aire. Por DSC se observó que las muestras obtenidas para el almidón de M presentan el mayor valor de ΔH , y que en todos los casos ese valor disminuye por el agregado de MAH.

En resumen, se concluye que es posible termoplastificar reactivamente NM, NH y M empleando MAH como agente funcionalizante, obteniéndose materiales con valores de DS similares a los reportados por la literatura.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Nacional del Sur (UNS), a la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI, CONICET-UNS) y a los Proyectos de Investigación PICT-2020-SERIE A-02022, PGI 24/ZQ18 y PIP 11220200102980CO por los aportes materiales y económicos necesarios para realizar este trabajo.

6. Referencias

- Agarwal, S (2021). Major factors affecting the characteristics of starch based biopolymer films. *European Polymer Journal*, 160:110788.
- Castillo, L., López, OV., López, C., Zaritzky, N., García, MA, Barbosa, S. y Villar, MA. (2013). Thermoplastic starch films reinforced with talc nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*, 95:664–674.
- Chen, X., Yao, W., Gao, F., Zheng, D., Wang, Q., Cao, J., Tan, H. y Zhang, Y. (2021). Physicochemical Properties Comparative Analysis of Corn Starch and Cassava Starch, and Comparative Analysis as Adhesive. *Journal of renewable Materials*, 9(5):979-992.
- Cyras, VP., Tolosa Zenklusen, MC., Vazquez, A. (2006). Relationship between Structure and Properties of Modified Potato Starch Biodegradable Films. *Journal of Applied Polymer Science*, 101:4313–4319.
- Karma, V., Gupta, AD., Yadav, DK., Singh, AA., Verma, M. y Singh H. (2022). Recent Developments in Starch Modification by Organic Acids: A Review. *Starch – Stärke*, 74: 2200025
- López, OV., Ninago, MD., Lencina, MMS., Ciolino, AE., Villar MA. y Andreucetti, NA. (2019). Starch/Poly(ϵ -caprolactone) Graft Copolymers Synthesized by γ -Radiation and Their Application as Compatibilizer in Polymer Blends. *Journal of Polymers and the Environment*, 27:2906-2914.
- Raquez, JM., Nabar, Y., Srinivasan, M., Shin, BY., Narayan, R. y Dubois, P. (2008). Maleated thermoplastic starch by reactive extrusion. *Carbohydrate Polymers*, 74:159–169.
- Tay, S. H., Pang, S. C. y Chin, S. F. (2012). Facile synthesis of starch-maleate monoesters from native sago starch. *Carbohydrate Polymers*, 88:1195-1200.
- Tsai, CF., Wu, GY., Kuo, CH., Lin, YW., Chang, CH., Tseng, SH., Kao, YM., Chieh, LC., Lu, TJ. y Chih Shih, DY. (2015). Effective extraction method through alkaline hydrolysis for the detection of starch maleate in foods. *Journal of food and drug analysis*, 23:442-446.
- Utrilla-Coello, RG., Hernández-Jaimes, C., Carrillo-Navas, H., González F., Rodríguez E., Bello-Pérez, LA., Vernon-Carter, EJ. y Alvarez-Ramirez, J. (2014). Acid hydrolysis of native corn starch: Morphology, crystallinity, rheological and thermal properties. *Carbohydrate Polymers*, 103: 596-602.
- Wang, X., Huang, L., Zhang, C., Deng, Y., Xie, P., Liu, L. y Cheng, J. (2020). Research advances in chemical modifications of starch for hydrophobicity and its applications: A review. *Carbohydrate Polymers*, 240: 116292.
- Zuo, Y., Gu, J., Yang, L., Quiao, Z. y Zhang, Y. (2014). Study on the preparation of maleated thermoplastic starch by reactive extrusion. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 29(3):397-409.



¿Qué evaluamos en los profesorados universitarios? Experiencias de evaluación de los aprendizajes que desafían restricciones tradicionales

Mariela V. Senger^{1*}, María Martha Patat¹, Jorgelina Ferreiro¹

1. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 7600, Argentina.

*E-mail: mvsenger@mdp.edu.ar

PALABRAS CLAVES

Evaluación
Enseñanza
Universidad
Formación de formadores

RESUMEN

Se presentan análisis y reflexiones sobre prácticas áulicas de evaluación de los aprendizajes en dos asignaturas de formación pedagógica de las carreras de Profesorado en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). En el marco de dos instancias, una con formato de Trabajo Práctico Integrador Final y otra como Foro de Debate en el aula virtual, se explora una construcción metodológica sobre la evaluación para poner en tensión el logro de aprendizajes y la construcción del oficio de enseñar. La primera se estructuró en la realización de una entrevista a docentes de Buenos Aires para reconocer vivencias y efectos de la implementación de políticas educativas en la cotidianeidad de la tarea docente. La segunda puso la atención en la propia biografía escolar de los/las estudiantes de profesorado para revelar huellas del currículum oculto. Nos interesa centralizar la enseñanza e interpelar la evaluación usual en la universidad, considerando posibilidades y restricciones en una trama disciplinar/institucional. Buscamos desandar también estrategias "otras" desde las cuales producir saberes pedagógicos y didácticos, y evidenciar procesos metacognitivos implicados.

What we evaluate in university professors? Learning evaluation experiences that challenge traditional restrictions

KEYWORDS

Assessment
Teaching
University
Training of trainers

ABSTRACT

Analysis and reflections are presented on classroom practices for evaluating learning in two pedagogical training subjects of the Teachers' careers at the Faculty of Exact and Natural Sciences (FCEyN) of the National University of Mar del Plata (UNMdP). Within the framework of two instances, one with a Final Integrative Practical Work format and the other as a Debate Forum in the virtual classroom, a methodological construction on evaluation is explored to put into tension the achievement of learning and the construction of the craft of teaching. The first was structured around conducting an interview with teachers from Buenos Aires to recognize experiences and effects of the implementation of educational policies in the daily life of the teaching task. The second focused attention on the school biography of the student teachers to reveal traces of the hidden curriculum. We are interested in centralizing teaching and challenging the usual evaluation in the university, considering possibilities and restrictions in a disciplinary/institutional framework. We also seek to retrace "other" strategies from which to produce pedagogical and didactic knowledge and demonstrate the metacognitive processes involved.

1. Introducción

Desarrollamos nuestra docencia en la formación docente inicial en profesorados universitarios con la convicción de que es uno de los momentos

fundantes de la trayectoria formativa, que prepara para el ejercicio profesional de enseñar y construye una práctica metacognitiva generativa en el proceso de construcción del conocimiento profesional docente.

Las asignaturas donde llevamos a cabo estas experiencias son las que dictamos en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), a saber, Teoría de la Educación y Política, Organización y Gestión Educativa. Estas son cátedras comunes para la formación de los profesorado en Ciencias Exactas y Naturales (Ciencias Biológicas, Física, Matemática y Química pertenecientes al Departamento de Educación Científica (D.E.C.)). Ambas asignaturas responden a un carácter de obligatoriedad en los planes de estudio y son comunes a los cuatro profesorado y se dictan en distintos cuatrimestres.

Nos interesa en cada propuesta pedagógica poner en el centro a la enseñanza e interpelar la evaluación usual en la universidad, que muchas veces jerarquiza y excluye, considerando posibilidades y restricciones en una trama disciplinar/institucional y desandar estrategias "otras" desde las cuales producir saberes pedagógicos y didácticos (Terigi, 2010). Asimismo, buscamos producir en las realizaciones procesos metacognitivos de externalización del pensamiento implicado en las actividades. Así es que las situaciones de evaluación con docentes en formación resultan para nosotras una instancia clave para poner en tensión tanto el logro de aprendizajes, las decisiones sobre la acreditación y promoción, así como sus efectos en el saber profesional docente (Litwin, 2012).

Metodológicamente, encontramos por un lado que, las herramientas del aula virtual son un soporte potenciador de las posibilidades de la escritura no-lineal, renovadoras del vínculo con el saber que intentamos transmitir y de una manera distinta de concebir el papel del docente en el aula. Por el otro, la problematización de la gestión cotidiana de una institución escolar, a través del diálogo abierto y comprometido con docentes de una escuela secundaria o integrante del equipo directivo, favoreció la comprensión de la práctica docente en contextos institucionales específicos.

Por eso, asumimos en nuestras propuestas la evaluación como proceso, produciendo a partir de ellas información descriptiva y cualitativa sobre los logros y las dificultades que se dieron en el desarrollo de construcción del conocimiento. Diseñamos para ello actividades y tareas alternativas a la evaluación tradicional, mediante la introducción de nuevas formas de vincular a los/las estudiantes con el saber

a construir, con la utilización de metodologías de indagación específicas (entrevistas) y de construcción colectiva del conocimiento (foros), con la introducción de medios digitales para elaboración de las producciones.

Planteamos una transversalidad metodológica y programática en el dictado de ambas asignaturas vinculada con el trabajo colectivo, para subjetivar/nos como sujetos capaces de formarse en un espacio institucional donde la producción "de lo común" sea posible. Retomamos también las voces de nuestros estudiantes en el entrecruce con nuestras experiencias docentes, y desde allí interpelamos nuestras prácticas para re-pensar nuestras prácticas de evaluación, interrogando: los sentidos dados a la evaluación parcial y evaluación final, así como sobre los instrumentos utilizados para evaluar, los marcos teóricos que orientan esas prácticas, las relaciones entre la enseñanza y la evaluación, así como su concreción en las propuestas y el impacto en la trayectoria de los/las jóvenes que cursan.

Nos posicionamos ética y políticamente en que es una deuda pendiente para la Formación Docente Inicial introducir estrategias de enseñanza que desafíen el aula estándar, donde las tradiciones disciplinares, los regímenes académicos y la complejidad institucional según la cantidad de carreras que se gestionen, traccionan muchas veces hacia acciones donde falta la centralidad en el proceso formativo. Sostener las trayectorias de nuestras/os estudiantes con aprendizajes, nos obliga a emprender procesos de transformación de la enseñanza en el nivel superior, superadoras del individualismo y la fragmentación. En este sentido, coincidimos con Terigi (2010 en Briscioli, 2023) al afirmar que hay necesidad de producir saberes pedagógicos y didácticos para los modelos pedagógicos novedosos.

Se trataría, en términos de Gloria Edelstein (2011 en Briscioli, 2023) de pensar una construcción metodológica que nos permita encontrar nexos potenciadores del acompañamiento a las trayectorias, más allá del plan de estudios. Al mismo tiempo que debe afrontarse como una decisión institucional, que brinde las condiciones necesarias para avanzar en el cumplimiento del derecho a la educación.

2. Materiales y métodos

A través de dos actividades evaluativas, una desarrollada en el primer cuatrimestre de 2022 en la asignatura Teoría de la Educación, con formato de Foro de Debate en aula virtual y la otra implementada en las cursadas del segundo cuatrimestre de 2021 y 2022 en la asignatura Política de indagación del desarrollo en los/las estudiantes del conocimiento profesional, en cuanto fueron partícipes de una propuesta de formación centrada en la reflexión (Echeverría, 2023).

Trabajo Práctico integrado

La propuesta en la asignatura Política, Organización y Gestión Educativa de cursada común a los profesados de Ciencias Biológicas, Física, Matemática y Química consistió en realizar un análisis crítico en torno a la gestión educativa y la institución escolar partiendo del diálogo abierto y comprometido con un integrante del equipo directivo de una escuela secundaria. En la entrevista educación, en dos períodos de nuestra historia reciente. Los supuestos iniciales que estructuraron la actividad fueron el marco jurídico normativo que produce implicancias en la vida cotidiana escolar y representan desafíos en la gestión y organización educativa. A partir de allí la propuesta consensuada con los estudiantes giró en torno a la posibilidad de analizar el impacto de la implementación de las leyes desde la óptica de un docente de la provincia de Buenos Aires. Decidimos junto con ellos plantear dos opciones de análisis: La Ley Federal de Educación y su impacto en un docente de la provincia o La Ley de Educación Nacional y su impacto también desde la óptica de un docente en particular. Sumamos los aportes de diferentes autores para comprender los contextos políticos, económicos y sociales (Figura 1).

La dinámica de trabajo con los estudiantes constó de momentos sucesivos:

a. la confección de ejes de preguntas para realizar una entrevista de tipo cualitativa, realización y documentación de la misma. Dedicamos una clase a analizar la entrevista como recurso, identificando momentos de la misma y la importancia de su preparación a partir de los objetivos planteados. Nos abocamos, entonces, a definir las preguntas que guiarían una entrevista destinada a indagar en esos aspectos. Una vez definidas en general, y con la salvedad de

incorporar algunas más a criterio del grupo, definimos la consigna final.

- b. cada grupo realizó su entrevista y la redacción del registro ampliado atendiendo a producir un detalle minucioso de lo acontecido antes – durante – después, con el interés de reponer el sentido de la experiencia que allí tuvo lugar;
- c. revisión crítica del registro para un análisis conceptual de la problemática, vinculando las respuestas obtenidas con lo trabajado en clase a partir de los autores propuestos por la cátedra.
- d. una primera evaluación sobre cada trabajo a cargo de las docentes con una devolución particular, según criterios definidos previamente con el grupo.
- e. una clase posterior se realizó la socialización de cada trabajo posibilitando ampliar cada análisis en forma general.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES	Trabajo Práctico N°4
DPTO. DE EDUCACIÓN CIENTÍFICA	Gestión institucional en situación
CÁTEDRA: POLÍTICA, ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN EDUCATIVA	

COMISIÓN: 2do. cuatrimestre 2022

Equipo docente de la cátedra:

Profesora Adjunta: Esp. Senger, Mariela
Jefe de Trabajos Prácticos: Esp. Patat, María Martha
Ayudante graduada: Esp. Natalia De Marco
Prof. María Belén Escalante

Orientación general

Este trabajo está orientado a explorar las vivencias y efectos que en la propia tarea docente tienen la implementación de políticas educativas y la gestión de las mismas.

Para eso, podrán elegir enfocarse en un período de la historia educativa argentina reciente y tomar contacto con protagonistas de la época y entablar una conversación a partir de la cual podemos conocer los entretelones de la política, la organización y la gestión.

Opción 1:

Con el fin de conocer y dimensionar el impacto de la implementación de la Ley Federal de Educación y de la Ley de Transferencia educativa sancionadas en la década del '90, les proponemos la realización de una entrevista a un docente que se haya desempeñado profesionalmente en ese contexto.

En la entrevista al docente deberán indagar sobre los siguientes aspectos, pudiendo agregar los que ustedes consideren o el/la docente mencione:

- ¿Cómo se enteró de las modificaciones que proponían la ley de transferencia educativa y la ley federal de educación?
- ¿Qué cargo docente tenía al momento de sancionarse las leyes?
- Con el traspaso de los establecimientos de nacido a provincia ¿se le respetó la antigüedad docente?
- ¿Su cargo siguió existiendo o tuvo que realizar una reconversión?
- ¿En qué nivel educativo ejerció su práctica?
- ¿Cómo vivió esa experiencia?
- ¿Cómo la evalúa hoy?

Opción 2:

Con el fin de conocer y dimensionar el impacto de la implementación de la Obligatoriedad del Nivel Secundario a partir de la Ley de Educación Nacional 26.206 del año 2006, les proponemos la realización de una entrevista a un docente que se haya desempeñado profesionalmente en ese contexto.

En la entrevista al docente deberán indagar sobre los siguientes aspectos, pudiendo agregar los que ustedes consideren o el/la docente mencione:

- ¿Cómo se enteró de las modificaciones que proponían la ley de Educación Nacional 26.206?
- ¿Qué cargo docente tenía al momento de sancionarse la Ley?
- ¿Estaba de acuerdo con la obligatoriedad del nivel secundario? ¿Por qué?
- ¿Cuál fue el impacto que tuvo la implementación de la obligatoriedad del nivel?
- ¿Cómo vivió esa experiencia? ¿De qué manera repercutió en su práctica docente?
- ¿Cómo la evalúa hoy?

Pautas generales de trabajo:

El TP 4 podrá realizarse en duplas.

Realizar la entrevista y registrarla. Esta actividad puede realizarse de manera virtual o presencial de acuerdo a las posibilidades y condiciones tanto de las/os entrevistadas/os como de las/os entrevistadores. Es oportuno realizar la grabación de la entrevista siempre que la/el entrevistada/o esté informada/o y manifieste su acuerdo. Luego se desgrabará cada una de ellas y se presentarán en forma escrita, construyendo un **Registro Ampliado**, es decir agregando una introducción que describa el contexto y la situación en la que cada entrevista tuvo lugar, qué sucedió durante la charla, las condiciones en las que se realizó, quiénes participaron, los silencios/ discusiones, otro tipo de información adicional como comentarios informales, etcétera. Es importante incorporar información acerca de la gestualidad, eventos circundantes y otros detalles que permitan una mejor comprensión de lo que la/el entrevistada/o transmite más allá de la palabra.

Analizar el registro de la entrevista poniéndola en diálogo con los textos trabajados en relación a la gestión educativa. Se espera que escriban un texto en el que analicen el impacto de la implementación de esas leyes vinculando la información obtenida en la entrevista con lo trabajado en clase, el material bibliográfico y las fuentes utilizadas.

Se trata de presentar un texto que dé cuenta de las lecturas realizadas y de la capacidad analítico-interpretativa que habilita su apropiación, con una extensión máxima de tres carillas tamaño A4, escritas en Arial 11.

Modalidad y fecha de entrega:

Lo entregarán en el aula virtual en el espacio destinado a tal fin, **hasta el 22/11** con una puesta en común en clase.

Criterios de evaluación:

Los trabajos serán evaluados teniendo en cuenta:

- Ajuste a la consigna solicitada.
- Pertinencia y relevancia en la formulación e implementación de guiones de entrevistas.
- Registro claro y organizado de las entrevistas.
- Lectura y análisis crítico de la bibliografía.
- Análisis y reflexión relacionando y utilizando las categorías trabajadas.
- Correcta organización del texto.
- Entrega en tiempo y forma.

Figura 1: consigna TP 4 Integrador

Foro de Debate

Esta propuesta tuvo lugar en la asignatura Teoría de la Educación, también de cursada común a los cuatro profesados de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y consistió en una interacción sistemática y estructurada entre estudiantes, con la moderación de los docentes, en el foro del aula virtual en la plataforma moodle. El foro se tituló “Desnaturalizar la experiencia escolar” puesto que el contenido de la interacción estaba orientado a desplegar una reflexión crítica desde el concepto de currículum oculto hacia el reconocimiento de las huellas existentes en la biografía escolar (Figura 2).

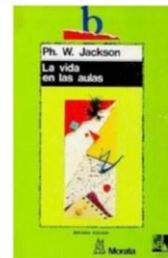
En ese sentido el foro requería dos momentos: primero la lectura del capítulo “Afares cotidianos”, de la obra “La vida en las aulas” de P. Jackson, para luego, reflexionar a partir de los conceptos abordados. La dinámica de presentación del foro fue en la instancia de las clases de trabajos prácticos a cargo de las ayudantes de cátedra, quienes presentaron y exhibieron la consigna con los interrogantes disparadores de la reflexión y dieron orientaciones y ayudas para las publicaciones. A esa presentación le siguió una secuencia de moderaciones oportunas de las docentes buscando hacer explícito el proceso subjetivador del currículum y monitorear el uso de conceptos teóricos, así como regular también que las intervenciones se ajustaran a la consigna planteada.

Unidad 2: Desnaturalizar la experiencia escolar

La fecha límite para publicar en este foro fue viernes, 28 de mayo de 2020, 23:55.

Unidad 2: Desnaturalizar la experiencia escolar

lunes, 4 de mayo de 2021, 11:13



Phillip Jackson en su obra “La vida en las aulas” nos propone apreciar el significado de los hechos triviales del aula, recinto donde los niños permanecen largo tiempo y están les guste o no, por los efectos socializadores que aquellos producen, con fuerza *subjetivadora*...

Pero, no todas las aulas son idénticas... cada uno de nosotros puede *cuificar* la experiencia escolar conforme a su paso por ellas...

Entonces, les proponemos una ronda de intercambios para que, tomando la propuesta de P. Jackson, compartamos: *¿reconocen en uds las huellas de este currículum oculto? ¿en qué? ¿cómo? ¿con quiénes? ¿tuvieron consecuencias en la calidad de vida de uds como alumnos? ¿hay otros efectos que podrían esbozar más allá de los 3 que define Jackson?...*

Comenzamos a leerlos hasta el 28/5

Equipo de Cátedra de Teoría de la Educación

Figura 2: Consigna Foro de Debate “Desnaturalizar la experiencia escolar”

3. Resultados y Discusión

Sostenemos con Tardif (2004:29) que el conocimiento profesional docente, es decir ese saber plural, formado por una amalgama, más o menos coherente de saberes procedentes de la formación profesional y disciplinar, curricular y experiencial, no se desarrolla linealmente desde la simple “incorporación”, sino que éstos, para que formen parte constitutiva de ese saber profesional, deben ser reconstruidos en procesos de prácticas reflexivas. En contraste, hay resabios en la enseñanza de los profesados de una formación pedagógica tardía, que devela la vigencia de un modelo de formación consecutivo que concibe al docente como un técnico que aplica su saber a posteriori de adquirir expertise en su disciplina (Senger et al., 2016).

El Trabajo Práctico Integrador implicó una tarea compleja para los estudiantes, ya que participaron no solamente en la resolución del mismo sino también en la confección del instrumento como tal. El haber definido el propósito del trabajo desde su propio interés en indagar acerca del impacto de la implementación de una ley, le proporcionó a la propuesta un plus especial a una actividad de evaluación que podríamos caracterizar como “atípica” o diferente.

En la instancia de evaluación por grupo, fue posible enfocarnos en la forma en que lograron o no vincular el material bibliográfico con las respuestas del entrevistado. En las devoluciones planteamos revisar en algunos casos esas relaciones y, en otros propusimos otras.

En la socialización de todos los trabajos se produjo una co-evaluación entre grupos que enriqueció mucho más nuestra evaluación y sobre todo, el aprendizaje en los estudiantes que pudieron establecer comparaciones entre las respuestas de los distintos entrevistados.

En los casos de producciones de estudiantes que trabajaron sobre la opción referida a la Ley Federal de Educación, señalaron respuestas de las entrevistadas que aseguraban:

“Se produjeron muchas cosas negativas, la Reconversión Docente, la utilización de módulos, recortes de horas, dar materias que desconocía, diferencias entre instituciones públicas y privadas (desplazamientos en públicas -> deterioro de calidad educativa y pérdida del vínculo con la institución y con estudiantes), “docentes taxis”, el sistema no brindó herramientas.”

Mientras que en otros trabajos se destacaban opiniones como:

“... la docente (entrevistada) rescató de la ley que se replantearan aspectos del sistema desde la Ley 1420 y que se empezó a hablar de competencias más que de contenidos sobre el aprendizaje de estudiantes.”

En términos generales en los TP integradores advertimos que los/las estudiantes lograron conocer la existencia de diferentes miradas de docentes que vivenciaron de diversas maneras la implementación de las leyes. En algunos casos sorprendiendo y en otros anticipando.

Con respecto a los TP Integradores de la Opción 2, sobre la implementación de la LEN, una de las entrevistadas que reseñaron decía:

“yo soy de la vieja escuela”, y “algunos alumnos se vieron perjudicados por atender a la diversidad”.

Otra de las docentes, en este sentido agregaba:

“Me pareció buena idea la obligatoriedad, pero ahora pienso distinto, ya que no hay seguimiento de las trayectorias individuales y se agrandó la brecha entre escuelas públicas y escuelas privadas.”

Fue interesante obtener indicios a través de las producciones de cómo los/las estudiantes fueron capaces de complejizar los distintos planos de aplicación y análisis de una ley educativa y sus efectos en la docencia a partir de un relato de un sujeto particular. Reconocemos en dichas realizaciones una acción de metacognición. En términos de Mateos (2001) es *“el conocimiento que se tiene acerca de los propios procesos y productos cognitivos, en donde la autorregulación permite supervisar y organizar dichos procesos en busca de una tarea específica”* (2001:21).

Consideramos que logramos realizar una evaluación integradora del conocimiento planteado por los/las diferentes autores/as propuestos/as; del contexto político, económico y social de una ley educativa; de su impacto concreto y del trabajo en grupo y el valor de la co-evaluación. La responsabilidad en el acompañamiento a partir de la evaluación nos posicionó ante el reto que describió Charlot (2014: 23): *“...el problema que tenemos entonces es hacer que el alumno pase del yo empírico al yo epistemológico, es decir, resolver la cuestión de qué significa pensar...”*.

En el último encuentro de socialización e intercambio, se produjo casi de manera espontánea una reflexión conjunta en torno a las vivencias de los estudiantes durante las diferentes etapas de la elaboración y concreción del trabajo práctico. Resultó interesante observar cómo ponían en palabras la forma en que tuvieron que sortear algunas dificultades tales como: vincular el material bibliográfico con las respuestas del entrevistado, redefinir preguntas “sobre la marcha”, volver a mirar más de una vez las respuestas descubriendo distintas interpretaciones a la luz de los textos, comprender la existencia de diferentes miradas, incluso a las propias. La metacognición, entonces dejó paso a un

ejercicio de auto-evaluación tan necesario para la propia práctica docente y como objetivo permanente para nuestros estudiantes.

En algunas de las respuestas de los/las estudiantes en el foro "Desnaturalizar la experiencia escolar" encontramos deconstrucciones explicitadas por los/las estudiantes cuando expresaron:

Estudiante 1: la sistematicidad sobre la apropiación de fechas, celebraciones, ritos y símbolos:

"...me resulta muy curiosa de la forma en la que funciona la escuela y que podría formar parte del currículum oculto es todo el simbolismo patrio: izar la bandera al entrar, cantar el himno en los actos, incluso tener que realizar el juramento a la bandera a los 10 años. Son cosas que no nos cuestionamos y que forman parte de la escuela diría desde que se conformó como tal..."

Estudiante 2: el inapelable rol de autoridad:

"...las huellas que más reconozco en mí son la autoridad...siempre teniendo mucho respeto por las figuras de autoridad y tratando de complacerlas, no cuestionando y agachando la cabeza..."

Estudiante 3: la carga del juicio de la mirada externa:

"...el elogio fue algo que me trajo consecuencias positivas y negativas en mi vida. Por un lado, este sentimiento de que las buenas notas te ponen en un lugar de prestigio, de reconocimiento y valoración por parte de los demás te hace sentir importante, inteligente y demás. Pero por otro lado, una vez que estás en esa posición es difícil salir y se siente la presión de estar todo el tiempo demostrando a los demás de lo que uno es capaz..."

Estudiante 4: el ejercicio discrecional del poder en la evaluación:

"...con respecto al poder, tuve un profesor de física que le encantaba el juego de evaluación constante en la clase de puntos negativos y puntos positivos..."

Estudiante 5: ajustar expectativa al papel desempeñado:

"...tratar de conformar tanto al docente como a los compañeros. Es un equilibrio entre ser buen alumno, pero sin ser el "chupa medias" porque si no, enfrentas el juicio social de tus compañeros. Recuerdo sí, esa continua presión o intento, de mantenerme siendo buena alumna, pero siendo parte de la masa..."

Los conceptos que aparecen en los comentarios de los estudiantes en el foro tienen mucho en común y aparecen reiteradas veces en los recuerdos de los estudiantes de situaciones ocurridas en la niñez haciendo que la vida escolar sea un reto que debemos superar o tratar de superar.

También las instancias de evaluación se presentan como un momento de conflicto, en donde nuestros pensamientos entran en una situación de nerviosismo debido a cómo el docente aplica su metodología de evaluación, qué herramientas utiliza, qué condiciones y cobrando mayor fuerza su autoridad como docente.

Destacamos como hallazgos el recorrido por rasgos del currículum oculto que pudieran advertirse desde la escritura reflexiva de la biografía escolar que tiene manifestaciones en su formación docente. Es decir, recuperar los modos de transmisión de mensajes implícitos en los que, a juicio de Jackson (2001) nos apropiamos de sentidos como la multitud o masa, las felicitaciones, elogios o premios; y el poder, una suerte de división entre estudiantes fuertes y débiles, así como el poder que cobra el docente dentro del aula de clase, por ejemplo, al compensar ciertas acciones con premios o castigos. La combinación de estos aspectos conforma lo que es la vida dentro de un aula, conformando el currículum oculto que debe ser dominado por docentes y estudiantes para lograr un buen desenvolvimiento en el ámbito educativo.

Además, como bien hace hincapié Jackson (2001), la evaluación cobra gran importancia entendiéndose como el logro de los objetivos educativos por parte del estudiante, complementado con la adaptación

que hace cada estudiante y con sus cualidades personales (capacidad intelectual, motivación, etc.) (Jackson, 2001) Así, la evaluación tiene como una de sus principales figuras al docente que es quien formulará juicios sobre el trabajo y la conducta de los estudiantes, pero también los compañeros de estos estudiantes y la autoevaluación, la evaluación de uno mismo.

4. Conclusiones

Con la inclusión de ambas experiencias evaluativas, potenciadora de procesos reflexivos, estamos explorando los recursos teóricos y metodológicos imprescindibles para llevar adelante las evaluaciones propuestas y a la vez interpelando criterios de calificación, acreditación y promoción en el aula universitaria. Tienen una fuerte incidencia en el desarrollo de un pensamiento crítico y creativo; en que los estudiantes demuestran y complejizan lo que saben y entienden y no sólo “resuelven” la consigna, también participan en su confección; en reconocer las coordenadas de referencia para el pensamiento y la acción y en el valor de una construcción crítica colectiva.

Pretendemos seguir produciendo un pliegue en la tradicional organización académica de las clases de profesorado, el conjunto de reglas estables que ordenan y las significan, reconstruyéndolas de manera novedosa, aunque incierta. En ese sentido, no conocemos sus efectos, pero será nuestro deber explorarlos y monitorearlos, para pensar una organización de la enseñanza en la formación docente universitaria que propicie prácticas de articulación entre los profesores de las materias que conforman un campo de conocimiento y habilitar espacios más integrados que permitan la posibilidad de recrear modos de articular saberes en torno a problemas e intereses acerca de la docencia y el desarrollo profesional que puedan reunirlos.

Los resultados de estas actividades evaluativas basadas en la reflexión para el desarrollo del conocimiento profesional nos hacen poner foco, en términos de Alliaud (2022) sobre las condiciones pedagógicas e institucionales necesarias de generar

para volver a acoplar: enseñanza- aprendizajes y evaluación. Ésta última nos desafía a mejorar las decisiones sobre la acreditación y promoción, así como sus efectos (¿obstaculizadores? ¿facilitadores?) en las trayectorias estudiantiles.

Parafraseando a la misma autora, nos vemos en el camino de no sólo solucionar el problema de la evaluación sino enriquecerla, a partir de acuerdos y conformación de equipos de trabajo a lo largo de los procesos de formación docente inicial con centralidad en la Práctica Docente.

5. Agradecimientos

Agradecemos a las-os estudiantes que a lo largo del último lustro cursaron las asignaturas a nuestro cargo y contribuyeron desde sus producciones a problematizar y reflexionar críticamente sobre nuestras prácticas de enseñanza en la formación de formadores.

6. Referencias

- Alliaud, A.; Trentín, V. y Varela, C. (2022). Enseñar y aprender en la excepcionalidad. Hojas de ruta y prácticas de un recorrido formativo. En: Gómez, D. y Suárez, D. (Eds.) *Formar docentes en los profesorados universitarios en FFyL: Ensayos y experiencias en torno a la práctica profesional docente en una situación excepcional*. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. C.A.B.A.. Pp. 17 -50.
- Briscioli, B. (2023). Módulo 5: Acompañar las trayectorias escolares, ampliar experiencias socioeducativas. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.
- Charlot, B. (2014). La relación de los jóvenes con el saber en la escuela y en la universidad: problemáticas, metodologías y resultados de investigaciones. *Polifonías Revista de Educación*, 3(4), 15-35. Disponible en: <http://www.polifoniasrevista.unlu.edu.ar/?q=node/5>
- Echeverría, F. (2023). Desarrollo del conocimiento didáctico del contenido en la formación inicial de profesores de Química. Un análisis centrado en los procesos reflexivos. *Educación en la Química*, 29(1), 2-10.

- Edelstein, G. (2011). Formar y formarse en el análisis de las prácticas de la enseñanza. Buenos Aires. Paidós. pp 204.
- Litwin, E. (2012). *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires, Paidós. pp 203.
- Jackson, P. (2001). *La vida en las aulas*. Morata. Madrid. pp 74.
- Mateos, M. (2001). *Metacognición y Educación*. Aique Grupo Editor S.A. Buenos Aires
- Senger, M; Patat, M; De Marco. (2016). La práctica docente en la formación inicial de los profesorado en ciencias: tramas normativas que introducen cambios en la organización y la gestión de las escuelas a favor de los derechos, la igualdad y la inclusión. I Jornadas sobre las Prácticas Docentes en la Universidad Pública. Transformaciones actuales y desafíos para los procesos de formación (La Plata).
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea S.A. de Ediciones. Madrid.
- Terigi, F. (2010). Docencia y saber pedagógico- didáctico. *El Monitor de la educación*, 25, 35-38.



Hablemos sobre inclusión educativa en la formación docente

Mariela V. Senger^{1*}, María Belén Escalante¹, Natalia De Marco¹

1. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 7600, Argentina.

*E-mail: mvsenger@mdp.edu.ar

PALABRAS CLAVES

Inclusión Educativa
Género
Discapacidad
Foros
Formación de formadores

RESUMEN

Se revisitan críticamente relatos de sentidos, vivencias, conceptualizaciones y presupuestos en torno a la Inclusión Educativa en el Foro de Debate de las cátedras Política, Organización y Gestión Educativa y Teoría de la Educación en carreras de Profesorado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata. La propuesta buscó tematizar/desnaturalizar la inclusión educativa en dos ejes: género y discapacidad, a partir de la progresión en los relatos y argumentaciones, generando posibilidades de aprendizajes significativos con explicitación en la escritura. El Paradigma Social de la Discapacidad (Ley 26.378/14), las Epistemologías Feministas y el Marco Normativo de la inclusión (Ley 26.206/06; Res. CFE 311/16; Res. gba 1664/17) fueron el corpus de conocimientos que dieron sostén a los debates en una y otra actividades, respectivamente. Afirmamos que problematizar la inclusión educativa desde el género y la discapacidad y la reflexión auténtica y subjetiva acerca del cruce inclusión y ciencia, entrama contextualizaciones que visibilizan tanto las vacancias en los contenidos obligatorios de la formación de formadores en ciencias, así como también los nuevos saberes que fortalecerán la práctica profesional de la docencia actual en ciencias.

Let's talk about educational inclusion in teacher training

KEYWORDS

Educational Inclusion
Gender
Disability
Forums
Training of trainers

ABSTRACT

Narratives of meanings, experiences, conceptualizations and budgets around Educational Inclusion are critically revisited in the Debate Forum of the Politics, Educational Organization and Management and Theory of Education chairs in Teaching careers of the Faculty of Exact and Natural Sciences from the National University of Mar del Plata. The proposal sought to thematize/denaturalize educational inclusion in two axes: gender and disability, based on the progression in the stories and arguments, generating possibilities of significant learning with explicitness in writing. The Social Paradigm of Disability (Law 26,378/14), Feminist Epistemologies and the Regulatory Framework of inclusion (Law 26,206/06; Res. CFE 311/16; Res. gba 1664/17) were the corpus of knowledge that supported the debates in one and the other activities, respectively. We affirm that problematizing educational inclusion from gender and disability and the authentic and subjective reflection on the intersection of inclusion and science, weaves contextualizations that make visible both the vacancies in the mandatory contents of the training of science trainers, as well as the new knowledge that will strengthen the professional practice of current science teaching.

1. Introducción

Desde hace una década en las cátedras Teoría de la Educación y Política, Organización y Gestión Educativa del Departamento de Educación Científica (DEC), de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), afrontamos iniciativas para

reformular e innovar en los saberes a enseñar en la formación del profesorado universitario en ciencias exactas y naturales. Diseñamos propuestas didáctico-pedagógicas reflexivas, donde la autorregulación (Zimmerman, 2000) juega un papel central, puesto que comprometen aprendizajes de la configuración de la identidad docente sobre la base de temáticas de inclusión, hoy ausentes en los planes

de estudios vigentes, tales como: género y discapacidad.

Se trata de revisar nuestra propia práctica como docentes responsables de la propuesta formativa de ambas materias, que varían en el cuatrimestre de dictado conforme a la ubicación en los planes de estudios de cada profesorado: Matemática, Física, Química y Biología, desde las cuales se busca contribuir a la formación de profesores universitarios que reflexionen críticamente sobre el sentido histórico-social de la educación como derecho y con un posicionamiento docente democrático y transformador.

Interpelaciones a las experiencias que posibilitaron el estudio de la inclusión en las asignaturas en la formación docente sientan las bases para comprender que la universidad necesita reforzar la asunción de un paradigma ético-político y epistemológico que mejore la comprensión de la cuestión de género y la discapacidad, como así también el reconocimiento de la diferencia y el respeto por la diversidad, sin barreras, como una alternativa potente para la construcción de una educación superior en/y, para la diversidad. Buscamos en el aula universitaria de profesorado repensar las condiciones necesarias que hacen falta tematizar para lograr desmontar preconceptos y restricciones arbitrarias existentes en las relaciones entre ciencia, género y discapacidad para poder avanzar entonces diseñando mejores intervenciones docentes.

Desde un sentido didáctico-tecnológico, la herramienta del Foro de Debate en el aula virtual resultó un dispositivo privilegiado en ambas asignaturas para formalizar prácticas reflexivas, integradas a los aprendizajes, en cercanía con la práctica del ejercicio profesional. El Foro de Debate fue el recurso disponible en la plataforma Moodle en la que se fueron habilitando los debates a partir de una/s pregunta/s interpeladora/s para un trabajo de reflexión y relación de los contenidos sin unidireccionalidad ni jerarquías. Fue durante la educación remota de emergencia que implementamos la actividad y la continuamos con mejoras hasta la actualidad.

Nos preguntamos ante cada debate propuesto en los foros del aula virtual el efecto que tienen en el otorgamiento de actualidad, sentido y contexto a la formación inicial de profesores/as en ciencias.

Encontramos en la experiencia áulica universitaria que la realización de los foros de debates bajo la premisa de problematizar la inclusión educativa desde el género y la discapacidad, que la reflexión auténtica y subjetiva acerca del cruce inclusión y ciencia, entramó diálogos, discusiones y contextualizaciones que visibilizaron tanto las vacancias en los contenidos obligatorios de la formación de formadores en ciencias biológicas, física, matemática y química, así como también configuró los nuevos saberes para fortalecer la práctica profesional de la docencia actual en ciencias.

Afirmamos que las propuestas de actividades de aprendizaje en entornos virtuales posibilitan una enseñanza alternativa en los profesorado universitarios, que traspasa el espacio-tiempo del aula tradicional, extendiéndose la producción de conocimiento a otros ámbitos, siempre acompañados de la permanente autorreflexión de las prácticas docentes en las ciencias.

2. Materiales y métodos

En este trabajo comunicamos un análisis preliminar del contenido de las respuestas a dos foros de debate que forman parte del tratamiento de contenidos de dos cátedras en las que el equipo docente comparte el desempeño de la docencia universitaria: Política, Organización y Gestión Educativa y Teoría de la Educación, correspondientes a los planes de estudios vigentes en los profesorado de Ciencias Biológicas, Física, Matemática y Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Uno de los foros propuso intercambios acerca de la Educación Inclusiva, tema que consideramos de relevancia y que en los planes de estudio de los profesorado no se encuentra incluido. Los intercambios que analizamos en el Foro Educación Inclusiva representan a los que produjeron en el dictado de las materias en los años 2020 y 2021, durante la implementación de mediaciones tecnológicas en la continuidad académica de la educación remota de emergencia. Desde allí, indagamos los desafíos de la educación inclusiva, desde la perspectiva de la discapacidad, para la enseñanza de las ciencias exactas y naturales en el contexto escolar. El otro foro planteó interacciones en torno a la Perspectiva de Género, donde nos propusimos identificar las diferencias de

oportunidades en el acceso al campo de la ciencia conforme a las diferencias de género. Las respuestas al Foro “Sexismo en el currículum, efecto No más Matildas” pertenecen a interacciones del año 2022 y 2023. Exploramos en este debate las huellas de sexismo en los diseños curriculares recorriendo la consigna “no más Matildas”. El primero de los foros se desarrolló en el marco de la cátedra Política, Organización y Gestión Educativa y el segundo en el de Teoría de la Educación.

El criterio de selección de contenido desde el cual planteamos el foro sobre “educación inclusiva” estuvo relacionado con la legislación actual y las políticas educativas de inclusión. Así, las preguntas abiertas y disparadoras de la discusión consistieron en: ¿Qué implica una educación inclusiva? ¿Cuál es el enfoque de la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD)? y ¿de la ley de Educación Nacional respecto a la inclusión? ¿Cuál es la importancia de propiciar espacios inclusivos en la educación? ¿Cómo repercute esta situación en la sociedad? ¿Por qué es importante que sea aplicada en todos los niveles de educación, previstos por la ley de Educación Nacional? En ese menú de interrogantes, uno que apelaba al posicionamiento e identidad docente fue: ¿Qué desafíos implica para vos, como futuro/a docente de una disciplina científica, la educación inclusiva? (Figura 1).



Figura 1. Consigna Foro de debate “Sexismo en el currículum, efecto No más Matildas”

Mientras que el criterio para trabajar en el foro sobre perspectiva de género que llamamos “Sexismo en el currículum, efecto No más Matildas” fue la ruptura con una concepción androcéntrica del conocimiento. El debate que propusimos se abordó mediante una primera ronda de intercambios: ¿de qué manera consideran que la enseñanza de las ciencias debe contribuir a romper con una “concepción androcéntrica del conocimiento”? En una segunda ronda, solicitamos seleccionar la publicación de un/a compañero/a para realizar un aporte a partir de las ideas desarrolladas por autoras referentes de la perspectiva, según una elección de la cátedra: Manso (2017) y/o Maffia (2016) y/o Zelaquett (2012). Se sugirió elegir una cita breve que puedan poner en relación con la reflexión del compañero/a (Figura 2).



Figura 2. Consigna de Foro de Debate “Educación Inclusiva”

3. Resultados y Discusión

Cuando en el equipo de cátedra nos detuvimos a reflexionar con autores/as del campo de la Pedagogía de la Formación, en la propuesta formativa general en los profesorado en Ciencias Exactas y Naturales de la UNMdP (Matemática, Física, Química y Ciencias Biológicas o Biología) advertimos que la cantidad de asignaturas del campo de pedagógico, el peso en la carga horaria de cada una, la ubicación que tienen en el plan de estudios, el régimen de correlatividades, entre otros aspectos, dan indicios de la supervivencia de una

tradición académica/cista (Davini, 1995; Diker y Terigi, 1997 en Sanjurjo, 2002) que mantiene la suposición en la garantía que da el “dominio del saber disciplinar” enciclopédico, frente al saber pedagógico del docente en formación. “...Una de las contradicciones de este enfoque es que enfatiza por un lado la formación científica del docente en el contenido a enseñar, postulando por otro una formación artesanal en lo pedagógico...” (Sanjurjo, 2002). Para Ferry (1990) resulta así en un modelo de formación centrado en las adquisiciones, pues la óptica desde la que se establece una vinculación posible entre teoría y práctica, es la de la “aplicación” de la teoría sobre la práctica. Desmontar esta racionalidad técnica, donde la práctica es una aplicación de la teoría nos habilita la posibilidad de pensar desde una racionalidad práctica, que permite ir resolviendo problemas prácticos y reconstruyendo los esquemas teóricos, en un permanente ejercicio reflexivo sobre la propia práctica. Para adoptar esta racionalidad, se adscribe, además, a una perspectiva práctica del currículum que comprende todas las experiencias que se llevan a cabo en el marco del aula universitaria y no sólo de aquello que se plasma en un plan de estudios, un programa o un Plan de trabajos docente (PTD).

Sentidos acerca de la Educación inclusiva

Somos docentes formadoras en cuatro carreras de profesorado universitarios y nos vimos en la necesidad de incorporar la temática de la educación inclusiva, porque si bien no se encontraba establecida en los programas universitarios, era imperante que se trabajara, ya que hoy por hoy las aulas son lugares heterogéneos, donde se busca incluir a todos y todas por igual (Senger et al., 2016).

En algunas de las respuestas de los/as estudiantes en el foro “Educación inclusiva” encontramos ciertas coincidencias que pueden considerarse sentidos comunes que expresa el estudiantado de los profesorado en Ciencias Exactas y Naturales. De esta manera, a partir de una revisión de las opiniones en el Foro Unidad 4 “Educación Inclusiva” pudimos advertir que:

✓ Los/las estudiantes detectaron la diversidad como parte fundamental de la implementación del modelo de inclusión vigente en los sistemas educativos. En este sentido, podemos decir que la diversidad es una categoría “viajera”, la cual se adapta a diversos contextos de indagación. Por lo que, en la investigación educativa el espacio áulico

diverso advierte y atiende a las necesidades específicas de cada estudiante:

“La idea es que se valore la diversidad y que se construya en base a ella, en lugar de erradicarla tratando de normalizar y homogeneizar a la sociedad, así podemos llegar a una sociedad más justa” (opinión de estudiante en el foro).

✓ La relevancia del conocimiento acerca de la inclusión en la formación inicial en sus carreras. En este sentido, encontramos un potencial hallazgo acerca de una necesidad concreta por parte de los/las docentes en formación, quienes detectan la carencia de conocimientos acerca de la temática en sus carreras de grado. Esto no permite reflexionar acerca de la posibilidad de modificaciones en el plan de estudios que vincule las actualizaciones en los enfoques sobre discapacidad con los objetivos de cada profesorado, con lo cual podemos manifestar que, los contenidos acerca de la inclusión en espacios educativos deben ser considerada como una enseñanza urgente en las materias del profesorado:

“Para terminar, como docente considero que justamente este es un tema que me parece muy importante al momento de entrar al aula, más que nada porque siento que durante mi paso por la educación no fue un tema que se tuvo en cuenta y quizás le hubiera facilitado su paso por la educación a varios compañeros. Creo que es importante tener en cuenta la diversidad de alumnos a las que uno se enfrenta cuando se ingresa al aula, demostrar interés sobre cada uno, tomarse el tiempo de escucharlos y además aplicar técnicas pedagógicas innovadoras para que cada uno pueda encontrar la forma que le es más dinámica para aprender” (opinión de estudiante en el foro).

✓ La existencia de una distancia entre las propuestas de las leyes y la concreción de las mismas en el territorio escolar:

“La legislación vigente busca una situación ideal dónde todas las personas puedan ingresar, permanecer y egresar del sistema educativo obligatorio. Como docentes debemos comprender la complejidad de la aplicación de estas leyes, que se alejan de la idealidad”.

✓ En cuanto a las emociones, han manifestado incertidumbre, responsabilidad, miedo y coinciden en mencionar la puesta en práctica del enfoque de inclusión como un desafío:

“Creo que uno de los mayores desafíos como futuros docentes, es poder sortear los miedos que conlleva estar al frente de un grupo de estudiantes con capacidades diferentes y encontrar las herramientas que me permita poder enseñar y transmitir a todos, los contenidos particulares de la asignatura que estoy dictando” (opinión de estudiante en el foro)

✓ En la mayoría de las participaciones emerge la categoría de herramientas, entendida como el recurso fundamental para los/as docentes en el sistema educativo:

“Pienso que los desafíos que implica esta educación inclusiva para mí como futura docente es poder generar herramientas de trabajo acordes a las necesidades de cada alumno en particular o que puedan ser amoldadas a sus necesidades. Sin embargo, entiendo que es un proceso acompañado con profesionales como los/as psicopedagogos/as y directivos que brindarán información acerca del alumnado y en función de ese dato sería más “fácil” poder diseñar las clases” (opinión de estudiante en el foro)

✓ Asimismo, la mayoría identifica el abandono del modelo educativo homogeneizador a partir de la implementación del enfoque inclusivo. Con esto, entendemos que los/as estudiantes han podido realizar un análisis comparativo acerca de los diversos paradigmas sobre discapacidad en el ámbito escolar:

“La educación inclusiva implica un gran cambio de paradigma. Pasando de una educación que busca homogeneizar y normalizar a los alumnos y donde los chicos con discapacidad no pueden adaptarse, a un modelo de educación en donde se acepta la diversidad y se busca la igualdad de posibilidades para todos, ya no se discrimina a quienes tienen una discapacidad. Y para este cambio es necesario no solo la modificación de la currícula, sino también de la infraestructura de los colegios” (opinión de estudiante en el foro)

Remitimos el análisis de los sentidos que relevamos en los intercambios en el foro a la Ley de Educación Nacional (26206), la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad (Ley 26378) y la Resolución de la DGCyE N° 1664/2017. Tomamos como eje de comprensión a la educación inclusiva, a la cual consideramos como el medio para hacer efectivo el derecho universal a la educación para las personas con discapacidad.

Cuando revisamos algunos rasgos característicos de la educación inclusiva, encontramos que, en primer lugar, debemos decir que la misma implica una visión diferente de la educación basada en la diversidad y no en la homogeneidad, en segundo lugar se preocupa por identificar y minimizar las barreras que enfrentan los y las estudiantes tanto en el acceso como en la permanencia de la escuela de nivel y, finalmente, es un proceso que nunca finaliza ya que implica un cambio profundo tanto de los sistemas educativos como de la cultura escolar.

Otro punto importante que sumamos al análisis fue la diferenciación entre integración e inclusión, ya que a menudo se los considera sinónimos, pero paradigmáticamente no lo son. La integración promueve la escolarización de personas con discapacidad en las escuelas comunes, siempre y cuando se adapten tanto a los métodos de enseñanza y organización educativa. En cambio, el principio de inclusión educativa propone una reestructuración del sistema de educación común de modo tal de poder recibir a todos y todas por igual, reconociendo, aprovechando y valorando las diferencias.

Normativamente, nuestro sistema educativo se rige por la Ley de Educación Nacional (26206) y en provincia de Buenos Aires nos corresponde la Ley 13688, ambas se rigen por el principio de inclusión educativa que se compromete a:

“brindar a las personas con discapacidades, temporales o permanentes, una propuesta pedagógica que les permita el máximo desarrollo de sus posibilidades, la integración y el pleno ejercicio de sus derechos” (art. 11 inciso n LEN)

Además, la Argentina en el año 2008 incorporó a su legislación la Convención Internacional de los Derechos de las Personas con Discapacidad (Ley 26378) la cual goza de jerarquía suprallegal mediante

Ley 27044/14 y cuyo propósito es el de promover, proteger y asegurar el goce en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos y libertades individuales de las personas con discapacidad, todo ello bajo el principio de no discriminación dispuesto en el artículo 3 de la Convención de los Derechos de la Personas con Discapacidad. En el año 2016 el Consejo Federal de Educación aprobó el documento Anexo I "Promoción, acreditación, certificación y titulación de los estudiantes con discapacidad" y los anexos II, III y IV que forman parte de la Resolución 311 y que entre otras cuestiones nos habla de la prohibición de la permanencia en sala de cinco de alumnos y alumnas con discapacidad, debiendo ingresar todos por igual a los seis años en primer grado de la educación primaria como así también se prohíbe cualquier tipo de discriminación tanto en el acceso, permanencia y egreso de cualquier nivel educativo obligatorio a estudiantes con discapacidad, permitiendo su titulación al igual que el resto de los y las estudiantes sin discapacidad. En la jurisdicción de la Provincia de Buenos Aires contamos con la Resolución 1664/17 que versa sobre inclusión educativa, distinguiéndola de la integración:

"la concepción de inclusión se diferencia respecto de la integración toda vez que la inclusión educativa, como derecho contiene a todos los sujetos por lo cual requiere de dispositivos institucionales y áulicos a través de los cuales se pone en acto "una enseñanza para todos", mientras que la integración escolar es una de las estrategias disponibles para sostener la inclusión educativa de un sujeto en situación de discapacidad cuando este lo requiere"

Sentidos acerca del Género y el Sexismo en la escolaridad

Cuando diseñamos el contenido de este foro consideramos importante abordar esta temática en virtud de la desigualdad de género que existe hoy día en nuestra sociedad y más aún, en las carreras con orientación en ciencias exactas, donde el rol de la mujer ha sido invisibilizado durante años.

Tomamos como marco de la argumentación el fenómeno "No más Matildas" en honor a Matilda Joslyn Cage, la cual fue la primera activista en denunciar el no reconocimiento de las mujeres científicas, cuyo trabajo se atribuía a colegas masculinos. Allí nos enfocamos en trabajar

categorías como patriarcado/feminismo y dicotomías haciendo referencia a lo masculino y femenino, en la columna de lo masculino encontrábamos referencias a lo objetivo, racional, universal, abstracto, público, hechos, mente, literal y del lado de enfrente, desde lo femenino, vimos que se asociaba con lo subjetivo, particular, emocional, concreto, privado, valores, cuerpo y metafórico.

Siguiendo a Maffia (2016), asumimos que el feminismo implica la aceptación de tres principios: uno descriptivo que establece que en todas las sociedades las mujeres están peor que los hombres, otro prescriptivo que afirma que no es justo que sea así, y finalmente uno práctico que implica que tanto varones como mujeres pueden hacer lo que esté a su alcance para impedir y evitar que las desigualdades continúen reproduciéndose.

El género constituye una forma esencial para la organización de las relaciones sociales dentro de una sociedad, siguiendo a Harding (1996) en todas las culturas hay una revalorización de lo masculino por sobre lo femenino. Esto no escapa al conocimiento científico, ya que existen argumentos de epistemologías tradicionales que califican de pseudociencia a las epistemologías feministas. Zelaquett (2012) establece que:

"las epistemologías feministas se localizan en una doble matriz que contiene, por un lado, un programa cognitivo orientado a conocer la realidad, pero al mismo tiempo desmantelando las estructuras patriarcales que la ciencia moderna reproduce en su normatividad reguladora, y mediante las cuales continúa posicionando a las mujeres y a otras alteridades portadores de marcas como la clase o la raza, en lugares subalternos (Zelaquett, 2012: 48)"

Como ya mencionamos desde la cátedra de Teoría de la Educación propusimos un foro a los/las estudiantes donde se pudiera analizar cómo la enseñanza de la ciencia podía cooperar en romper con la concepción androcéntrica del conocimiento. De sus intervenciones surgieron cuestiones interesantes que a continuación compartiremos:

✓ Se hace mención a la importancia de visibilizar los éxitos en el campo científico para que las niñas crezcan con referentes que las impulsen a una carrera científica. Esto tiene una lógica marcada en el principio de identificación, ya que como pudo observarse en el material de Maffia (2016) que se

trabajó desde la cátedra, el ámbito científico se encargó de invisibilizar a las mujeres otorgando sus logros y descubrimientos a los varones:

“Una reflexión que ya tenía de antes y que se refuerza luego de los videos y las clases es que si uno no muestra los éxitos (tanto en el ámbito científico como en el no científico) de las mujeres es poco probable que luego las niñas tengan a alguien referente en quien apoyarse o reflejarse. La mayoría crecemos teniendo figuras masculinas en muchas de las temáticas, por no decir en todas, ocultando muchos logros femeninos” (opinión de estudiante en foro)

“Ninguna pretensión de universalidad puede prescindir de la mitad de la humanidad”. Históricamente, la mujer ha sido desplazada del mundo científico y tenemos la oportunidad de aportar para cambiarlo. Como dice Nico, informando a nuestros alumnos y alumnas podemos inspirarlos para que ellas también se dediquen a la ciencia. Así, como dice Maffia (2016), dejaríamos de prescindir de la mitad de la humanidad, logrando acabar con una concepción androcéntrica del conocimiento. Aunque lograr la universalidad es algo pretencioso, estaríamos mucho más cerca” (opinión de estudiante en foro)

✓ Por otro lado, se propuso que para romper la mirada androcéntrica de la educación se necesitan docentes críticos que colaboren en la reflexión de estas temáticas con sus alumnos/as:

“Creo que la forma en la que la enseñanza de las ciencias debe contribuir a romper la concepción androcéntrica del conocimiento puede lograrse de muchas formas. Como docentes primero debemos fomentar e incentivar tanto al pensamiento crítico como a la reflexión de nuestros alumnos, también debemos justamente visibilizar a los logros femeninos dentro de los ámbitos científicos contextualizándonos ya que es muy importante conocer el contexto histórico y social; poder visibilizar y conocer mujeres científicas es una forma de inspiración, sensibilización y de derribo de la concepción androcéntrica para todas las personas pero por sobre todo para las futuras generaciones” (opinión de estudiante en foro)

“Coincido con que es indispensable fomentar el pensamiento crítico, invitar a nuestros estudiantes y a nosotros mismos a cuestionar los supuestos de conocimiento que están tan fuertemente establecidos, las formas legitimadas de adquirir ese conocimiento, las lógicas detrás, las instituciones que sostienen esas construcciones” (opinión de estudiante en foro)

✓ Se hace hincapié que la ciencia que hoy en día se enseña, debe contribuir a un paradigma de igualdad, donde el talento no se encasille por el género, esto da lugar a deconstruir estereotipos para hacer del espacio científico uno más democrático:

“[...] la identidad del investigador es irrelevante para los resultados dado que el método científico por sí mismo puede suprimir las diferencias que surjan en el caso de que los investigadores sean negros, chinos, franceses, hombres o mujeres” (Zelaquett, 2012) Elegí esta cita ya que aparece el mismo pensamiento de mi compañera sobre cortar la idea de que el saber científico es para pocos. ¿Por qué el género, el color de piel o la nacionalidad definiría qué tanto uno puede o no involucrarse en la ciencia?

El empirismo feminista sostiene que este androcentrismo puede corregirse promoviendo una mayor participación de las mujeres en la ciencia mientras que las epistemologías tradicionales ignoran la existencia de este debate” (opinión de estudiante en el foro)

✓ En el debate apareció en varias de las intervenciones la necesidad de cambiar ese pensamiento androcéntrico desde la educación:

“Siguiendo las ideas de Maffia (2016), debemos asumir el compromiso de hacer todo lo que esté a nuestro alcance en nuestro futuro rol docente para lograr erradicar todas estas cuestiones de machismo en estos entornos. Como futuros docentes somos referentes claves para los estudiantes, todo lo que digamos y hagamos dentro de un aula puede afectar fuertemente en sus decisiones futuras y en su vida personal, con lo cual es muy importante desde nuestro lugar no seguir traspasando específicamente pensamientos, como dice Aylene, en cuanto a que el saber científico es algo para unos pocos” (opinión de estudiante en foro)

✓ Se identifican que existen estereotipos masculinos y femeninos que hacen al reconocimiento o no de las mujeres en la ciencia. Toman como ejemplo a la científica Marie Curie que según descripciones de la época tenía un carácter semejante al comportamiento masculino, lo cual llevó a su reconocimiento mundial. En palabras de un estudiante, afirma:

“Madame Curie fue una científica del campo de la física y de la química que ganó dos premios nobel en distintos campos, siendo no solo la única mujer sino la única persona en contar con este logro. Sin embargo, aunque sus logros son más que merecedores, siempre me pregunte porque a ella se la reconoce y a otras mujeres no, porque ella ganó el Nobel, pero a Rosalind Franklin (por nombrar alguna) se la dejó de lado y no se la tomo en cuenta a la hora de recibir el conocimiento que se merecía [...] si analizamos como se la describía a Madame Curie no encontraremos en estas dicotomías, conceptos asociadas a las mujeres que estén asociados a la imagen de Curie, sino todo lo contrario. Se la asocia con los conceptos masculinos y deseados cuando se habla de un científico. No es casualidad que una de las pocas científicas de reconocimiento mundial tenga una imagen tan alejada a lo que se cree estereotípicamente de una mujer y que se la haya aceptado en un mundo de hombres, ya que carece de todas estas características que se asocian a las mujeres” (opinión de estudiante en foro)

✓ Una visión de universalidad en la ciencia debe fomentar la colaboración e intercambio de conocimientos sin importar el género:

“La enseñanza de las ciencias debe contribuir a romper con esta concepción androcéntrica del conocimiento mediante la promoción de la equidad de género. Esto implica destacar y valorar los logros y las contribuciones de las mujeres en la ciencia, así como desafiar los estereotipos de género presentes en el currículo científico. Además, se debe fomentar un ambiente inclusivo y seguro en el aula, donde todas las voces y perspectivas sean respetadas y valoradas”

“El aporte de una perspectiva femenina que ha sido invisibilizada a lo largo de la historia

permitirá reconstruir un legado científico. Además, posibilitará mostrar una mirada más universal dentro de la ciencia, como dice Maffia (2016) en la siguiente cita: “Ninguna pretensión de universalidad puede prescindir de la mitad de la humanidad”. Una visión de universalidad en la ciencia debe fomentar la colaboración e intercambio de conocimientos sin importar el género” (opinión de estudiante en foro)

4. Conclusiones

Nos interrogamos acerca de: ¿cuáles son los conocimientos necesarios para ser profesor/a en ciencias?, ¿cómo se introducen nuevos saberes para fortalecer la práctica profesional docente?, ¿cómo se desnaturaliza en la formación los preconceptos sobre género y discapacidad, enseñanza y ciencia?

Nos preguntamos insistentemente por la formación inicial de profesores y profesoras en ciencias exactas, naturales y experimentales sobre temáticas vinculadas a la inclusión, la diversidad, el género, la discapacidad y las representaciones teóricas y sociales que circulan y son adquiridas en su trayectoria formativa dentro de la Universidad. ¿Cuáles son las buenas estrategias didácticas reconocidas para pensar en nuevos sujetos de aprendizaje? y con ello su permanencia y promoción, y el papel crítico de los diseños curriculares de la formación docente en todo este proceso.

Sin dudas, el proceso de formación docente implica la relación con otros y, en esa relación aparecen supuestos, creencias, pensamientos elaborados en otros ámbitos de sus vidas que suelen aparecer más claramente en momentos de reflexión y debate.

La cuestión de la inclusión educativa puede presentarse con distintas significaciones para los diferentes actores del proceso. Respecto a los planes de estudio planteamos tensiones en los mecanismos de revisión y actualización en tanto que las temáticas de inclusión, derechos, diversidad y discapacidad, entre otros, puede aparecer al final del trayecto formativo o en simultáneo, desde la alternativa de un modelo formativo en el cual se incorporan los saberes y conocimientos pedagógicos a la par de los disciplinares. Aunque esto no garantiza que la formación sea integral y que acerque a los docentes

en formación a las complejidades del espacio escolar.

5. Agradecimientos

Agradecemos a las/os estudiantes que a lo largo del último lustro cursaron las asignaturas a nuestro cargo y contribuyeron desde sus producciones a problematizar y reflexionar críticamente sobre nuestras prácticas de enseñanza en la formación de formadores.

6. Referencias

- Davini, C. (1995). La formación docente en cuestión. Políticas y pedagogía. Buenos Aires, Paidós.
- Diker, G. y Terigi, F. (1997). *La formación de maestros y profesores. Hoja de ruta*. Buenos Aires, Paidós.
- Ferry, G. (1990). *El trayecto de la formación. Los enseñantes entre la teoría y la práctica*. México, Paidós.
- Harding, S. (1996). *Ciencia y Feminismo*. Morata, Madrid.
- Maffia, D. (2016). *Contra Las Dicotomías: Feminismo y Epistemología Crítica*. Instituto Interdisciplinario de Estudios de Género. Universidad de Buenos Aires.
- Archivo PRISMA. (17 de junio 2017). AV-3571 Argentina Doc. Juana Manso. Detrás de las palabras. [Archivo de Vídeo]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=Tph_TeGiZgQ.
- Sanjurjo, L. (2002). La formación práctica de los docentes. Reflexión y acción en el aula- Rosario, Homo Sapiens
- Senger, M.; Patat, M. y De Marco, N. (2016). La práctica docente en la formación inicial de los profesorado en ciencias: tramas normativas que introducen cambios en la organización y la gestión de las escuelas a favor de los derechos, la igualdad y la inclusión". 1° Jornadas sobre "Las prácticas docentes en la universidad pública: Transformaciones actuales y desafíos para los procesos de formación". UNLP
- Zelaquett, C. (2012). Ciencia y género: lo legítimo y lo bastardo en epistemología científico-social. Disponible en: www.izquierdas.cl, 12, abril 2012, ISSN 0718-5049, pp. 26-51.
- Zimmerman, B.J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. En M. Boekaerts, P.R. Pintrich y M. Zeidner (Eds.) *Handbook of self-regulation* (pp. 13-40).
- Ley N° 26206/06. Ley de Educación Nacional. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley-de-educ-nac-58ac89392ea4c.pdf>
- Ley N° 13.688/07. Ley de Educación Provincia de Bs. As. Disponible en: [LEY 13688 \(abc.gob.ar\)](http://abc.gob.ar)
- Ley N° 27044/14: otorga jerarquía constitucional a la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD). Disponible en:

<https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=239860>

Ley 26.378/14: aprueba Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Disponible en: Convención Sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. Ley 26378 | Argentina.gob.ar

Res. gba 1664/17: "Educación Inclusiva de Niñas, Niños, Adolescentes, Jóvenes y Jóvenes-Adultos con Discapacidad en la Provincia". Disponible en: Sistema de Información Normativa y Documental Malvinas Argentinas - Resolución 1664/2017 de la Dirección General de Cultura y Educación (gba.gob.ar)



Libерación y actividad antimicrobiana de extracto de limón adsorbido en matrices de PVA/PDMS

María Luján García Fernández¹, Ivana Karina Levy¹, Débora Salustro¹, Daniel Horacio Murgida^{2,3}, Ricardo Martín Negri^{1,3}, María Lelia Saleh Medina^{1,3*}

1. Laboratorio de Materiales Compuestos y Energía (LAMCE), INQUIMAE-CONICET, FCEN-UBA.
2. Laboratorio de Espectroscopía Raman INQUIMAE-CONICET, FCEN-UBA
3. Departamento de Química Inorgánica, Analítica y Química Física, FCEN, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160, CABA, C1428, Argentina.

*E-mail: lmedina@qi.fcen.uba.ar

PALABRAS CLAVES

Encapsulación
Macroporos
Antimicrobianos
Polímeros

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es obtener plataformas para la encapsulación de extracto acuoso de cáscaras de limón que sean no tóxicas y biocompatibles. Los materiales obtenidos (“esponjas”) se caracterizaron mediante análisis termogravimétrico (TGA), espectroscopía infrarroja (ATR-FTIR), calorimetría diferencial de barrido (DSC) y determinaciones de las isotermas de adsorción de N₂. Las investigaciones comprenden estudios cinéticos de liberación de los compuestos encapsulados, analizando los efectos de la composición del material y el medio de liberación. También se evalúa la actividad antimicrobiana del extracto acuoso de limón encapsulado mediante espectroscopía Raman, cristal violeta y espectroscopía UV-visible. Los materiales obtenidos resultaron no tóxicos, presentando estabilidad en agua y a temperaturas moderadas. Además, el extracto de limón encapsulado evidenció la acción antimicrobiana del mismo, previniendo el crecimiento de biofilms. Finalmente, la liberación del mismo depende del tipo y cantidad de entrecruzante empleado.

Release and antimicrobial activity of lemon extract adsorbed on PVA/PDMS matrixes

KEYWORDS

Encapsulation
Macropores
Antimicrobial agents
Polymers

ABSTRACT

The objective of the present work is to obtain platforms for the encapsulation of aqueous lemon peel extract that are non toxic and biocompatible. The obtained materials (sponges) were characterized by thermogravimetric analysis (TGA), infrared spectroscopy (ATR-FTIR), differential scanning calorimetry (DSC) and N₂ isotherm adsorption isotherms. The studies includes kinetic release measurements of the encapsulated compounds, analyzing the effects of matrix composition and release media. The antimicrobial activity of the encapsulated lemon peel extract was evaluated using Raman spectroscopy, violet crystal and UV-Vis spectroscopy. The obtained materials are non-toxic, are stable in water and at moderated temperatures. In addition, the encapsulated lemon extract presented antimicrobial activity, preventing biofilm growing. The release of the extract depend on the type and amount of crosslinker.

1. Introducción

Las cáscaras de cítricos, generadas a nivel domiciliario o industrial, son tratadas principalmente como desechos a nivel mundial. Sin embargo, presentan actividad antimicrobiana y antioxidante, que señalan

un potencial interés en su recuperación para aplicaciones en microbiología y ciencias de materiales (Abdel-Naeem et al., 2022). Los extractos de cáscaras de limón contienen compuestos fenólicos y flavonoides, los cuales son sensibles a radiación UV, pH y temperatura, entre otros factores. Por esta razón, se requiere su

encapsulamiento para protegerlos de las condiciones ambientales. Siguiendo los lineamientos de la química verde (George et al., 2020; Morales et al., 2021), se buscan preparar matrices de encapsulamiento que sean biocompatibles y no tóxicas. El ácido polivinilalcohólico (PVA) es un buen candidato que cumple con tales requisitos. Con el fin de aumentar su estabilidad, se suelen agregar entrecruzantes. El entrecruzante más ampliamente empleado es el glutaraldehído, pero presenta algunos problemas de toxicidad. Una alternativa es emplear ácidos carboxílicos que reaccionen con los grupos -OH de distintas cadenas, uniéndolas. Si bien el entrecruzamiento provoca un aumento de la estabilidad en agua, para poder aumentar aún más la vida útil se lo puede recubrir con un polímero hidrofóbico como polidimetilsiloxano (PDMS). El PDMS es no tóxico y posee buenas propiedades mecánicas. Por lo tanto, en el presente estudio se busca encapsular extracto acuoso de limón en esponjas de PVA, incorporando agentes entrecruzantes verdes y PDMS con el fin de aumentar la estabilidad de las esponjas, y analizar el efecto antimicrobiano utilizando *Pseudomonas protegens* como sistema modelo (denominada previamente *P. fluorescens*). Esta bacteria se eligió por poder desarrollar biofilm tanto en superficies abióticas como bióticas (O'Toole y Kolter, 1998; Ueda y Saneoka, 2015). Si bien se ha demostrado el efecto antimicrobiano de extracto de limón sobre algunas cepas de *P. fluorescens*, no se ha explorado el efecto del extracto encapsulado en matrices.

2. Materiales y métodos

Materiales

Alcohol polivinílico (30-70 kDa, 87% hidrolizado PVA) fue adquirido en Sigma-Aldrich. Hexano, ácido cítrico

y ácido málico son de Biopack (Argentina). Los limones se adquirieron en tiendas comerciales de Buenos Aires, Argentina. La base y el entrecruzante de PDMS Sylgard 184 se obtuvieron de Dow Corning Corporation. Todas las soluciones acuosas fueron preparadas en agua bidestilada.

Preparación de extracto de limón

Las cáscaras de limón se lavaron con agua corriente y se secaron. 40 g de las mismas se añadieron a 100 mL de agua bidestilada. La mezcla se hirvió durante 3 horas a presión atmosférica. El extracto acuoso amarillo obtenido se filtró y congeló a -20 °C hasta su uso.

Preparación de esponjas

La preparación de las esponjas de PVA está basada en el trabajo de Nisola et al. (2015). Inicialmente, el PVA se disolvió en agua o extracto de limón a 90 °C en concentración 6% m/m durante 6 horas. La solución obtenida se llevó a temperatura ambiente y se agregaron ácido cítrico o málico en concentración 10, 30 and 50 %m/m respecto a PVA. La solución obtenida se agitó hasta obtener una espuma estable. Finalmente, se llevó la misma a criodesecación en un equipo Christ Alpha 1-2 durante 24 horas.

Recubrimiento de las esponjas con PDMS

Por cada 0.3 g de esponja se sumergieron en 2 g de una mezcla hexano/agente entrecruzante/base (PDMS) en la relación másica (2:10:1). Luego, se dejaron durante 4 h en vacío. Las esponjas se escurrieron y secaron a 60 °C durante 3 horas para favorecer el entrecruzamiento de las cadenas de PDMS. Un esquema del procedimiento general se muestra en la Figura 1.

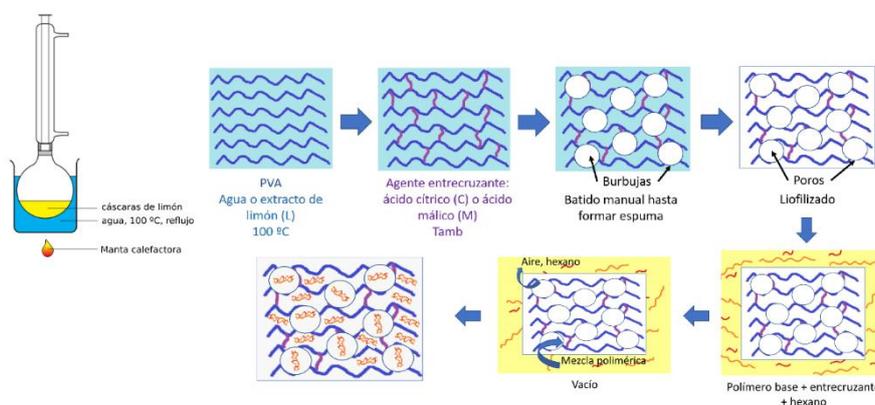


Figura 1. Esquema de la preparación de las esponjas de PVA recubiertas con PDMS

Código de muestras

Tabla 1. Código de muestras indicando los componentes de cada una de las esponjas recubiertas con PDMS

Código	Ácido carboxílico	Extracto de limón
PVAR	-	-
PVALR	-	✓
CXR	Ácido cítrico	-
CLXR	Ácido cítrico	✓
MXR	Ácido málico	-
MLXR	Ácido málico	✓

Caracterización

Las muestras se caracterizaron por ATR-FTIR (Nicolet 8700) acoplado a un accesorio Smart Orbit con cristal de diamante y reflexión simple horizontal. Se realizaron estudios de microscopía electrónica de barrido (SEM, Quanta 250 FEI). Los análisis termogravimétricos se obtuvieron en un TGA Shimadzu TGA-51. El ángulo de contacto de una gota de agua sobre la superficie (WCA) se determinó en un analizador Krüss DSA25E. Las isothermas de adsorción-desorción de N₂ se midieron en un sortómetro ASAP 2020 (Micromeritics). Se estudió la cinética de desorción de los compuestos adsorbidos mediante espectrofotometría UV-Vis en un equipo Shimadzu 3100.

Cinéticas de liberación del extracto

Se cortaron prismas de (0.5 x 0.5 x 0.1) cm (0.3 g) de esponjas con extracto de limón recubiertas con PDMS y se sumergieron en 20 ml de agua bidestilada. Se tomaron alícuotas a 1, 2, 6 y 24 horas y se midió el espectro en el rango 250-600 nm. El porcentaje de liberación de extracto de limón (“% Release”) se calculó según la ecuación 1:

$$\% \text{ Release} = 100 \times \frac{A_{\lambda_{\max}}^C(t)}{A_{\lambda_{\max}}^{NC}(24 \text{ h})} \quad (1)$$

donde $A_{\lambda_{\max}}^C(t)$ es el máximo de absorbancia a tiempo t a 317 nm de la solución en contacto con esponja con extracto de limón recubierta con PDMS, mientras que $A_{\lambda_{\max}}^{NC}$ corresponde al máximo valor de absorbancia a 317 nm medido luego de 24 horas de contacto de la solución con la esponja sin recubrimiento de PDMS.

Para la cinética de liberación se empleó el modelo Korsmayer-Peppas (Peppas y Sahlin, 1989):

$$\% \text{ Release} = A \times t^n \quad (2)$$

donde el parámetro A , corresponde a la constante cinética relacionada con las propiedades del sistema de liberación y de la sustancia encapsulada y n es el exponente de liberación difusional que depende del tipo de transporte, geometría y polidispersión del soluto (Bhagya Raj y Dash, 2022; Rezaei et al., 2016).

Evaluación de actividad antimicrobiana

Se realizaron ensayos de prevención colocando los materiales (0,5 x 0,5 x 0,1 cm) con 1 ml de medio de cultivo LB en presencia de inóculo (OD 0,1) durante 24 h a temperatura ambiente. La acción antimicrobiana se evaluó por la técnica de cristal violeta (CV) y por espectroscopía Raman. Mediante CV se pudo determinar el porcentaje de prevención (%BP) observado en los materiales con el extracto, respecto al material sin el extracto de cáscaras de limón:

$$\%BP = \left(1 - \frac{A_{LI} - A_{LLB}}{A_{BI} - A_{BLB}}\right) \times 100 \quad (3)$$

donde ALI es el máximo de absorbancia de la muestra con esponja que contiene extracto de limón e inóculo, $ALLB$ es el máximo correspondiente la misma muestra, pero en ausencia de inóculo. Por su parte, ABI es la absorbancia de muestra sin extracto de limón y con inóculo y $ABL B$ es de la muestra sin extracto y sin inóculo.

La técnica de espectroscopía Raman se empleó para analizar cualitativamente la superficie de las esponjas. Además, se midió la densidad óptica a 600 nm en el medio en el cual se sumergieron las esponjas.

3. Resultados y Discusión

Los resultados presentados en este trabajo es parte del estudio más completo realizado por García Fernández y colaboradores (2024).

Caracterización

Los espectros ATR-FTIR permitieron confirmar la presencia del entrecruzante y el recubrimiento con

PDMS (Figura 2). Se observó una banda ancha a $\sim 3400\text{ cm}^{-1}$ correspondiente a grupos -OH que pueden formar puentes de hidrógeno, la cual disminuye en intensidad al agregar entrecruzante, indicando que los mismos reaccionan con los grupos carboxilo de los ácidos agregados.

Simultáneamente, se observó un aumento de la señal a $\sim 1600\text{ cm}^{-1}$ correspondiente al grupo C=O (Kačuráková et al., 2002).

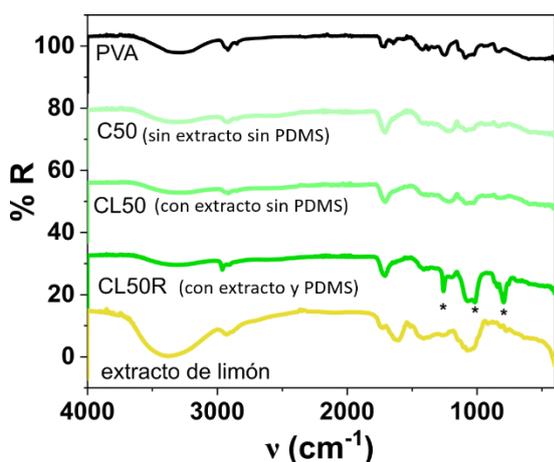


Figura 2. Espectros ATR-FTIR de las esponjas. Los códigos se encuentran detallados en la Tabla 1 y aclarados entre paréntesis en los casos que requieran mayor clarificación.

Las imágenes de SEM (Figura 3) muestran que la superficie de las esponjas que contienen únicamente PVA presenta poros irregulares y rugosidad. Aquellas con PVA y ácido cítrico parecen tener menor rugosidad, pero los poros son similares a los de PVA. Por otra parte, el agregado de extracto de limón aumentó el número y el tamaño de los poros presentes. El recubrimiento con PDMS generó una superficie mucho más lisa y gran parte de los poros se observan obstruidos. Mediante la aplicación del modelo BET a las isotermas de adsorción de N_2 se determinó que las esponjas presentaban macroporos.

Mediante TGA se determinó que las muestras sin recubrir con PDMS presentaron un porcentaje de masa remanente de aproximadamente 3-4 % a $800\text{ }^\circ\text{C}$ (Tabla 2). La adición de ácido málico o cítrico estabiliza la estructura por formación de enlaces éster, dando lugar a mayores porcentajes de masa remanente. El recubrimiento con PDMS incrementó

aún más la masa remanente, dado que quedan restos de SiO_2 .

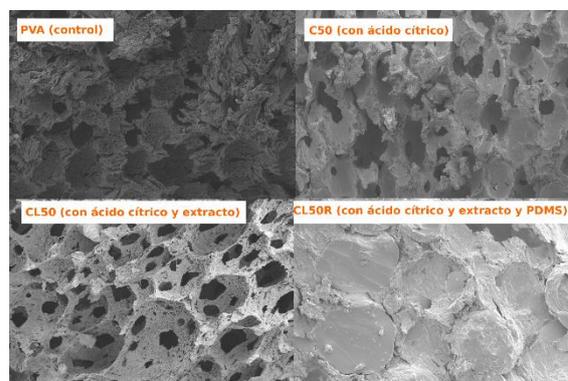


Figura 3. Imágenes SEM de esponjas con distintos tratamientos. Los códigos se encuentran detallados en la Tabla 1 y aclarados entre paréntesis en los casos que requieran mayor clarificación.

La incorporación de extracto de limón genera una disminución en el WCA en esponjas recubiertas con PDMS de cualquier composición (Tabla 2). Esto implica que la cobertura con PDMS no es completa y que parte de los componentes hidrofílicos del extracto de limón quedan en la superficie.

Tabla 2. WCA de esponjas PVA-PDMS

Muestra	WCA
PVAR	91
PVALR	63
C10R	110
CL10R	101
C30R	118
CL30R	111
C50R	89
CL50R	73
M10R	87
ML10R	64
M30R	110
ML30R	59
M50R	106
ML50R	89

La temperatura de transición vítrea (T_g), obtenida por DSC disminuyó con la adición de ácido cítrico en comparación con PVA prístino. La incorporación del ácido cítrico y el extracto de limón disminuyeron aún

más la T_g (Tabla 3). Esta disminución en T_g está relacionada con la disminución de los grupos OH libres debido a interacciones de puente de hidrógeno y formación de enlaces éster, dando como resultado un empaquetamiento de las cadenas de PVA menos eficiente (Liu et al., 2010; Park et al., 2001). La mayor disminución de la cantidad de grupos OH libres en presencia del extracto de limón es una evidencia de que los ácidos carboxílicos del PVA interactúan con los componentes del extracto, como también se observa en el ATR-FTIR (Figura). Las muestras recubiertas con PDMS presentaron un incremento en los valores de T_g con respecto a las no recubiertas, indicio de la mayor estabilidad de las esponjas recubiertas.

Tabla 3. Valores de masa remanente y temperatura de transición vítrea para una serie representativa de muestras.

Muestra	Masa remanente a 800 °C (%)	T_g (°C)
PVA	4	75-110 (Yu et al., 2007; Zulkifli et al., 2019)
C50	13	54
CL50	9	46
CL50R	19	59

Cinética de liberación del extracto

Al estudiar la cinética de desorción de los compuestos encapsulados se observó, por un lado, un aumento del porcentaje de liberación con la disminución de la concentración de ácido cítrico. Por otro lado, se obtuvo una disminución del porcentaje de liberación al emplear un ácido tricarbóxico (cítrico) en comparación con un dicarbóxico (málico) (García Fernández et al., 2024). Al aumentar la concentración de ácido cítrico se favorece la formación de enlaces entre el entrecruzante y las cadenas de PVA frente a los enlaces PVA-compuestos del extracto de limón. De esta forma los compuestos quedan adheridos físicamente a la

esponja de PVA, favoreciendo su liberación. En el caso del ácido málico, al ser un ácido con dos grupos carboxilo (a diferencia del cítrico que tiene tres) la cantidad de grupos carboxilo disponibles para reaccionar con PVA es menor, con lo cual deja más grupos OH de PVA libres para formar enlaces con los compuestos del extracto de limón. De esta forma no se observa una dependencia clara en la velocidad y cantidad de extracto de limón liberado al medio.

Por lo tanto, cuanto mayor sea el valor de A en el modelo Korsmeyer-Peppas (Ecuación 2), mayor será la contribución del modelo difusional de liberación frente al fenómeno de hinchamiento de la esponja. Los valores de n fueron en promedio cercanos o mayores a 0.5, lo que indica que el transporte es puramente de Fick o transporte anómalo (contribución del hinchamiento del polímero a la liberación del soluto) (Peppas y Sahlin, 1989).

Tabla 4. Parámetros obtenidos de las cinéticas de liberación con el ajuste de Korsmeyer-Peppas

Muestra	A	n	R ²
PVALR	3.6 ± 0.1	0.56 ± 0.020	0.9884
CL10R	6.92 ± 0.04	0.513 ± 0.003	0.9999
CL30R	4.90 ± 0.09	0.642 ± 0.006	0.9998
CL50R	11.00 ± 1.00	0.51 ± 0.040	0.9894
ML10R	6.00 ± 0.60	0.56 ± 0.040	0.9944
ML30R	8.00 ± 4.00	0.5 ± 0.200	0.8658
ML50R	4.90 ± 0.30	0.54 ± 0.020	0.9981

Ensayos antimicrobianos

Las señales de espectroscopía Raman correspondientes al biofilm se vieron aumentadas sobre la superficie de las esponjas que no contienen extracto de limón (Figura 4). Al mismo tiempo, las señales de PDMS también se ven incrementadas en la superficie de las esponjas que contienen extracto de limón, por lo que el crecimiento de biofilm sobre este tipo de esponjas es menor.

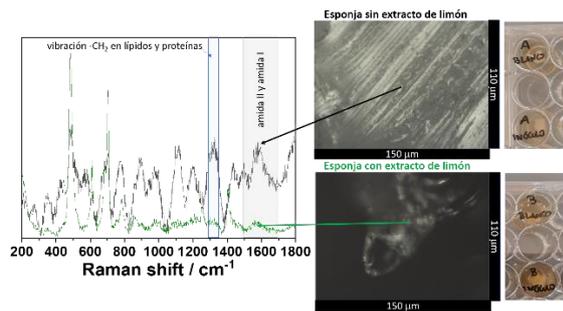


Figura 4. Espectro Raman de esponjas con y sin extracto de limón

Además, en las muestras que contienen 50% de ácido cítrico se observa en dichas muestras una clara baja de la absorbancia a 600 nm en solución, señalando disminución de la concentración de bacterias planctónicas (Figura 5). Esto puede relacionarse con el hecho de que el mayor porcentaje de liberación ocurre en este tipo de muestras.

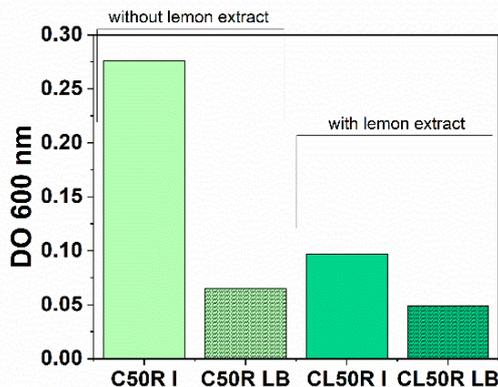


Figura 5. Densidad óptica a 600 nm del medio de cultivo en contacto con esponjas con y sin extracto de limón.

Consistentemente con la caracterización mediante espectroscopía Raman (Figura 6), se observó una disminución en la señal de biofilm en el ensayo de CV en los wells (prevención superior al 95%).

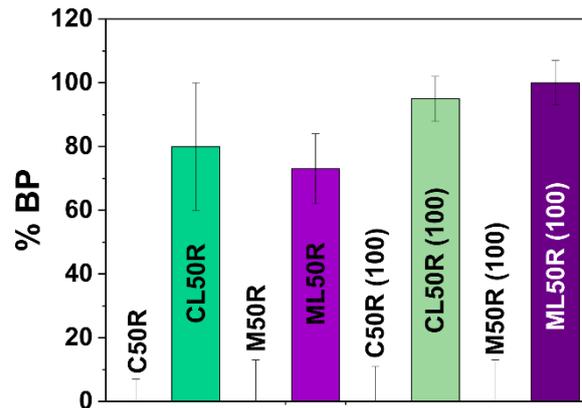


Figura 6. Porcentajes de prevención de crecimiento de biofilm

Los tres análisis (Raman, turbidez y CV) indicaron la acción preventiva antimicrobiana del extracto, tanto de bacterias planctónicas como en el biofilm.

4. Conclusiones

Se obtuvieron esponjas a partir de materiales no tóxicos que presentan estabilidad en agua y a temperaturas moderadas (100 °C). El extracto de limón encapsulado en matrices PVA-PDMS tiene acción antimicrobiana, disminuyendo la concentración de bacterias planctónicas en el medio y previniendo el crecimiento de biofilm. Por otra parte, las características específicas de la cinética de liberación dependen del tipo y proporción del entrecruzante empleado.

5. Agradecimientos

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo y colaboración de diversas instituciones y personas. Agradecemos a UBA, CONICET y MinCyT por el financiamiento. Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a María Claudia Marchi de CMA-FCEN-UBA por la toma de las imágenes de microscopía electrónica y a María Luz Martínez Ricci de INQUIMAE-FCEN-UBA por el acceso al equipo de ángulo de contacto.

6. Referencias

Abdel-Naeem, H. H. S., Elshebrawy, H. A., Imre, K., Morar, A., Herman, V., Pașcalău, R., & Sallam, K. I. (2022). Antioxidant and Antibacterial Effect of Fruit Peel

- Powders in Chicken Patties. *Foods*, 11(3),301. <https://doi.org/10.3390/foods11030301>
- Bhagya Raj, G. V. S., & Dash, K. K. (2022). Microencapsulation of betacyanin from dragon fruit peel by complex coacervation: Physicochemical characteristics, thermal stability, and release profile of microcapsules. *Food Bioscience*, 49, 101882. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101882>
- García Fernández, M. L., Levy, I. K., Salustro, D., Negri, R. M., & Saleh Medina, L. M. (2024). Use of Lemon Peel Extract as Antimicrobial Supported on Eco-friendly Polyvinyl Alcohol/Polydimethylsiloxane Sponges. *Journal of Polymers and the Environment*. <https://doi.org/10.1007/s10924-023-03148-7>
- George, A., Sanjay, M. R., Srisuk, R., Parameswaranpillai, J., & Siengchin, S. (2020). A comprehensive review on chemical properties and applications of biopolymers and their composites. *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, 329–338. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.120>
- Kačuráková, M., Smith, A. C., Gidley, M. J., & Wilson, R. H. (2002). Molecular interactions in bacterial cellulose composites studied by 1D FT-IR and dynamic 2D FT-IR spectroscopy. *Carbohydrate Research*, 337(12). [https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(02\)00102-7](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(02)00102-7)
- Liu, Y., Geever, L. M., Kennedy, J. E., Higginbotham, C. L., Cahill, P. A., & McGuinness, G. B. (2010). Thermal behavior and mechanical properties of physically crosslinked PVA/Gelatin hydrogels. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 3(2), <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2009.07.001>
- Morales, A., Labidi, J., Gullón, P., & Astray, G. (2021). Synthesis of advanced biobased green materials from renewable biopolymers. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 29, 100436. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.100436>
- O'Toole, G. A., & Kolter, R. (1998). Initiation of biofilm formation in *Pseudomonas fluorescens* WCS365 proceeds via multiple, convergent signalling pathways: A genetic analysis. *Molecular Microbiology*, 28(3), 449–461. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2958.1998.00797.x>
- Park, J.-S., Park, J.-W., & Ruckenstein, E. (2001). On the viscoelastic properties of poly(vinyl alcohol) and chemically crosslinked poly(vinyl alcohol). *Journal of Applied Polymer Science*, 82(7). <https://doi.org/10.1002/app.2023>
- Peppas, N. A., & Sahlin, J. J. (1989). A simple equation for the description of solute release. III. Coupling of diffusion and relaxation. *International Journal of Pharmaceutics*, 57(2). [https://doi.org/10.1016/0378-5173\(89\)90306-2](https://doi.org/10.1016/0378-5173(89)90306-2)
- Rezaei, A., Nasirpour, A., Tavanai, H., & Fathi, M. (2016). A study on the release kinetics and mechanisms of vanillin incorporated in almond gum/polyvinyl alcohol composite nanofibers in different aqueous food simulants and simulated saliva. *Flavour and Fragrance Journal*, 31(6),442-447.
- Ueda, A., & Saneoka, H. (2015). Characterization of the Ability to Form Biofilms by Plant-Associated *Pseudomonas* Species. *Current Microbiology*, 70(4), 506–513. <https://doi.org/10.1007/s00284-014-0749-7>
- Yu, H., Xu, X., Chen, X., Lu, T., Zhang, P., & Jing, X. (2007). Preparation and antibacterial effects of PVA-PVP hydrogels containing silver nanoparticles. *Journal of Applied Polymer Science*, 103(1), 125-133. <https://doi.org/10.1002/app.24835>
- Zulkifli, F. H., Hussain, F. S. J., Harun, W. S. W., & Yusoff, M. M. (2019). Highly porous of hydroxyethyl cellulose biocomposite scaffolds for tissue engineering. *International Journal of Biological Macromolecules*, 122,562–571. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.156>



Comparación de nutrientes críticos en panificados dulces alcanzados y no alcanzados por la ley de promoción de la alimentación saludable

Soledad Maribel Barberá^{1*}, Gladys Dip², Emilia Raimondo²

1. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Bernardo de Irigoyen 375, San Rafael, Mendoza, 5600 Argentina.
2. Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Alnte. Brown 52, Luján de Cuyo, Mendoza, 5500 Argentina.

*E-mail: sbarbera@fcai.uncu.edu.ar

PALABRAS CLAVES

Etiquetado nutricional
 Productos de panadería
 Octógonos
 Nutrientes críticos

RESUMEN

La Ley Nacional 27.642: "Promoción de la Alimentación Saludable", alerta a los consumidores sobre los nutrientes críticos que, ingeridos en exceso, pueden dañar la salud. Esta ley establece el etiquetado frontal en alimentos envasados que superen ciertos límites de nutrientes críticos. No obstante, los alimentos vendidos al peso, no industrializados, están exceptuados de esta normativa. El objetivo del presente trabajo consistió en analizar la rotulación diferencial en cuanto al contenido de nutrientes críticos de productos de panadería dulces de consumo masivo alcanzados por la ley, y la comparación con sus homólogos no regulados vendidos al peso. Se analizaron tres productos: Pan Dulce, Galletas de Miel y Facturas tipo Sacramento. En el caso del Pan Dulce, se evaluaron las variables de azúcares añadidos y calorías en muestras industriales y caseras. Para las Galletas de Miel, se analizaron las variables de grasas totales, grasas saturadas, azúcares añadidos y calorías, también en versiones industriales y caseras. En cuanto a las Facturas tipo Sacramento, se evaluaron las mismas variables mencionadas y luego los resultados se compararon con los límites establecidos en la legislación. Los resultados mostraron que, aunque los nutrientes críticos fueron similares entre productos industriales y caseros, la rotulación presentó diferencias significativas.

Comparison of Critical Nutrients in Sweet Bakery Products Covered and Not Covered by the Healthy Eating Promotion Law

KEYWORDS

Nutritional Labeling
 Bakery products
 Stop Signs
 Critical Nutrients

ABSTRACT

National Law 27.642: "Promotion of Healthy Eating," alerts consumers about critical nutrients that, when consumed in excess, can harm health. This law establishes front-of-package labeling for packaged foods that exceed certain critical nutrient limits. However, non-industrialized foods sold by weight are exempt from this regulation. The objective of this study is to analyze the differential labeling regarding the content of critical nutrients in mass-consumption sweet bakery products covered by the law and compare it with that of their non-regulated counterparts sold by weight. Three products were analyzed: Pan Dulce, Honey Cookies, and Sacramento-type Pastries. For Pan Dulce, added sugars and calories were evaluated in both industrial and homemade samples. For Honey Cookies, total fats, saturated fats, added sugars, and calories were analyzed, also in both industrial and homemade versions. For Sacramento-type Pastries, the same variables were evaluated. The results were then compared with the limits established by the legislation. The results showed that, although the critical nutrients were similar between industrial and homemade products, the labeling exhibited significant differences.

1. Introducción

Los hábitos alimentarios se forman a partir de años de relación específica y particular con la comida, a

través de la repetición de actos en cuanto a la selección, la preparación y el consumo de alimentos, los cuales varían de acuerdo con la condición económica, social y religiosa, estableciendo así una relación cultural con los mismos. La malnutrición en todas sus formas es la principal causa de problemas de salud a nivel global. En la actualidad, las Enfermedades No Transmisibles (ENT) representan una de las mayores amenazas para la salud y el desarrollo humano en todo el mundo. Uno de los principales factores de riesgo (FR) de las ENT, es la alimentación inadecuada, junto con el consumo de tabaco, el consumo nocivo de alcohol y la inactividad física. Se estima que 1 de cada 5 muertes a nivel global son atribuibles a una alimentación inadecuada. Solo en 2017 en 195 países, y sin contar la obesidad, se produjeron 11 millones de muertes causadas por dietas inadecuadas (4°ENFR, 2019). Muchos trabajos científicos indican que nuestra alimentación guarda una profunda relación con nuestra salud, así lo indican algunos autores como, por ejemplo, Malik (2010), concluye que el aumento de peso se asocia un mayor consumo de bebidas azucaradas, con desarrollo de síndrome metabólico y diabetes tipo 2. Esto evidencia que la ingesta de bebidas azucaradas debe limitarse para reducir el riesgo de desarrollo metabólico crónico relacionado con la obesidad. De igual modo, Gitanjali (2015) reportó que, si las bebidas azucaradas son modificadas de la dieta, esto puede tener un impacto preventivo sobre la muerte/discapacidad en adultos, en países de ingresos altos, medios y bajos, lo que señala una necesidad urgente de fuertes programas globales de prevención. También, Fung (2009) menciona que el consumo regular de bebidas azucaradas está asociado con un mayor riesgo de enfermedad coronaria en las mujeres, incluso más que otras situaciones de vida poco saludables. Lo citado anteriormente está relacionado al consumo de azúcares, pero también es abundante y contundente la bibliografía que nos marca que la ingesta excesiva de grasa se relaciona con la aparición de algunas enfermedades, como lo indicó la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y Organización Mundial de la Salud (OMS), en 1993 en su consulta a expertos sobre "Grasas y Aceites en la nutrición humana", refiere que el consumo excesivo de grasas en la alimentación se ha relacionado con el aumento del riesgo de obesidad, de enfermedades coronarias, y de ciertos tipos de cáncer. Los mecanismos mediante los cuales se producen estas relaciones son complejos y variados, y, en muchos casos, no se han

comprendido claramente. Los niveles elevados de colesterol sérico y de lipoproteínas de baja densidad (LDL) constituyen factores de alto riesgo de aterosclerosis.

La obesidad es uno de los problemas más alarmantes en la última Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (ENFR) realizada en nuestro país, indicó que 6 de cada 10 adultos tenían sobrepeso y obesidad. El crecimiento de este problema es crítico y tomó la dimensión de una epidemia. A nivel mundial un 20,6% de los niños y niñas entre 5-9 años y un 17,3% entre 10-19 años, tienen exceso de peso. El auto reporte indicó que: el 61,6% de la población tiene exceso de peso (sobrepeso + obesidad), el 34,6% presenta prevalencia de presión arterial elevada, el 28,9% tiene prevalencia de colesterol elevado, y el 12,7% prevalencia de glucemia elevada o diabetes. Mientras que las mediciones objetivas, físicas y bioquímicas, de esta encuesta marcaron que el 66,1% de la población tiene exceso de peso (sobrepeso+ obesidad), el 40,6% tiene presión arterial elevada por mediciones ($\geq 140/90$ mmHg), el 30,7% posee colesterol elevado por mediciones (≥ 200 mg/ dl), que el 8,4% presenta Glucemia elevada o diabetes por mediciones (≥ 110 mg/dl). (MSyDS, 2018), lo que marca claramente un aumento de lo indicado en el auto reporte con respecto a las mediciones objetivas. (4°ENFR, 2019). Miles de millones de personas de todo el mundo están afectadas por ENT, y en todas las etapas de la vida, desde la infancia hasta la vejez. La creciente tendencia al envejecimiento de la población tiene enormes ramificaciones para la prevención y el tratamiento de las mismas. Además, muchas personas podrían morir prematuramente por enfermedades ENT, entre las que se destacan: afecciones cardiovasculares, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y diabetes. Esas cuatro enfermedades se pueden prevenir, en gran medida, con políticas públicas que controlen los cuatro principales factores de riesgo: consumo de tabaco, consumo nocivo de alcohol, dietas malsanas y sedentarismo (O.M.S. 2018). La ENFR forma parte del Sistema de Vigilancia de Enfermedades No Transmisibles y del Sistema Integrado de Encuestas a Hogares (SIEH) y es una herramienta que proporciona información válida, confiable y oportuna sobre factores de riesgo (como consumo de tabaco, alcohol, alimentación, actividad física, entre otros), procesos de atención en el sistema de salud y principales ENT en la población argentina (hipertensión, diabetes, obesidad y otras) (SIEH,

2018). Como se indicó anteriormente, estas enfermedades se pueden prevenir implementando políticas que controlen estos factores de riesgo, por ello, durante el año 2016 se publicaron las Guías Alimentarias para la Población Argentina (GAPA), que establecen los estándares para los contenidos de capacitación en educación alimentaria a diferentes audiencias y para el diseño e implementación de políticas alimentarias, y que además en 2018 fueron acompañadas por un Manual de aplicación, para facilitar la educación nutricional de forma más pedagógica. En este contexto, en el año 2013, se realizó la estrategia de reducción de sodio que comenzó con una iniciativa voluntaria de reformulación de sodio en panificados y otros alimentos procesados, y concluyó con la sanción de la Ley Nacional N°26905, cuya reglamentación N°16 del año 2017 hizo efectiva su incorporación al Código Alimentario Argentino, reduciendo el sodio de 26 artículos del mismo en productos tales como galletitas, bizcochos y similares, fiambres, embutidos, sopas y caldos. Seguido a esto en 2019, el Ministerio de Salud publicó una Guía de Práctica Clínica Nacional sobre Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Hipertensión, ofreciendo recomendaciones basadas en evidencia científica sobre prevención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la Hipertensión Arterial, principalmente en el primer nivel de atención. En el mismo año también se publicó la Guía de Práctica Clínica Nacional sobre Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2. Además de estas acciones a nivel nacional, en el ámbito internacional, en el año 2016 la Organización Panamericana de la Salud (OPS), desarrollo un Perfil de Nutrientes que es una herramienta que se utiliza para clasificar los alimentos y bebidas en base a su composición nutricional identificando aquellos que contienen una cantidad excesiva de azúcares libres, sal, grasas totales, grasas saturadas y ácidos grasos trans. En concordancia con lo que establece la OPS, OMS, y siguiendo las diferentes reglamentaciones alimentarias de países de las Américas y Europa es que en nuestro país se comenzó con el tratamiento y lo que sería luego la aprobación de la Ley. Tal como expresa el Informe del Ministerio de Trabajo y Producción "Rotulado Frontal" del año 2018, el uso de sistemas o modelos de rotulado nutricional en la parte frontal del envase es un tema que produce un interés y una actividad cada vez mayor a nivel mundial, representando un cambio importante desde el suministro hasta la comprensión de esa

información, ya no se ve simplemente como una herramienta de comunicación para garantizar el comercio honesto, sino como una herramienta (entre varias otras) de promoción de la salud y, para la industria alimentaria global, una herramienta de marketing. Más allá de los propósitos de la ley, las etiquetas pueden tener un efecto indeseado a causa, justamente de una interpretación sesgada de éstas. Podría ocurrir que ciertas personas dejen de consumir alimentos con etiquetas que, en realidad, en alguna proporción, sean necesarios para su nutrición. No todos somos iguales y no todos necesitamos las mismas cantidades de ciertos nutrientes que componen los alimentos. (Crespo Azconzábal, 2021). Según el Informe de Rotulado Frontal de la Secretaría de Gobierno de Agroindustria (2018), basado en la Encuesta Nacional de los Hogares (ENGHo) realizada el año anterior, se recopilaron datos sobre el consumo aparente de varios productos. Entre los datos de interés para este trabajo, se destacan los siguientes consumos per cápita anuales:

- Panificación artesanal: 61,8 kg (*)
- Panificados: 3,0 kg
- Panificados dulces: 0,5 kg
- Galletitas y bizcochos: 9,8 kg

(*) La categoría de panificación artesanal incluye el consumo de pan tradicional y otros productos panificados salados, como raspaditas y bizcochos de grasa, entre otros. En nuestro país el consumo de alimentos de venta al peso tiene en la población en general una gran demanda ya sea por razones de economía o culturales. La Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares 2017-2018 (ENGHo) indagó sobre los hábitos de adquisición de alimentos más frecuentes en los hogares. Con relación a la frecuencia de compras, el pan, la carne (vacuna, ovina, cerdo, etc.), frutas y verduras, aves, huevos, quesos y leche, son los alimentos que los hogares declararon mayoritariamente adquirir al menos una vez a la semana. De la totalidad de los encuestados en todo el país, se indica que el 70,1% consume pan al menos una vez por semana y el 50,1% consume galletitas con la misma frecuencia, mientras; que cada 15 días, el consumo de los mismos alimentos baja al 5,7% para el pan y el 19,3% para las galletitas. Sin embargo, un dato importante para destacar es que cuando se les interrogó sobre dónde compraban estos productos el 33,8% lo hacía en negocios especializados, como por ejemplo panaderías, el

6,6% lo hace en kioscos o maxiquioscos y el 2,3% lo obtenía de lugares menos frecuentes como pueden ser, comedores, bares, puestos callejeros o incluso tiendas virtuales (ENGHo, 2018). Sin embargo, dicha ley, se aplica a todo alimento, cualquiera sea su origen, envasado en ausencia del cliente, listo para ofrecerlo al consumidor, quedando exceptuados todos aquellos productos cualquiera sea su composición de nutrientes pero que se expendan de forma suelta o al peso. Es decir, que según los datos obtenidos en la ENGHo del 100% de la población encuestada, el 42,7% obtiene estos alimentos en lugares donde estarán exentos de cumplir con la obligatoriedad del rotulado frontal. Por otro lado, en base al análisis de mercado realizado por Benassati (2021), para determinar la influencia de las declaraciones de propiedades nutricionales en la decisión de compra de alimentos envasados realizada durante el año 2021 en Argentina, los resultados revelaron que la información del envase del alimento (33,7%) no es tan relevante como el precio (64,5%), la familiaridad con el alimento (54,6%), la composición del alimento (49,2%) o la marca (41,3%). Cuanto se quitó el factor precio, el componente del etiquetado más influyente en la decisión de compra fue la fecha de vencimiento (69,1%), seguido por el listado de ingredientes (47,2%), la marca (43,6%) y el contenido de macronutrientes (40,3%).

Así, el 28 de octubre de 2021, se sancionó en Argentina la Ley 27.642: Promoción de la Alimentación Saludable, que se reglamentó para su aplicación por medio del decreto 151 en marzo del año 2022, y se publicó en el boletín oficial de la República Argentina al día siguiente. Luego, en septiembre del mismo año, se incorporó el artículo 226 del Capítulo V del Código Alimentario Argentino (C.A.A.); que establece la obligatoriedad de la declaración del Rotulado Nutricional Frontal en los alimentos y bebidas analcohólicas envasados en ausencia del cliente o de la clienta, a los que en su proceso de elaboración se haya agregado azúcares, sodio, grasas o ingredientes que los contengan, cuando en su composición final las cantidades de azúcares añadidos, grasas saturadas, grasas totales, sodio y/o energía sean iguales o superiores a los límites y condiciones definidos en el presente artículo. Del mismo modo, aquellos alimentos que contengan edulcorantes y/o cafeína deben declarar una leyenda precautoria (C.A.A, 2022). Esta iniciativa busca garantizar el derecho a la salud a través del fomento de una alimentación basada en criterios de

equilibrio y variedad, brindando información nutricional simple y comprensible de los alimentos envasados y bebidas analcohólicas para promover la toma de decisiones asertivas de los consumidores, advirtiendo a los mismos a través de un sistema de sellos octogonales sobre los excesos de nutrientes críticos, favoreciendo así la prevención de la malnutrición en la población y la reducción de enfermedades crónicas no transmisibles (Ley 27.642, 2022). Según el C.A.A., en el art.226 se entiende como Rotulado nutricional a “toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutricionales de un alimento o bebida analcohólica, adherida al envase. Comprende la declaración del valor energético y de nutrientes, así como la declaración de sus propiedades nutricionales”. A su vez, la Ley 27.642, explica que los alimentos y bebidas analcohólicas envasados en ausencia del cliente y comercializados en el territorio de la República Argentina, en cuya composición final el contenido de nutrientes críticos y su valor energético exceda los valores establecidos, deben incluir en la cara principal un sello de advertencia indeleble por cada nutriente crítico en exceso, según corresponda: "exceso en azúcares"; "exceso en sodio"; "exceso en grasas saturadas"; "exceso en grasas totales"; "exceso en calorías". En caso de contener edulcorantes, el envase debe contener una leyenda precautoria inmediatamente por debajo de los sellos de advertencia con la leyenda: “contiene edulcorantes, no recomendable en niños/as”. Así, se han fijado puntos de corte para los nutrientes críticos por encima de los cuales les corresponde llevar el sello de advertencia, basándose en la relación existente entre las calorías aportadas y el nutriente presente en el alimento. A continuación, se detallan los umbrales para los cuales los productos deben llevar los sellos de exceso correspondientes:

- Azúcares añadidos: Cuando las calorías provenientes de azúcares representen $\geq 10\%$ del total de energía del alimento.
- Grasas Totales: Cuando las calorías provenientes de grasas totales representen $\geq 30\%$ del total de energía del alimento.
- Grasas Saturadas: Cuando las calorías provenientes de grasas saturadas representen $\geq 10\%$ del total de energía del alimento.
- Calorías: Cuando el alimento contenga ≥ 275 kcal por cada 100 g.

- Sodio: Cuando el contenido de sodio sea ≥ 1 mg por kcal del alimento o ≥ 300 mg por cada 100 g del producto.

La intención de la ley es que los consumidores tengan información sobre lo que contienen los alimentos, en cuanto a los nutrientes y el contenido calórico de forma clara, libre de interpretaciones equivocadas, por tanto, en este trabajo realizamos la comparación de los nutrientes críticos presentes en productos de panadería dulces alcanzados, y sus semejantes expendidos al peso, para corroborar si existe una diferencia significativa que justifique la falta de control sobre los mismos. Específicamente se seleccionaron pan dulce y galletitas de miel, considerando aquellos productos alcanzados por la Ley 27.642 “Promoción de la Alimentación Saludable” en comparación con sus homólogos no alcanzados, que se venden al peso. Además, se evaluó el perfil nutricional de facturas tipo sacramento y se determinó si los mismos deberían o no contener sellos de advertencia nutricional.

2. Materiales y métodos

Para llevar a cabo los estudios se seleccionaron los siguientes alimentos: Panes dulces (industriales y caseros), Galletitas de miel (industriales y caseras) y facturas tipo sacramento (caseras). Para llevar a cabo la comparación entre las muestras de productos de panadería dulces se procedió a realizar un muestreo aleatorio simple, según sean panificados industrializados o panificados caseros. Entiéndase a productos industrializados como aquellos alcanzados por la ley, envasados en origen, expendidos en supermercados, en general, productos envasados en ausencia del consumidor. Mientras que los productos no alcanzados por la ley, es decir panificados caseros, a los elaborados y comercializados en panaderías. Para la elección de los mismos, en el caso de los productos industrializados se seleccionaron tres marcas diferentes y de cada una de esas marcas se toman cuatro muestras, pertenecientes a diferentes lotes. Por otra parte, como los productos caseros no cuentan con este tipo de trazabilidad, la toma de cada muestra se realizó en diferentes días de elaboración de los mismos. A partir del muestreo realizado, se obtuvieron un total de 24 muestras: 12 de productos industrializados y 12 de productos caseros, correspondientes a panes dulces y la misma

cantidad para las galletitas de miel. Además, se recopilaron 12 muestras de facturas tipo sacramento, con cuatro muestras provenientes de tres panaderías diferentes. A cada una de estas muestras se les realizaron los siguientes análisis:

Humedad: Método empleado para calcular el porcentaje en agua por la pérdida en peso debida al calentamiento de la muestra bajo condiciones normalizadas. Para ello, se pesó 10 g de muestra en un cristizador tarado y se distribuyó sobre el fondo del mismo; luego se llevó a una estufa controlada termostáticamente a $\approx 100^\circ\text{C}$, durante 4 horas. Una vez fría la muestra, se colocó en un desecador y luego se procedió a realizar su pesado en una balanza analítica de precisión. El contenido de humedad (%H) se calculó de acuerdo a la Ecuación 1.

$$\% H = \frac{M_1 - M_2}{M} \quad (1)$$

donde, M1 corresponde al peso del cristizador más muestra húmeda, M2 es peso del cristizador más la muestra seca y M es el peso de la muestra.

Cenizas: El método consiste en realizar la incineración del alimento a fin de determinar los elementos orgánicos e inorgánicos que lo componen. Para ello, en una cápsula de porcelana tarada se pesaron 5 g de muestra, la cual fue calentada suavemente en un mechero Bunsen. Una vez carbonizada la masa, se llevó mufla a temperatura controlada a 550°C hasta que las cenizas adquirieron un color blanco grisáceo. Una vez fría, las muestras se colocaron en un desecador hasta su pesaje. El contenido de cenizas totales (%C) se calculó de acuerdo a la Ecuación 2.

$$\% C = \frac{P_c}{P_m} \times 100 \quad (2)$$

donde, P_c corresponde al peso de las cenizas y P_m al peso de la muestra.

Proteínas: AOAC 954.01. Para su determinación se utilizó el método de Kjeldahl en su modificación más aplicada, la de Guning-Arnold, la cual favorece la conversión del nitrógeno de los compuestos orgánicos en nitrógeno amoniacal, quedando bajo la forma de sulfato de amonio. Para ello, se pesaron 2,0 g de muestra y se procedió a realizar su digestión con ácido sulfúrico en presencia de sulfato de cobre y sulfato de potasio. Esta destrucción oxidativa transforma los compuestos nitrogenados orgánicos

en nitrógeno inorgánico, que es separado por destilación, previo agregado de un álcali fuerte. El amoniaco desprendido fue absorbido en una cantidad conocida de ácido sulfúrico y valorado, respecto al amonio liberado. El sulfato de amonio junto al resto de ácido sin reaccionar fue titulado por retroceso con hidróxido de sodio, empleando como indicador rojo de metilo.

Grasas Totales: AOAC 920.398. Consiste en realizar una extracción de la grasa del material seco mediante un solvente adecuado, evaporación del mismo y determinación del extracto etéreo por pesada. Para llevar a cabo este ensayo, se empleó el residuo obtenido de la determinación de humedad, (muestra seca) y se colocó el mismo en un Soxhlet durante 4 horas empleando éter como solvente de extracción.

Fibra Dietaria: AOAC 962.09. Es el residuo obtenido de la determinación de grasas totales fue hervido en ácido sulfúrico al 1,25% durante 30 minutos a volumen constante. Luego el contenido fue filtrado, lavado con agua hirviendo y trasvasado al recipiente original. Este proceso se repitió empleando hidróxido de sodio al 2,5 %. Terminada esta etapa la materia insoluble se filtra y seca hasta peso constante. El contenido de Fibra Dietaria (%F), se calculó de acuerdo con la Ecuación 3.

$$\% F = \frac{P_{cp}}{P_{ms}} \times 100 \quad (3)$$

donde, P_{cp} corresponde al peso del residuo en el papel de filtro y P_{ms} al peso de la muestra seca y desengrasada.

Grasas Saturadas: Para el cálculo grasas saturadas, se emplearon las tablas de composición de alimentos. Instituto Alemán de Investigación de Química de los Alimentos, utilizando El pequeño "Souci-Fachmann-Kraut".

Hidratos de Carbono: Para su determinación, se calculó como la diferencia entre 100 y la suma del contenido de proteínas, grasas, fibra alimentaria, humedad y cenizas obtenidas anteriormente.

Azúcares Totales: Se utilizó el procedimiento químico de Fehling Causse Bonnans (FCB), que es un método cuprovolumétrico de óxido reducción, basado en la acción reductora de los monosacáridos sobre un oxidante que en este caso es el catión Cu^{+2} . Para ello, se pesaron entre 10 y 15 g de muestra, la cual fue trasvasada a un matraz de 100 ml. Seguido

se agregó agua destilada y ácido clorhídrico concentrado y se dejó una hora a 70 °C, posteriormente se neutralizó con hidróxido de sodio al 30% usando como indicador fenolftaleína. Por otro lado, se colocó en un Erlenmeyer el reactivo de FCB y agua destilada y se calentó hasta ebullición. La mezcla obtenida fue agregada a la muestra anterior a una velocidad de 3 gotas por segundo, empleando una bureta acodada. Cuando se observó la aparición de una leve coloración verdosa, se agregaron unas gotas de azul de metileno y se continuó la titulación a razón de una o dos gotas por vez y con intervalos de unos segundos hasta la completa desaparición del color azul.

Azúcares Añadidos: La determinación se realizó siguiendo la metodología reportada en el trabajo denominado "Métodos Objetivos de Estimación del Contenido de Azúcares Añadidos en Alimentos para su Declaración en la Información Nutricional Obligatoria y Etiquetado Frontal en Argentina" previamente publicado en el grupo (Balanza y col. 2023).

Contenido de Sodio: Para su determinación se utilizó la técnica de fotometría de llama. Para ello, las cenizas totales obtenidas previamente, se mezclaron con agua y se filtraron. El filtrado fue recogido en un matraz de 50 ml, completando su volumen con agua hasta su enrase. A continuación, se realizó una dilución de 1:20 de la muestra obtenida y la muestra diluida fue medida en un Fotómetro de llama, comparando la lectura obtenida con un patrón de concentración conocida (6,52 mg/L). El contenido de sodio (CM) se calculó de acuerdo a la Ecuación 4.

$$CM \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{L_M}{L_P} \times 6,52 \quad (4)$$

Donde, L_M es el valor de lectura de la muestra y L_P el valor del patrón. El resultado obtenido fue multiplicado por la dilución realizada hasta llevar su valor a 100g de producto original.

Valor Energético: La cantidad de energía a declararse se calculó a partir del contenido de los nutrientes multiplicado por sus correspondientes factores de conversión, que se detallan a continuación:

- Carbohidratos (excepto polialcoholes) 4 kcal/g - 17kJ/g
- Proteínas 4 kcal/g - 17kJ/g

- Grasas 9 kcal/g - 37kJ/g

Luego se sumaron cada uno de los resultados para obtener el valor final.

Análisis estadístico

En cuanto a la metodología estadística utilizada para realizar la comparación de las medias de los valores obtenidos se utilizaron pruebas de hipótesis. En este caso particular, como se trabajó con muestras pequeñas, la distribución utilizada fue t de Student, a través del software InfoStat. El proceso realizado fue el siguiente:

Paso 1: Planteo de las Hipótesis

Hipótesis nula (H_0): No hay diferencia significativa entre las medias de los grupos. $H_0: \mu_1 = \mu_2$.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe una diferencia significativa entre las medias de los grupos. Por ejemplo, $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$.

Paso 2: Comprobación de Supuestos. Se verifica que los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas se cumplieran:

- Supuesto de normalidad: Pruebas de Shapiro-Wilk.
- Homogeneidad de varianzas: Prueba F para confirmar que las varianzas de los grupos son similares.

Paso 3: Prueba t. El programa calcula de manera automática este estadígrafo, pero también se puede realizar de forma manual utilizando la Ecuación 5.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (5)$$

Donde: \bar{X}_1 y \bar{X}_2 son las medias de las muestras, n_1 y n_2 son los tamaños muestrales y s_1^2 y s_2^2 son las varianzas muestrales de las dos muestras.

Paso 4: Interpretación de resultados. Si el valor p es menor que el nivel de significancia (0,05), se rechaza la hipótesis nula. Esto indica que hay una diferencia significativa entre las medias de los grupos.

Paso 5: Conclusiones. A partir de valor p obtenido, se concluye si hay o no evidencia suficiente para

rechazar la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa si corresponde.

3. Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los valores promedio del perfil nutricional (Tabla 1, 2 y 3) para cada producto, diferenciando entre las marcas industriales y las panaderías caseras. Además, se incluye el promedio general de los valores obtenidos de las marcas industriales y de las panaderías caseras para cada tipo de producto.

Para una mejor comprensión de los resultados, en color rojo, se señala la necesidad del uso de un sello asociado al exceso de ese nutriente, mientras que el color verde indica que no supera el punto de corte y, por lo tanto, no corresponde usar la advertencia. Para las grasas totales, todos los valores superiores a 30 deben llevar el sello. En el caso de las grasas saturadas y los azúcares añadidos, los valores superiores a 10 requieren el sello. Para el sodio, los valores que superen los 300, y para las calorías, aquellos que sean más altos que 275, también deben llevar el sello.

A partir de la comparación de los nutrientes críticos que se encuentran en exceso en el mismo producto, independientemente de si es de origen industrial o casero, se verificó si, además de exceder el límite establecido, los niveles de estos nutrientes son similares entre ambos tipos de producto. Así, para Pan Dulce se evaluaron los nutrientes azúcares añadidos y calorías; y en las Galletitas de Miel se examinaron las grasas totales, grasas saturadas, azúcares añadidos y calorías; por último, para las Facturas tipo sacramento se compararon los valores con los límites establecidos. Para esto se realizaron pruebas de hipótesis para comparar si los valores medios de los nutrientes críticos, industriales y caseros de cada producto son iguales o diferentes.

A partir de los valores medios para los productos industrializados y caseros analizados, se determinó cuáles de ellos exceden los límites establecidos de nutrientes críticos según la nueva legislación, obteniéndose los resultados que se resumen en la Tabla 4.

Tabla 1. Perfil Nutricional de Pan Dulce por cada 100 g de muestra.

Nutrientes	Pan Dulce							
	Industrializado			Promedio Industriales	Casero			Promedio Caseros
	Promedio marca 1	Promedio marca 2	Promedio marca 3		Promedio panadería 1	Promedio panadería 2	Promedio panadería 3	
Humedad (g)	27,9	23,7	29,4	27,0	25,7	24	22,8	24,2
Cenizas (g)	1,5	1,1	1,0	1,2	1,0	1,4	1,2	1,2
Proteínas (g)	7,8	6,8	8,3	7,6	7,9	7,8	6,2	7,3
Fibra (g)	1,6	1,2	1,6	1,5	1,8	1,3	1,2	1,4
Grasas Totales (g)	8,5	9,2	6,0	7,9	5,7	7,0	7,0	6,6
Grasas Saturadas (g)	3,8	4,1	2,7	3,5	2,6	3,2	3,2	3,0
Hidratos de Carbono (g)	52,7	58,0	53,8	54,8	58	58,5	61,5	59,3
Azúcares Totales (g)	16,8	22,5	21,1	20,1	22,1	19,6	19,9	20,5
Azúcares añadidos, expresado en Sacarosa (g)	15,9	21,4	20,0	19,1	21,0	18,6	18,9	19,5
Sodio, mg	128,7	228	102,7	153,1	115,0	185,0	124,0	141,3
Valor energético, kcal	318,3	341,7	302,0	320,7	314,6	328,3	334,2	325,7

Tabla 2. Perfil Nutricional de Galletas de Miel por cada 100 g de muestra.

Nutrientes	Galletitas de Miel							
	Industrializados			Promedio Industriales	Caseros			Promedio Caseros
	Promedio marca 1	Promedio marca 2	Promedio marca 3		Promedio panadería 1	Promedio panadería 2	Promedio panadería 3	
Humedad (g)	3,9	5,8	8,2	6	9,8	5	4,9	6,6
Cenizas (g)	0,9	1,2	1,1,	1,1	0,8	1	1	0,9
Proteínas (g)	9,3	7,7	7,3	8,1	9,1	7,2	7,9	8,1
Fibra (g)	3,1	2,2	3,6	3	2,3	2,7	3,1	2,7
Grasas Totales (g)	18,7	17,1	14,4	16,7	14,5	16,4	18,6	16,5

Grasas Saturadas (g)	10,3	9,4	7,9	9,2	8	9	10,2	9,1
Hidratos de Carbono (g)	64,2	66	65,4	65,2	63,5	67,7	64,5	65,2
Azúcares Totales (g)	21,6	22,1	21,6	21,8	22,2	22,1	22,1	22,1
Azúcares añadidos, expresado en Sacarosa (g)	20,5	21	20,5	20,7	21,1	21	20,9	21
Sodio, mg	113	190,7	215,7	173,1	242,7	125,7	154	174,1
Valor energético, kcal	461,7	448,6	420,6	443,6	420,7	447,4	453,1	440,4

Tabla 3. Perfil Nutricional de Facturas por cada 100 g de muestra.

Nutrientes	Facturas tipo sacramento			
	Promedio panadería 1	Promedio panadería 2	Promedio panadería 3	Promedio de Caseros
Humedad (g)	22,6	20,7	19,2	20,8
Cenizas (g)	1,1	0,8	1,1	1
Proteínas (g)	7,2	8,1	7,2	7,5
Fibra (g)	0,8	0,9	0,8	0,8
Grasas Totales (g)	17,7	14,8	15,9	16,1
Grasas Saturadas (g)	8,9	7,4	8	8,1
Hidratos de Carbono (g)	50,7	54,8	55,9	53,8
Azúcares Totales (g)	14,4	16,4	14,3	15
Azúcares añadidos, expresado en Sacarosa (g)	13,7	15,6	13,6	14,3
Sodio, mg	211,3	149,3	167	175,9
Valor energético, kcal	390,7	384,7	395,3	390,2

Tabla 4. Comparación del contenido de nutrientes críticos de los diferentes panificados y orígenes, con respecto al límite máximo legislado.

Nutrientes críticos		Grasas Totales	Grasas Saturadas	Azúcares añadidos	Sodio	Calorías
Límite máximo establecido en la ley		30,0	10,0	10,0	300,0	275,0
Pan Dulce	Promedio Industrial	22,1	9,9	23,9	153	321
	Promedio casero	18,2	8,2	24,0	141	326
Galletitas de Miel	Promedio Industrial	33,9	18,7	18,7	173	444
	Promedio casero	33,6	18,5	19,0	174	442
Facturas tipo sacramento	Promedio casero	37,2	18,6	14,6	176	390

De cada uno de los análisis realizados se derivan los siguientes resultados presentados en la Tabla 5. Como se puede observar, para valores de p mayor a 0,05 se acepta la hipótesis Nula (H_0) de que las medias son iguales. Es decir, se tiene evidencia muestral suficiente para considerar que no existen diferencias en el aporte de nutrientes críticos entre el producto envasado y su homólogo de venta al peso. Por lo tanto, el contenido medio de azúcares

añadidos y las calorías en el pan dulce industrial es equivalente al determinado en el pan dulce casero. Para el caso de las Galletitas de miel, el contenido medio de grasas totales, grasas saturadas, azúcares añadidos y calorías de estos alimentos industrializados no presentaron diferencias significativas con los valores calculados en las galletas caseras.

Tabla 5. Resultados para Pan Dulce y Galletitas de miel.

Pan Dulce		
Nutrientes	Error esperado (α)	Valor p
Azúcares Añadidos	0,05	0,67
Calorías		0,41
Galletitas de Miel		
	Error esperado (α)	Valor p
Grasas Totales	0,05	0,78
Grasas Saturadas		0,80
Azúcares Añadidos		0,16
Calorías		0,65

Asimismo, en las Galletitas de Miel no se observaron diferencias significativas en las grasas totales, grasas saturadas, azúcares añadidos y calorías entre productos industriales y caseros.

4. Conclusiones

En este trabajo se realizó el análisis en cuanto al contenido de nutrientes críticos de productos de panadería dulces de consumo masivo alcanzados por la ley Nacional 27.642, y sus homólogos no regulados vendidos al peso. A partir de los resultados

encontrados, se determinó que para los productos Pan Dulce y Galletitas de Miel, independientemente de su origen, deberían llevar el sello octogonal de advertencia de nutriente crítico. No obstante, en la actualidad, solo los alimentos industrializados llevan esta rotulación, ya que la ley aplica a productos envasados en ausencia del consumidor, excluyendo los productos caseros a pesar de que contienen niveles similares de nutrientes críticos. Por otra parte, el perfil nutricional obtenido en Facturas tipo sacramento mostró que, si las mismas fueran envasadas de forma industrial, deberían llevar los siguientes sellos de advertencias: Grasas Totales,

Grasas Saturadas, Azúcares, y Calorías, sin embargo, por carecer de la condición de envasado, se encuentran exentas.

5. Referencias

- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (A.N.M.A.T) (2022). Disposición 2673/22. Buenos Aires, Argentina.
- Azconzábal, A. C. (2021). Ley de etiquetado frontal de alimentos: Tan necesaria como desafiante. Buenos Aires, Argentina.
- Balanza M.E., Santibañez M.E., Nieto L., González V., Jordan P., Cervantes M., Barberá S. (2022). Métodos Objetivos de Estimación del Contenido de Azúcares Añadidos en Alimentos para su Declaración en la Información Nutricional Obligatoria y Etiquetado Frontal en Argentina. *Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas* 3(1).
- Benassati, S. (2021). Rotulado de los Alimentos: Declaraciones de propiedades nutricionales y decisión de compra. Buenos Aires, Argentina.
- Fung, T. T., Malik, V., Rexrode, K. M., Manson, J. E., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2009). Sweetened beverage consumption and risk of coronary heart disease in women. *The American journal of clinical nutrition*, 89(4), 1037-1042.
- Gautero, M. (2022). Diplomado de Etiqueta Frontal Nutricional: Análisis de Ley y reglamentación. Argentina.
- Gitanjali S. Micha, R., Khatibzadeh, S., Lim, S., Ezzati, M., Mozaffarian, D. Estimated Global, Regional, and National Disease Burdens Related to Sugar-Sweetened Beverage Consumption in 2010. *Circulation* 132(8): 639–666.
doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010636.
- Ley 27.642 y Decreto Reglamentario 151/22. (2022). Promoción de la Alimentación Saludable. Ciudad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Senser, F. y Scherz, H. (1999) El pequeño "Souci-Fachmann-Kraut" Tablas de composición de alimentos. Instituto Alemán de Investigación de Química de los Alimentos. Acribia. España
- Ministerio de Salud. (2016). Guías Alimentarias para la Población Argentina (G.A.P.A). Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Salud (2019). Guía de Práctica Clínica Nacional sobre Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2. (DM2). Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Salud (2019). Guía Práctica Clínica Nacional sobre Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de Hipertensión Arterial (HTA). Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social (2019). 4° Encuesta Nacional de Factores de Riesgo, (4°ENFR). Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Salud y Desarrollo Social (2019). 2a Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. (2°ENFR). Buenos Aires, Argentina.
- Ministerios de Salud, ANMAT (2022). Capítulo V: Normas para la Rotulación y Publicidad de los Alimentos. Código Alimentario Argentino. Buenos Aires, Argentina.
- OMS; FAO (2003). Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Ginebra, Suiza. Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, y Organización Mundial de la Salud. (1993). Grasas y Aceites en la Nutrición Humana. Capítulo 11.
- Organización Mundial de la Salud (O.M.S) (2018). Es Hora de Actuar: informe de la Comisión Independiente de Alto Nivel de la OMS sobre Enfermedades No Transmisibles.
- Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.). (2016). Modelo de Perfil de Nutrientes. Washington, DC, EEUU.
- Subsecretaría de Comercio Interior, Secretaría de Agroindustria, Ministerio de Producción y Trabajo. (2018). Rotulado Frontal. Buenos Aires, Argentina.
- Malik, V. S., Popkin, B. M., Bray, G. A., Després, J. P., Willett, W. C., & Hu, F. B. (2010). Sugar-sweetened beverages and risk of metabolic syndrome and type 2 diabetes: a meta-

- analysis. *Diabetes care*, 33(11), 2477-2483.
- Ministerio de Economía y Producción, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS INDEC (2018). Encuesta Nacional de Gastos de los Hogares (SIEH). Buenos Aires, Argentina.
- Popkin. B., P. (2020). El impacto de los alimentos ultraprocesados en la salud. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 34. Santiago de Chile. FAO.



Análisis Cromatográfico de los Componentes Bioactivos en *Schinus areira* en San Rafael Mendoza – Argentina

Carina Lourdes Llano^{1,2*}, María Silvana Cabeza^{1,2}, Irene Carbajal Ramos^{1,2}

1. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI), Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Bernardo de Irigoyen 375, San Rafael, Mendoza, 5600 Argentina
2. ICAI (CONICET – UNCuyo), Instituto de Ingeniería y Ciencias Aplicadas a la Industria, Bernardo de Irigoyen 375, San Rafael, Mendoza, 5600 Argentina

*E-mail: cllano@fcai.uncu.edu.ar

PALABRAS CLAVES

Aguaribay
Aceite esencial
Geolocalización
Limoneno
 δ -cadineno

RESUMEN

Schinus areira L. es conocido popularmente como "aguaribay, falso pimiento, pimiento rosa, molle" es una planta potencialmente utilizada tanto por las poblaciones humanas pasadas y actuales con diferentes fines en las industrias farmacéutica, sanitaria, cosmética, agrícola y alimentaria. El objetivo de este trabajo es extraer el aceite esencial de aguaribay recolectado en San Rafael, Mendoza y cuantificar los componentes bioactivos detectados. Se extrajo el aceite esencial de las hojas por medio de la destilación por arrastre de vapor y se analizaron mediante cromatografía gaseosa acoplada a un detector de ionización de llama (CG/FID). Se identificaron un total de 15 principios activos. Los monoterpenos hidrocarbonados fueron los más abundantes con 83,07% siendo el limoneno el más representativo (30,78 %), luego le siguieron los hidrocarburos sesquiterpénicos (5,21%) con δ -cadineno como el componente principal. Estos resultados preliminares muestran la importancia de realizar análisis locales de los componentes bioactivos en especies locales para poder identificar y proponer posibles aplicaciones del mismo. Así, los componentes bioactivos de *Schinus areira* encontrados son promisorios para ser aplicados en líneas de investigación vinculadas a su uso como conservante y/o pesticida.

Chromatographic Analysis of Bioactive Components in *Schinus areira* in San Rafael Mendoza - Argentina

KEYWORDS

Aguaribay
Essential oil
Geolocation
Limonene
 δ -cadinene

ABSTRACT

Schinus areira L., popularly known as "aguaribay, false pepper, pink pepper, molle," is a plant potentially utilized by both past and present human populations for various purposes in the pharmaceutical, health, cosmetic, agricultural, and food industries. This work aims to extract the essential oil from aguaribay collected in San Rafael, Mendoza, and quantify the detected bioactive components. The essential oil was extracted from the leaves through steam distillation and analyzed using gas chromatography coupled with a flame ionization detector (GC/FID). A total of 15 active compounds were identified. Hydrocarbon monoterpenes were the most abundant at 83.07%, with limonene being the most representative (30.78%), followed by sesquiterpene hydrocarbons (5.21%) with δ -cadinene as the main component. These preliminary results highlight the importance of conducting local analyses of bioactive components in local species to identify and propose possible applications. Thus, the bioactive components found in *Schinus areira* are promising for application in research lines related to its use as a preservative and/or pesticide.

1. Introducción

Los estudios etnobotánicos y arqueobotánicos constituyen una importante base de conocimiento para comprender no solo las posibles prácticas

realizadas en el pasado por los grupos humanos sino también para identificar y documentar las especies nativas utilizadas por los pobladores actuales (Llano et al., 2021; Llano et al., 2019). Las plantas son una fuente invaluable de diversos productos bioactivos, entre los cuales destacan los aceites esenciales (de

aquí en adelante AE) por la amplitud de sus aplicaciones bactericidas, viricidas, fungicidas, antiparasitarias, insecticidas, medicinales y cosméticas, utilizados las industrias farmacéutica, sanitaria, cosmética, agrícola y alimentaria (Cutro et al., 2019; Al-Maqtari et al., 2021; Assadpour et al., 2023; Gupta et al., 2023).

Un AE es una mezcla compleja de compuestos orgánicos volátiles, que se sintetizan en el citoplasma y suelen estar presentes en forma de diminutas gotas entre las células. Casi todas las partes de la planta, como hojas, cortezas, flores, rizomas o raíces, cáscaras, semillas y yemas se reportan como fuente de aceites esenciales (Oliveira, 2022). En la actualidad existen diferentes métodos de extracción de AE agrupados en dos categorías: métodos convencionales y métodos avanzados (Mahawer et al., 2022). Entre los primeros se encuentran los métodos de hidrodestilación, destilación por arrastre de vapor, extracción en frío, destilación destructiva, hidrodifusión. Mientras que los métodos avanzados son la extracción asistida por microondas, la extracción asistida por ultrasonidos, la extracción de fluidos supercríticos y la extracción de agua subcrítica. Luego de la extracción de AE, se realiza el análisis cromatográfico, el cual permite una caracterización detallada de sus componentes bioactivos, esenciales para evaluar sus aplicaciones terapéuticas, alimentarias y agrícolas. La cromatografía es crucial en la identificación y aislamiento de moléculas bioactivas en extractos de plantas (Vij & Pathania, 2023). La cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS) y a detectores de ionización de llama (FID) permiten una caracterización detallada de los compuestos volátiles presentes en los aceites esenciales (Stashenko & Martínez, 2009). Estos métodos no solo facilitan la identificación de los componentes individuales de una mezcla compleja, sino que también cuantifican su abundancia relativa, lo cual es esencial para evaluar su potencial bioactivo. La importancia de conocer la composición química de los aceites esenciales radica en que la misma se ve afectada por varios factores, como la especie de planta, el origen geográfico, las condiciones ambientales (suelo, clima, luz, temperatura), las prácticas agrícolas y el método de extracción (Bandoni et al., 2009). En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo: a) Extraer el aceite esencial de aguaribay (*Schinus areira* L.) recolectado en San Rafael (Mendoza-Argentina) empleando el

método de destilación por arrastre de vapor; b) Caracterizar el aceite esencial de aguaribay mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría FID y; c) Comparar la composición química del AE de aguaribay con la bibliografía reportada.

Schinus areira L. conocido como aguaribay, molle, pimienta rosa o falso pimienta, es una especie vegetal nativa de Sudamérica, que ha sido tradicionalmente utilizada en la medicina popular por sus propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y analgésicas (Alonso, 2007), en la industria alimentaria como conservantes naturales debido a su capacidad para inhibir el crecimiento bacteriano, antifúngico y prolongar la vida útil de los productos (Rodríguez Saucedo, 2011; Debonne et al., 2018), como biopesticidas en el control de malezas reduciendo así la dependencia de herbicidas sintéticos (Liu et al., 2019), entre otros.

Por otra parte, Al-Maqtari et al., (2021) advierten la necesidad de la industria alimentaria de producir alimentos sin conservantes artificiales debido a sus efectos negativos en la salud humana. Asimismo, destacan que los consumidores prefieren conservantes de origen natural, como los aceites esenciales, por sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas. No obstante, señalan que los AE tienen problemas de solubilidad en agua, susceptibilidad a la oxidación y volatilidad, lo que limita su uso. Debido a ello, proponen que la encapsulación mejora la estabilidad física, química y microbiológica de los AE, permitiendo su uso efectivo en sistemas alimentarios. De lo anteriormente expuesto, hemos realizado pruebas preliminares encapsulando AE de *Cannabis* en biopolímeros de alginato de calcio (Llano et al., 2024). Particularmente, Debonne y colegas (2018) trabajaron matrices alimentarias específicas como los panificados. En su trabajo se reseñan los avances de la aplicación de aceites esenciales tanto en sistemas *in vitro* como en pan para reducir el deterioro por hongos. Los autores explican los distintos modos de acción de los aceites esenciales como la citotoxicidad al atravesar la pared celular y membrana citoplasmática, el gran daño a la membrana celular y reducción del ergosterol, la inducción de lisis, entre otras. Los ensayos determinaron el potencial de la actividad antifúngica *in vitro* (difusión, dilución y alimento envenado).

Los biopesticidas también han ganado interés en las investigaciones ya que como plantean Gupta y colaboradores (2023), el uso excesivo de pesticidas sintéticos ha causado degradación ambiental, resistencia de plagas y son peligrosos para especies que no forman parte del objetivo. En consonancia con Al-Maqtari y colegas (2021) advierten los desafíos que enfrentan los AE como la volatilidad y los costos de producción, proponiendo la nanoencapsulación como innovación que podría mejorar su estabilidad y disponibilidad.

Por todo lo expuesto, y a pesar de su uso popular, pocos estudios científicos han analizado en profundidad la composición química de sus extractos buscando diferencias y similitudes en función de su geolocalización para discutir la potencialidad sin sobrevalorar o subestimar su funcionalidad.

2. Materiales y métodos

Identidad taxonómica y descripción botánica

En la provincia de Mendoza la familia Anacardiaceae está representada por el género *Schinus* (Martínez Carretero, 2009), con siete especies distribuidas en dos de las cinco provincias fitogeográficas de Mendoza. *Schinus areira* [L. Linneo, C., 1753. Sp. pl. 1: 389] es una especie de amplia distribución en la zona árida y semiárida del oasis mendocino, que es cultivada comúnmente como arbolado urbano y de rutas. Es conocido en la jerga popular como aguaribay, molle, árbol de pimienta, pimienta, falso pimienta, entre otros (Tortorelli, 2009). Para este estudio, la morfología del aguaribay utilizado para la elaboración del AE fueron árboles de 8-10 metros de alto, ramas delgadas, péndulas, no espiniformes, con hojas compuestas, imparipinadas, de 2-25 pares de folíolos, la mayoría parcialmente alternos, de 20-60 mm long. x 3-8 mm lat., drupa esférica amarillenta, rojiza o violácea de 5-6 mm diámetro (Figura 1).

Recolección de Muestras

Se recolectaron hojas y frutos durante el estadio fenológico de fructificación (noviembre 2023 a marzo de 2024) en diferentes geolocalizaciones de la ciudad de San Rafael, Mendoza (Argentina). En todos los casos, la cosecha se hizo durante las primeras horas de la mañana, después de que el rocío se hubiera evaporado, pero antes del mediodía solar. Este momento del día asegura que los niveles de AE en las plantas sean más altos. Posteriormente, las

muestras fueron pesadas en fresco y oreadas a temperatura ambiente durante 24 y 48 h. Finalmente, la materia prima fue nuevamente pesada para comenzar el proceso de destilación.

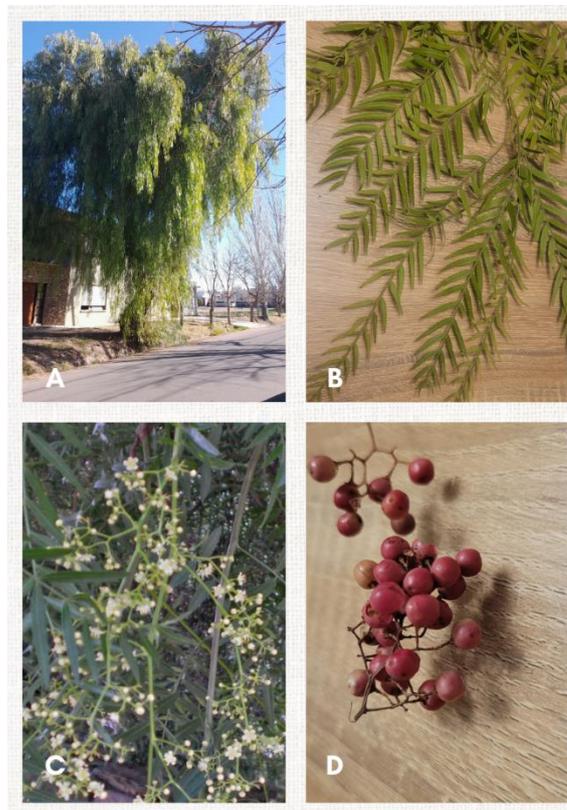


Figura 1. *Schinus areira*. A- Hábito. B- Rama florífera. C- Flor. D- Panícula con drupas.

Destilación por arrastre de vapor

Para la destilación se usó un equipo de arrastre de vapor Figmay (escala semi laboratorio) (Figura 2). Inicialmente, el material vegetal oreado se colocó en la cámara de extracción de vidrio borosilicato marca Schott Duran, cuyo volumen total es de 3 litros. El vapor es generado por un sistema de calefacción por velas de cuarzo. El vapor caliente atraviesa el material vegetal, causando la volatilización de los aceites esenciales y otros compuestos aromáticos presentes en la matriz vegetal. La mezcla de vapor y compuestos volátiles es luego dirigida a un condensador, donde se enfría y se condensa en una mezcla líquida (Figura 2A y 2C). Finalmente, esta mezcla líquida se recoge en un recipiente de recolección, donde los AE se separan del hidrolato debido a su inmiscibilidad (Figura 2B). El resultado en este equipo de extracción es el aceite esencial y el

hidrolato o agua aromática. En resumen, a partir de este método, la materia prima únicamente entra en contacto con vapor de agua, sin la necesidad de agregar solventes químicos, lo que asegura un AE de alta calidad y pureza. El tiempo de destilación fue en promedio de dos horas.

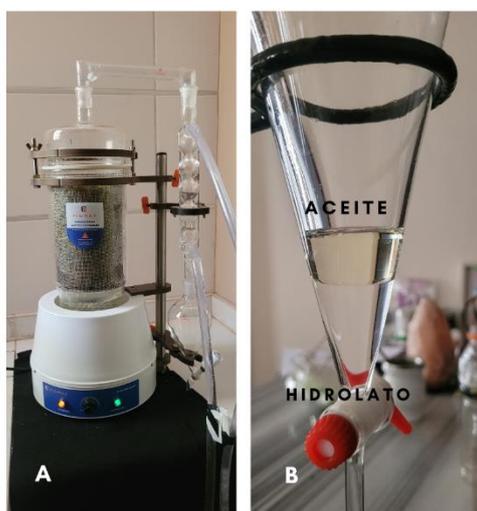


Figura 2. A- Equipo de destilación por arrastre de vapor. B- Resultado de la extracción: Aceite esencial e hidrolato. C- Esquema del procesamiento de la materia prima vegetal

Análisis por Cromatografía gaseosa

El análisis fitoquímico de los principales constituyentes del AE de *S. areira* se realizó en un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de ionización de llama (FID) (CG/FID CHROMPACK CP 9003) en la Unidad de Extracción de Aceites Esenciales – INBIES (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco).

El procedimiento se describe de la siguiente manera: inicialmente, la muestra es inyectada en el sistema de cromatografía de gases, donde es vaporizada en el puerto de inyección. Luego, la muestra gaseosa es transportada a través de una columna capilar por una corriente de gas portador inerte, generalmente helio o nitrógeno (para este caso se utilizó nitrógeno). A medida que los componentes de la muestra viajan a lo largo de la columna, se separan en función de sus interacciones con el material de la columna y sus propiedades volátiles. Los compuestos separados salen de la columna en diferentes tiempos de retención y son dirigidos hacia el detector de ionización de llama (FID). En el FID, los compuestos son quemados en una llama de hidrógeno/aire, produciendo iones que generan una corriente eléctrica. Esta corriente es proporcional a la cantidad de carbono presente en los compuestos, permitiendo la cuantificación precisa de los componentes de la muestra. El FID es altamente sensible y adecuado para la detección de hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles. La columna específica del equipo es CP-SIL 5 CB-MS FS 60x32(1.0). Es una columna capilar de 60 metros de largo con un diámetro interno de 0.32 mm y un espesor de película de 1.0 μm , recubierta con una fase estacionaria de polidimetilsiloxano.

3. Resultados y Discusión

Extracción

Se realizaron seis extracciones de aceite esencial, con una duración promedio de destilación de 127 minutos, procesando una masa de materia prima de 561 gramos/promedio. El AE de *S. areira* tiene un aroma fuerte, fresco y penetrante, con un distintivo olor cítrico-amaderado, el color del AE es transparente o ligeramente amarillo pálido y poco viscoso.

Análisis fitoquímico

La Tabla 2 muestra la identificación de quince componentes para el AE de *S. areira*; los monoterpenos hidrocarbonados fueron los más abundantes con 83,07% y entre sus componentes mayoritarios se encuentran el limoneno (30,78%), α -felandreno (26,75%), canfeno (7,75%), α -pineno (6,13%), los hidrocarburos sesquiterpénicos fueron los segundos en abundancia (5,21%) con δ -cadineno como el componente principal.

Tabla 1. Resultados de las extracciones del aceite esencial de *S. areira*

Ensayo	Recolección de materia prima	Tiempo de oreado (hr)	Peso de materia prima (g)	Tiempo de destilación (min)	Aceite esencial (ml)
1	23/11/2023	24	668	120	7,2
2	8/12/2023	24	540	145	5,9
3	12/1/2024	24	560	135	7,5
4	24/2/2024	24	490	120	5,6
5	4/3/2024	24	630	120	4,9
6	28/3/2024	48	480	120	5,4
Promedio			561	127	6,1

Tabla 2. Análisis fitoquímico del aceite esencial de *S. areira*. TR: tiempo de retención. % área relativa del AE.

Nombre del Compuesto	TR	% AE
Monoterpenos Hidrocarbonados (83,07%)		
Triciclono	22,26	1,11
α -pineno	22,65	6,13
Canfeno	23,48	7,75
Sabineno	24,19	0,89
β -mirceno	24,36	4,16
β -pineno	24,70	3,48
α -felandreno	25,65	26,75
p-cimeno	26,26	1,60
Limoneno	26,79	30,78
β -felandreno	38,28	0,42
Monoterpenos Oxigenados (0,45%)		
Acetato de geranilo	39,54	0,45
Sesquiterpenos Hidrocarbonados (5,21%)		
β -cariofileno	43,98	1,21
α -humuleno	45,18	0,85
germacreno D	45,87	0,57
δ -cadineno	47,01	2,58

Los resultados del análisis de los componentes bioactivos de *Schinus areira* recolectado en San Rafael, Mendoza, revelan un perfil químico prometedor que subraya la importancia de estudios regionales específicos. En esta investigación, se identificaron 15 compuestos volátiles, destacándose el limoneno y α -felandreno como compuestos más abundantes. Además, los sesquiterpenos, representados principalmente por δ -cadineno, también aportan a la bioactividad del aceite esencial. Estos resultados no solo confirman el potencial del aguaribay como una fuente valiosa de compuestos

bioactivos, sino que también enfatizan la necesidad de realizar estudios locales para evaluar con precisión sus aplicaciones. En este sentido, coincidimos con Bandoni (2009) en la importancia de la caracterización química para justificar sus posibles virtudes y aplicaciones, ya que la composición de los aceites esenciales puede variar significativamente debido a factores genéticos y ambientales, lo que afecta su calidad y funcionalidad.

La comparación de los resultados con otras investigaciones evidencia la necesidad de realizar

análisis específicos según la geolocalización. Por ejemplo, en la investigación de Cutro y colaboradores (2019), la composición química del aceite esencial de *Schinus areira* recolectado en Santiago del Estero (Argentina) contiene principalmente 1-epi-cadinol, d-cadineno, aloaromadendreno, β -pineno, β -cariofileno y c-cadineno. Estos resultados difieren ligeramente con los presentados en este estudio, lo que hace razonable realizar aceites con especies locales, seguido del análisis de los compuestos bioactivos, para finalmente, aplicar en alimentos y malezas que son las dos investigaciones que están en curso. Por su parte, el aceite esencial de *Aloysia gratissima*, especie nativa que contiene algunos compuestos como β -pineno, β -cariofileno, α -pineno igual que *S. areira* (Ávila et al., 2023) dan cuenta de los usos de los compuestos mencionados. Los resultados obtenidos por Ávila y colaboradores (2023) muestran que el AE de esta especie tiene potencial para su uso como fitomedicamentos y bioinsumos agrícolas debido a sus actividades antifúngicas, antibacterianas, analgésicas y repelentes.

Por último, el perfil químico obtenido de *S. areira* es significativo ya que el limoneno, en menor medida el α -felandreno, los monoterpenos y los sesquiterpenos han mostrado propiedades antimicrobianas y antioxidantes en estudios previos (Bakkali et al. 2018). En este caso, los hallazgos apoyan su uso como conservante natural en productos panificados y como biopesticida, contribuyendo así a prácticas amigables con el ambiente en la industria alimentaria y agrícola.

El uso sostenible de plantas nativas es una estrategia para conservar la biodiversidad. Por lo tanto, al vincular la investigación y el requisito estratégico de valorar la socio-biodiversidad local, sustentan nuestros resultados preliminares, los cuales servirán como punto de partida de futuras investigaciones.

4. Conclusiones

Este estudio proporciona una caracterización preliminar de los principales componentes bioactivos detectados en *Schinus areira* en una geolocalización específica. Los resultados obtenidos mediante CG-FID indican que esta planta contiene una rica variedad de compuestos con posibles aplicaciones en la industria alimenticia y fitosanitaria. Futuros estudios serán enfocados en la

bioactividad específica de estos compuestos y su mecanismo de acción.

5. Agradecimientos

Agradecemos al Dr. Oscar Troncoso y la Ing. Juliana López de Armentia quienes nos recibieron en la Unidad de Extracción de Aceites Esenciales perteneciente al Instituto de Biotecnología de Esquel (Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de la Patagonia) para realizar capacitaciones en la obtención y análisis de aceites esenciales. Esta investigación recibió el apoyo del CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), ICAI (Instituto de Ingeniería y Ciencias Aplicadas a la Industria) y FCAI (Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo).

6. Referencias

- Al-Maqtari, Q. A., Rehman, A., Mahdi, A. A., Al-Ansi, W., Wei, M., Yanyu, Z., ... & Yao, W. (2021). Application of essential oils as preservatives in food systems: challenges and future perspectives—a review. *Phytochemistry Reviews*, 1-38.
- Alonso, J. (2007). *Tratado de fitofármacos y nutracéuticos*. Rosario (Argentina): Ed. Corpus, 2004. Páginas 1350. ISBN: 987-20292-3-7.
- Assadpour, E., Can Karaça, A., Fasamanesh, M., Mahdavi, S. A., Shariat-Alavi, M., Feng, J., ... & Jafari, S. M. (2023). Application of essential oils as natural biopesticides; recent advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-21.
- Ávila, L. M. de, Trevisan, A. C. D., & Pereira, A. B. (2023). Essential oil composition and biological activities of *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. (Verbenaceae): a systematic review. *Revista Brasileira De Ciências Ambientais* (RBCIAMB), 58(3), 417–426. <https://doi.org/10.5327/Z2176-94781603>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2018). Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*,

- 46(2), 446-475. DOI: 10.1016/j.fct.2018.10.020.
- Bandoni, A. L.; Retta, D.; Di Leo Lira, P. M.; Baren, C. M. (2009) ¿Son Realmente Útiles Los Aceites Esenciales? *Boletín Latinoam y del Caribe Plantas Med.y Aromáticas*, 8, 317–322.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85611977001> (12/10/2022).
- Cutro, A. C., Castelli, M. V., López, S. N., Rosales, M. A., Hollmann, A., & Rodríguez, S. A. (2019). Chemical composition of *Schinus areira* essential oil and antimicrobial action against *Staphylococcus aureus*. *Natural Product Research*, 35(17), 2931-2936.
- Oliveira, M. S., Andrade, E. H. D. A., & Blumenberg, M. (2022). *Essential oils: advances in extractions and biological applications*. BoD–Books on Demand.
- Debonne, E. Van Bockstaele, F., Samapundo, S., Eeckhout, M. y Devlieghere, F. (2018). The use of essential oils as natural antifungal preservatives in bread products. *Journal of Essential Oil Research*, Vol. 30 (5), 309-318.
- Gupta, I., Singh, R., Muthusamy, S., Sharma, M., Grewal, K., Singh, H. P., & Batish, D. R. (2023). Plant essential oils as biopesticides: Applications, mechanisms, innovations, and constraints. *Plants*, 12(16), 2916.
- Liu, X., Cao, A., Yan, D., Ouyang, C., Wang, Q., & Li, Y. (2019). Overview of mechanisms and uses of biopesticides. *International Journal of Pest Management*, 67(1), 65–72.
<https://doi.org/10.1080/09670874.2019.1664789>
- Llano, C., Sosa, P., Sánchez, C., & Barberena, R. (2019). Arqueobotánica de Cueva Huenul 1 (Neuquén, Argentina): selección y procesamiento de especies vegetales. *Intersecciones en antropología*, 20(2), 211-223.
- Llano, C., Durán, V., Gasco, A., Reynals, E., & Zárate, M. S. (2021). Traditional puesteros' perceptions of biodiversity in semi-arid Southern Mendoza, Argentina. *Journal of Arid Environments*, 192(1), <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104553>.
- Llano, C. López, O., González, N., Goñi, S., Ninago, M. (2024). Extracción y microencapsulación de aceite esencial de Cannabis sativa en biopolímeros de alginato de calcio. VIII Jornadas Nacionales de Plantas Aromáticas Nativas y sus Aceites esenciales. IV Jornadas Nacionales de Plantas Medicinales Nativas.
- Mahawer, S. K., Sushila Arya H., Kumar R., Prakash, O., (2022). *Extractions Methods and Biological Applications of Essential Oils*. En: *Essential oils: advances in extractions and biological applications*. Capítulo 1: 3-27. BoD–Books on Demand.
- Martínez Carretero, E. (2009). Anacardiaceae Lindl. *Multequina*, 18(2), 00-00.
- Rodríguez Saucedo, E. N. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7 (1), 153-170.
- Tortorelli L. A. 2009. *Maderas y bosques argentinos*. Segunda Edición. Orientación Grafica Editora, Buenos Aires.
- Vij, I., & Pathania, A. (2023). An Overview-Advances in Chromatographic Techniques in Phytochemistry. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 391, p. 01038). EDP Sciences.
- Stashenko, E., & Martinez, J. (2009). Algunos aspectos de la detección en cromatografía de gases y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Selectividad e identificación. *Scientia Chromatographica*, 3(1), 31-49.